



AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA DAL CASELLO DI REGGIOLO-ROLO SULLA A22 AL CASELLO DI FERRARA SUD SULLA A13

CODICE C.U.P. E81B08000060009

PROGETTO DEFINITIVO

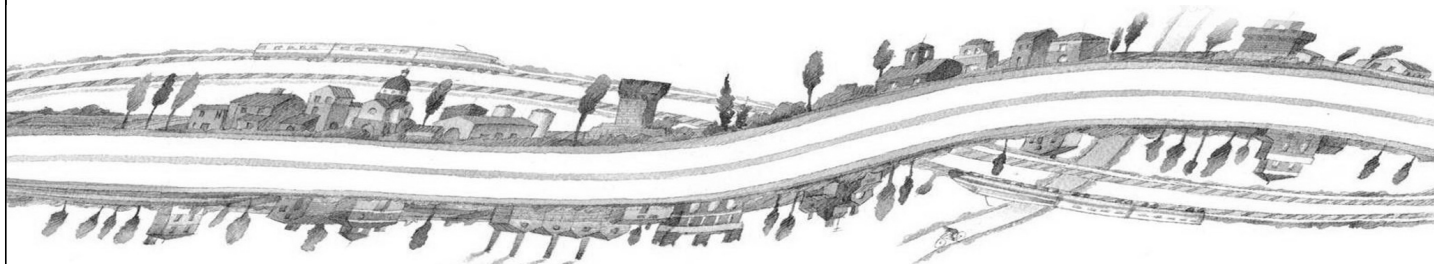
ASSE AUTOSTRADALE (COMPRESIVO DEGLI INTERVENTI LOCALI DI COLLEGAMENTO VIARIO AL SISTEMA AUTOSTRADALE)

IDROLOGIA E IDRAULICA

IDRAULICA CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI

PARTE GENERALE

RELAZIONE IDRAULICA PER LA RETE IDRICA GESTITA DAL CONSORZIO
DI BONIFICA BURANA



IL PROGETTISTA

Ing. Riccardo Telò
Albo Ing. Parma n° 1099



RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Ing. Emilio Salsi
Albo Ing. Reggio Emilia n° 945



IL CONCESSIONARIO

Autostrada Regionale
Cispadana S.p.A.
IL PRESIDENTE
Graziano Pattuzzi

G					
F					
E					
D					
C					
B					
A	17.04.2012	EMISSIONE		Ing. Mammi	Ing. Telò
REV.	DATA	DESCRIZIONE		REDAZIONE	CONTROLLO
				Ing. Salsi	APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
0724	PD	0	000	0WS00	0	WW	RI	06	A

DATA: **MAGGIO 2012**

SCALA: **varie**

INDICE

1.	PREMESSA.....	6
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	7
3.	CRITERI GENERALI	8
3.1.	Articolazione dello studio	8
4.	L'APPLICAZIONE DEI MODELLI UTILIZZATI.....	10
4.1.	Il modello idrologico	10
4.1.1.	Evaporazione	11
4.1.2.	Infiltrazione	11
4.1.3.	Propagazione del flusso superficiale	12
4.1.4.	I flussi sotterranei	14
4.2.	Il modello per la propagazione dell'onda di piena	16
5.	AMBITO DI RIFERIMENTO.....	19
5.1.	Il comprensorio di Bonifica	19
5.2.	Il tracciato autostradale	20
6.	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE	20
6.1.	Indagini pluviometriche ed idrometriche	22
6.2.	Analisi idrologiche.....	29
7.	INTERFERENZE IDRAULICHE CON IL TRACCIATO IN PROGETTO	38
7.1.	Corsi d'acqua interferiti	38
8.	I CORSI D'ACQUA SECONDARI	42
8.1.	FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	42
8.1.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali del canale	42
8.1.2.	Verifiche idrauliche	44
8.1.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	44
8.1.2.2	Scenari simulati.....	44
8.1.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	46
8.1.2.4	Risultati delle analisi negli State di Progetto	46
8.2.	DUGALE ZALOTTA.....	49
8.2.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	49
8.2.2.	Verifiche idrauliche	51
8.2.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	51
8.2.2.2	Scenari simulati.....	51
8.2.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	52
8.2.2.4	Risultati delle analisi negli State di Progetto	53

8.3. FOSSA CAVANA.....	56
8.3.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	56
8.3.2. Verifiche idrauliche	59
8.3.2.1 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	59
8.3.2.2 <i>Scenari simulati</i>	59
8.3.2.3 <i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	61
8.3.2.4 <i>Risultati delle analisi negli Stati di Progetto</i>	61
8.4. FOSSA BERARDI.....	64
8.4.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	64
8.4.2. Verifiche idrauliche	66
8.4.2.1 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	66
8.4.2.2 <i>Scenari simulati</i>	66
8.4.2.3 <i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	68
8.4.2.4 <i>Risultati delle analisi negli Stati di Progetto</i>	68
8.5. DUGALE SMIRRA DI CONFINE SINISTRO	72
8.5.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	72
8.5.2. Verifiche idrauliche	74
8.5.2.1 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	74
8.5.2.2 <i>Scenari simulati</i>	74
8.5.2.3 <i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	76
8.5.2.4 <i>Risultati delle analisi negli Stati di Progetto</i>	76
8.6. DUGALE RAMEDELLO	79
8.6.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	79
8.6.2. Verifiche idrauliche	81
8.6.2.1 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	81
8.6.2.2 <i>Scenari simulati</i>	81
8.6.2.3 <i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	83
8.6.2.4 <i>Risultati delle analisi negli Stati di Progetto</i>	83
8.7. DUGALE CUCCO	86
8.7.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	86
8.7.2. Verifiche idrauliche	88
8.7.2.1 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	88
8.7.2.2 <i>Scenari simulati</i>	88
8.7.2.3 <i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	90
8.7.2.4 <i>Risultati delle analisi negli Stati di Progetto</i>	90
8.8. FOSSETTA VECCHIA.....	93
8.8.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	93
8.8.2. Verifiche idrauliche	96
8.8.2.1 <i>Definizione delle portate di progetto</i>	96
8.8.2.2 <i>Scenari simulati</i>	96
8.8.2.3 <i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	98
8.8.2.4 <i>Risultati delle analisi negli Stati di Progetto</i>	98
8.9. DUGALE CERESE	101

8.9.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	101
8.9.2.	Verifiche idrauliche	102
8.9.2.1	<i>Definizione delle portate di progetto</i>	102
8.9.2.2	<i>Scenari simulati</i>	103
8.9.2.3	<i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	104
8.9.2.4	<i>Risultati delle analisi negli State di Progetto</i>	105
8.10.	CAVO BRUINO.....	109
8.10.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	109
8.10.2.	Verifiche idrauliche	111
8.10.2.1	<i>Definizione delle portate di progetto</i>	111
8.10.2.2	<i>Scenari simulati</i>	111
8.10.2.3	<i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	113
8.10.2.4	<i>Risultati delle analisi negli State di Progetto</i>	113
8.11.	ALLACCIANTE CAVO BRUINO – FOSSA REGGIANA ALTA	116
8.11.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	116
8.11.2.	Verifiche idrauliche	118
8.11.2.1	<i>Definizione delle portate di progetto</i>	118
8.11.2.2	<i>Scenari simulati</i>	118
8.11.2.3	<i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	120
8.11.2.4	<i>Risultati delle analisi negli State di Progetto</i>	120
8.12.	FOSSA REGGIANA ALTA	123
8.12.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	123
8.12.2.	Verifiche idrauliche	125
8.12.2.1	<i>Definizione delle portate di progetto</i>	125
8.12.2.2	<i>Scenari simulati</i>	125
8.12.2.3	<i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	127
8.12.2.4	<i>Risultati delle analisi negli State di Progetto</i>	127
8.13.	FOSSO CASTELLINA	130
8.13.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	130
8.13.2.	Verifiche idrauliche	134
8.13.2.1	<i>Definizione delle portate di progetto</i>	134
8.13.2.2	<i>Scenari simulati</i>	134
8.13.2.3	<i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	136
8.14.	CAVO CANALINO	139
8.14.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	139
8.14.2.	Verifiche idrauliche	142
8.14.2.1	<i>Definizione delle portate di progetto</i>	142
8.14.2.2	<i>Scenari simulati</i>	142
8.14.2.3	<i>Risultati delle analisi nello Stato di Fatto</i>	144
8.14.2.4	<i>Risultati delle analisi negli State di Progetto</i>	145
8.15.	ALLACCIANTE CANALE DIVERSIVO DI BURANA CON CAVO CANALINO	149
8.15.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	149
8.15.2.	Verifiche idrauliche	151

8.15.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	151
8.15.2.2	Scenari simulati.....	151
8.15.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	153
8.15.2.4	Risultati delle analisi negli Stati di Progetto.....	153
8.16.	FOSSO PAVIGNANE	156
8.16.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	156
8.16.2.	Verifiche idrauliche	159
8.16.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	159
8.16.2.2	Scenari simulati.....	159
8.16.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	161
8.16.2.4	Risultati delle analisi negli Stati di Progetto.....	162
8.17.	FOSSO LUNGO	165
8.17.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	165
8.17.2.	Verifiche idrauliche	168
8.17.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	168
8.17.2.2	Scenari simulati.....	168
8.17.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	170
8.17.2.4	Risultati delle analisi negli Stati di Progetto	170
8.18.	SCOLO SANT'ALO'	174
8.18.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	174
8.18.2.	Verifiche idrauliche	177
8.18.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	177
8.18.2.2	Scenari simulati.....	177
8.18.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	179
8.18.2.4	Risultati delle analisi negli Stati di Progetto	179
8.19.	CAVO CANALAZZO	182
8.19.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	182
8.19.2.	Verifiche idrauliche	185
8.19.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	185
8.19.2.2	Scenari simulati.....	185
8.19.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	187
8.19.2.4	Risultati delle analisi negli Stati di Progetto	187
8.20.	FOSSETTA VECCHI	191
8.20.1.	Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo	191
8.20.2.	Verifiche idrauliche	194
8.20.2.1	Definizione delle portate di progetto.....	194
8.20.2.2	Scenari simulati.....	194
8.20.2.3	Risultati delle analisi nello Stato di Fatto.....	196
8.20.2.4	Risultati delle analisi negli Stati di Progetto	196
9.	FOSSI MINORI	200
9.1.	Definizione della portata di progetto	200
9.1.1.	Verifiche idrauliche	200
10.	INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA ED OPERE CONNESSE	204

ARC

AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA
IDRAULICA CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI
**RELAZIONE IDRAULICA PER LA RETE IDRICA GESTITA
DAL CONSORZIO DI BONIFICA BURANA**

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo dell'Autostrada Regionale Cispadana, ed in particolare dell'Asse autostradale compreso tra il casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 ed il casello di Ferrara Sud sulla A13 e si propone di definire le grandezze idrauliche di riferimento e, di conseguenza, di stabilire gli interventi e gli accorgimenti da adottare, al fine di garantire la compatibilità tra le infrastrutture di attraversamento dei corsi d'acqua consortili interferiti e gli ambienti di pertinenza degli stessi.

Questo percorso progettuale è stato coordinato e condiviso per quanto possibile con il Consorzio di Bonifica Burana, e tiene conto delle prescrizioni impartite durante la Conferenza dei Servizi sul Preliminare che si è conclusa con l'approvazione del Progetto Preliminare nel Dicembre 2011.

Il risultato finale consiste nell'aver rispettato:

- ❑ ogni singola sezione di deflusso di attraversamento per il transito di piene relative alla portata massima sostenibile del corso d'acqua (QMS) nel rispetto del Regolamento interno di polizia idraulica dell'Ente gestore;
- ❑ i franchi imposti tra i livelli idrometrici per piene prefissate e le dimensioni interne degli attraversamenti idraulici previsti,
- ❑ distanze minime dai cigli spondali per garantire le ordinarie operazioni di manutenzione da parte degli Enti preposti;
- ❑ le opere idrauliche di protezione all'imbocco e allo sbocco di ogni attraversamento stradale in progetto, inteso come difese spondali prolungamento tombini, coerentemente con quanto indicato dal Consorzio di Bonifica;
- ❑ la continuità e la conservazione della viabilità gestionale sia in caso di piena che di magra.

L'ambito territoriale scelto per l'analisi del sistema idrografico della rete dei canali gestiti dal Consorzio di Bonifica Burana ed è, quindi, quello definito dai bacini imbriferi le cui aste vengono interessate dall'opera in studio; essi appartengono interamente al bacino imbrifero del Fiume Po e più in particolare si interpongono tra i Fiumi Secchia e Panaro. Lo studio idrologico ed idraulico ha permesso di inquadrare il territorio interessato sotto il profilo delle sue caratteristiche idrografiche, con riferimento all'entità prevalente del bacino idrografico di riferimento.

Fanno parte integrante del Progetto Definitivo, oltre alla presente relazione generale, anche singole relazioni specifiche per ogni attraversamento dei corsi d'acqua principali e per i quali l'interferenza è stata risolta o con un ponte o con un viadotto.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Le analisi idrauliche, di seguito riportate, sono state condotte rispettando gli indirizzi e le prescrizioni riportate nella normativa di riferimento nazionale, elencata nell'elaborato PD_0_000_00000_0_GE_KT_01_A Elenco delle Normative di Riferimento.

Lungo tutto lo sviluppo dell'analisi e della progettazione idraulica in oggetto ci si è, inoltre, attenuti e riferiti a tutto l'insieme di indicazioni e prescrizioni (Norme di polizia idraulica) impartite dal Consorzio di Bonifica competente, con il quale è stato attivato un positivo confronto.

3. CRITERI GENERALI

3.1. ARTICOLAZIONE DELLO STUDIO

Lo studio idrologico-idraulico, nel suo complesso, si è articolato nelle seguenti fasi.

Fase 1^a: Definizione di un quadro conoscitivo di riferimento morfologico e idraulico

Scopo di questa fase è di predisporre uno strumento conoscitivo in grado di valutare le sollecitazioni idrauliche dei diversi corsi d'acqua nel tratto di interesse, intese quali idrogrammi di piena (livelli e portate), ricavate attraverso analisi idrologiche e processi di modellazione matematica, e le condizioni idrauliche al contorno, sia a monte che a valle, per quanto non espresso dagli eventuali dati idrometrici disponibili.

Il rilievo delle sezioni trasversali aggiornato al 2011/2012 proprio nell'ambito della presente progettazione definitiva, completato dai rilievi effettuati nel 2008 per il progetto preliminare, ha permesso, inoltre, di definire la geometria dei corsi d'acqua nei tratti oggetto di studio.

Fase 2^a: analisi idraulica dei corsi d'acqua artificiali

Il sistema dei corsi d'acqua artificiali comprende la rete idrografica canalizzata composta dai corsi d'acqua di scolo e di irrigazione afferenti al Consorzio della Bonifica o proprietà private che insistono sull'area attraversata. Il tracciato interferisce con canali che sono stati classificati come secondari sulla base della larghezza d'alveo a piano campagna $3m < B < 10m$, mentre se $B < 3m$ essi vengono classificati minori..

L'analisi idrologica ed idraulica, effettuata per i corsi d'acqua interferiti dalla viabilità in progetto, rispecchia le considerazioni fatte per i diversi ambiti territoriali esaminati, in quanto ciascuno di essi presenta peculiari caratteristiche morfologiche e climatologiche che modificano i parametri idrologici connessi alla formazione ed al deflusso delle piene. La particolare caratteristica dei corsi d'acqua di bonifica risiede proprio nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti; l'ambivalenza delle funzioni di scolo ed irrigazione rende non poco difficile l'analisi idrologica in quanto a rigori essi andrebbero studiati sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche tuttavia utilizzati, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive anche per irrigazione mantenendo alti i livelli in alveo e riducendo la capacità di assorbimento di eventi pluviometrici importanti.

Il criterio adottato, per individuare i livelli idrometrici da assumere a riferimento per la progettazione dei manufatti di attraversamento, è stato, quindi, quello di adottare come portata di riferimento quella massima sostenibile (Q_{ms}), determinata mediante modellazione matematica in moto permanente. È stata inoltre valutata una Q_{ms} incrementata del 30% per prendere in considerazione anche i possibili futuri afflussi meteorici dovuti i possibili incrementi delle superfici urbanizzate nel territorio oggetto di intervento o eventuali ricalibrature delle sezioni di deflusso. Nel caso dei canali pensili sono state impostate le verifiche anche

nell'ipotesi di adeguamento arginale lungo buona parte del tratto di corso d'acqua analizzato.

L'analisi idraulica, condotta mediante modellazione matematica in moto permanente, è stata condotta indagando e mettendo a confronto la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

Le dimensioni dei manufatti di attraversamento sono state definite in accordo con quanto impartito dal Consorzio di Bonifica in sede di CDS e comunque garantendo un franco d'aria almeno pari al 30% dell'altezza interna del tombino rispetto la portata di progetto.

Infine e nel caso in cui gli stessi corsi d'acqua fossero anche i recettori delle acque di scarico dai singoli impianti di depurazione, la verifica idraulica è stata altresì condotta per verificare l'impatto del contributo sui profili di rigurgito così ottenuti. L'obiettivo laminativo, che trova nel processo dell'invarianza idraulica la propria oggettivazione, è stato sempre impostato al fine di ridurre in maniera significativa questo incremento. In realtà l'imposizione restrittiva sui coefficienti idrometrici imposti dal singolo Consorzio fa sì che l'incremento del valore di portata non supera mai il 10% del valore complessivo ed è sempre contenuto nel criterio di invarianza imposto.

Per i corsi d'acqua minori, oltre alle verifiche dei singoli attraversamenti, è stata altresì condotta una mirata analisi volta a comprendere le interferenze che il corpo autostradale impatta sulla microcircolazione delle acque sia in termini distributivi (funzionali all'irrigazione) che scolanti. Il risultato dell'analisi consiste nell'aver individuato una prima rete di fossi di diverse dimensioni chiamati fossi di collegamento idraulico e che necessariamente dovranno essere poi integrati e corretti in sede di concertazione con i singoli proprietari terrieri in funzione delle specifiche richieste di conduzione agronomica dei terreni. Inoltre ed al fine di garantire sempre la continuità idraulica delle rete idrografica esistente, sono stati previsti tutta una serie di manufatti idraulici rappresentati da paratoie di diverse dimensioni, tubi irrigui in pressione contro-tubati e tombini per passi carrai e che nelle planimetrie di dettaglio in scala 1:2.000 sono stati inseriti in forma computistica.

Fase 3^a: progettazione delle opere di presidio idraulico

Sulla base delle risultanze delle analisi idrauliche si è, quindi, proceduto alla definizione delle opere di presidio idraulico necessarie a garantire sia l'ufficiosa idraulica delle strutture in progetto, che la compatibilità delle stesse con le dinamiche dei corsi d'acqua. Sono stati, inoltre, definiti gli accorgimenti e gli interventi necessari alla risoluzione delle interferenze con gli ulteriori elementi idraulici presenti. Per il progetto delle difese attive sono state privilegiate soluzioni di ingegneria a basso impatto ambientale, condivise con gli Enti preposti al governo del territorio.

4. L'APPLICAZIONE DEI MODELLI UTILIZZATI

4.1. IL MODELLO IDROLOGICO

Per la trasformazione Afflussi/Deflussi si è generalmente utilizzato il modello dinamico **SWMM (Storm Water Management Model)**. Esso è stato sviluppato e aggiornato dall'agenzia federale statunitense per la protezione dell'ambiente U.S. E.P.A, descrive quantitativamente la trasformazione delle piogge in deflussi superficiali sulla superficie di un bacino imbrifero ed in correnti idriche che confluiscono e si propagano lungo i collettori.

Matematicamente il processo è rappresentato dalla soluzione di un sistema di equazioni differenziali che governano il bilancio della massa liquida (equazione di continuità) e della corrispondente energia meccanica (equazione del moto) tanto per il deflusso che si sviluppa come lama d'acqua fluente sulla superficie di una area elementare per effetto della saturazione del suolo e del superamento della sua capacità di infiltrazione, quanto del deflusso che si sviluppa come corrente essenzialmente monodimensionale in ciascuno dei tronchi elementari costituenti i collettori drenanti. Oltre tali equazioni differenziali, il modello impone contemporaneamente, attraverso ulteriori equazioni, le condizioni al contorno, ed in particolare l'identità del livello in tutti gli estremi di canali che connettono lo stesso nodo, il legame tra livello raggiunto nei nodi, dimensione fisica delle confluenze e livelli idrici nei canali riceventi.

Le condizioni iniziali nel reticolo vengono invece calcolate sulla base delle condizioni al contorno che riguardano i riceventi e della portata iniziale in ogni condotto.

Per quanto riguarda il deflusso di superficie, il programma considera ogni area elementare utilizzata per la schematizzazione dell'intero bacino come un serbatoio non lineare con un singolo ingresso che rappresenta le precipitazioni, e con più uscite che rappresentano rispettivamente l'infiltrazione, l'evaporazione ed il deflusso superficiale. È quest'ultima la componente maggiormente rappresentativa nel caso presente.

La capacità del serbatoio non lineare rappresenta la capacità massima d'accumulo sulle superfici del bacino, fornita principalmente dai micro e macro avvallamenti delle superfici e dal velo d'acqua presente sulle superfici bagnate, d'altezza variabile durante l'evento di pioggia.

Nella logica del modello il deflusso superficiale ha inizio solo quando il volume d'acqua nel serbatoio supera la capacità d'accumulo superficiale, mentre l'infiltrazione (solo nella porzione permeabile della superficie) e l'evaporazione riducono continuamente il volume d'acqua accumulato nel serbatoio. L'infiltrazione viene modellata secondo il metodo CN del Soil Conservation Service (USA). Nei casi in cui l'infiltrazione e l'evaporazione risultino potenzialmente superiori alla precipitazione, il deflusso risulta ovviamente nullo. E' presente anche la componente di deflusso ipodermico e di base, derivante dalla schematizzazione della

regione sotterranea come due serbatoi non lineari interconnessi; tale elemento, introdotto quando si dispone di osservazioni in continuo delle piogge, può simulare anche gli scambi idrici fra falda freatica e corso d'acqua, ma riveste una importanza trascurabile nella simulazione di singoli eventi di piena, come quelli analizzati in questo studio, perché i tempi di risposta dei due serbatoi sotterranei eccedono largamente quelli del ruscellamento superficiale, fornendo un contributo al deflusso totale che diviene significativo solo in regime fluviale di morbida e magra.

Il processo appena descritto, elaborato dal modulo RUNOFF del programma, viene ripetuto per ogni area elementare schematizzata, e per ogni passo temporale in cui è necessario discretizzare l'intervallo di tempo durante il quale interessa simulare la trasformazione afflussi-deflussi e la propagazione della conseguente piena lungo il sistema drenante, tenendo conto delle confluenze secondo la struttura topologica della rete di scolo.

Il modulo RUNOFF è stato sviluppato per simulare sia la quantità che la qualità dei flussi in un bacino di drenaggio ed il loro propagarsi nelle condotte della rete. Assegnatogli uno ietogramma, il programma schematizza il bacino con una combinazione di sottobacini e di condotte e/o canali ideali, e procede a svolgere un'esaustiva analisi (neve disciolta, perdite da infiltrazione nelle aree pervie, ritenzione superficiale, flusso sul terreno e nelle condotte e/o canali), che permette di determinare gli idrogrammi ed i pollutogrammi nei vari nodi. Nello studio in questione si è analizzato il problema idrico solamente dal punto di vista quantitativo, non da quello qualitativo.

4.1.1. Evaporazione

L'evaporazione può essere inserita nel modulo RUNOFF sia direttamente, tramite una altezza cumulata per ciascun mese, sia a partire dalla serie temporale delle temperature.

L'evaporazione è sottratta all'altezza di pioggia caduta e/o acqua stagnante prima di calcolare l'infiltrazione e lo scorrimento superficiale. Il valore della precipitazione che il programma considera è quindi sempre quello netto a cui sono già state sottratte le perdite di evaporazione.

Sebbene nel modulo RUNOFF evaporazione e infiltrazione siano sommate per formare un unico valore di perdita per i calcoli nei sottobacini, totali separati sono mantenuti nel controllo generale della continuità.

4.1.2. Infiltrazione

Per l'infiltrazione nelle aree pervie SWMM consente di scegliere tra 3 modelli: Horton, Green-Ampt e Curve Number. Il modello empirico di Horton è frequentemente utilizzato. Molti idrologi hanno una "sensibilità" per i tre parametri richiesti, nonostante la documentazione al riguardo sia molto scarsa. Sebbene nella sua formulazione classica l'equazione possa essere utilizzata solo qualora l'intensità di precipitazione ecceda la capacità di infiltrazione, le modifiche apportate in SWMM al modello permettono di superare questa deficienza.

Alternativamente l'equazione di Green-Ampt è un modello fisico che può consentire una buona descrizione del processo di infiltrazione. Nella formulazione di Mein-Larson il modello può anche essere applicato in caso di intensità di precipitazione inferiore alla capacità di infiltrazione all'inizio dell'intervallo temporale.

4.1.3. Propagazione del flusso superficiale

Il modulo RUNOFF rappresenta l'inizio della generazione del flusso in SWMM. Ciascun sottobacino viene suddiviso in tre sottoaree che simulano le aree impermeabili, con e senza depressioni superficiali, e l'area permeabile, con depressioni superficiali. La profondità delle depressioni superficiali è un dato di input (parametro denominato WSTORE) per le aree impermeabili e permeabili di ciascun sottobacino.

Il flusso superficiale è generato da ciascuna delle tre aree approssimandole a serbatoi non-lineari, ai quali non viene assegnata alcuna forma specifica. Tuttavia, se la larghezza del sottobacino, W , è considerata come vera larghezza del flusso superficiale, allora l'area si comporterà come un bacino rettangolare. Altrimenti, la larghezza (come anche la pendenza e la scabrezza) possono essere considerati come parametri di calibrazione. Il serbatoio non-lineare è definito combinando l'equazione di continuità con quella di Manning.

L'equazione di continuità, applicata a ciascuna sottoarea:

$$\frac{dV}{dt} = A \frac{dd}{dt} = Ai^* - Q$$

dove $V = A \cdot d$ = volume di acqua nella sottoarea, m^3

d = altezza della lama d'acqua, m ,

t = tempo, s ,

A = area del sottobacino, m^2

i^* = eccedenza di precipitazione = intensità di precipitazione /neve disciolta meno tasso di evaporazione e/o infiltrazione(m/s),

Q = velocità del flusso, m^2/s ,

si coniuga con l'equazione di Manning per il flusso:

$$Q = W \frac{1.49}{n} (d - d_p)^{5/3} S^{1/2}$$

dove W = larghezza del sottobacino, m ,

n = coefficiente di scabrezza di Manning,

d = altezza della lama d'acqua, m ,

S = pendenza del sottobacino, m/m .

Queste due equazioni sono combinate in una equazione differenziale non lineare, che può essere risolta rispetto ad un'incognita, l'altezza, d .

$$\frac{dd}{dt} = i^* - \frac{1.49 \cdot W}{A \cdot n} \cdot (d - d_p)^{5/3} S^{1/2} = i^* + WCON \cdot (d - d_p)^{5/3}$$

dove:

$$WCON = \frac{1.49 \cdot W \cdot S^{1/2}}{A \cdot n}$$

Si noti il raggruppamento della larghezza, pendenza e scabrezza in un unico parametro.

L'equazione dd/dt è risolta per ciascun intervallo temporale con un semplice schema alle differenze finite. A questo scopo, nel lato destro dell'equazione si deve considerare il flusso medio netto in ingresso ed in uscita nell'intervallo di tempo. L'intensità di precipitazione, i^* , è considerata nel programma come media nell'intervallo di tempo. Il flusso medio è approssimato calcolandolo come media tra le vecchie e le nuove altezze. Quindi, denotando coi pedici 1 e 2 rispettivamente l'inizio e la fine dell'intervallo temporale, l'equazione si approssima:

$$\frac{d_2 - d_1}{\Delta t} = i^* + WCON \cdot \left[d_1 + \frac{1}{2}(d_2 - d_1) - d_p \right]^{5/3}$$

dove Δt = intervallo di tempo, (s).

Questa equazione è poi risolta in d_2 usando un'iterazione di Newton-Raphson.

Dato d_2 , il flusso istantaneo alla fine dell'intervallo temporale, $WFLOW$ è calcolato tramite l'equazione di Manning. Il flusso in uscita istantaneo è anche il valore del flusso che viene trasferito ai successivi moduli di SWMM.

Nonostante la soluzione dell'equazione alle differenze finite sia immediata e semplice, delle peculiarità esistono nel modo in cui alcuni parametri per le singole sottoaree (A1, A2 e A3) vengono specificate. In particolare, solo due valori di $WCON$ sono calcolati, uno per l'area permeabile ed uno per l'intera area impermeabile. Così, per il calcolo delle altezze nelle sottoaree impermeabili A1 e A3 si utilizza il medesimo $WCON$, ottenuto utilizzando l'area impermeabile totale. Tuttavia, il flusso istantaneo è calcolato usando l'area individuale di ciascuna sottoarea (ad esempio A1 o A3). L'influenza netta per le sottoaree A1 e A3 è ottenuta riducendo le larghezze in proporzione a $A1/(A1+A3)$ o $A3/(A1+A3)$. Test numerici di questo schema confrontati con uno che utilizza aree individuali (con larghezze proporzionali) nel parametro $WCON$, indicano che si ha un risultato che può essere ritenuto soddisfacente.

Prima di eseguire questi calcoli, il programma verifica se le perdite sono maggiori dell'altezza della precipitazione più le riserve di acqua. In tal caso, le perdite (evaporazione più infiltrazione) assorbono tutta l'acqua ed il flusso è nullo. Similmente, se le perdite da sole sono sufficienti ad abbassare il livello dell'acqua

al di sotto delle depressioni superficiali, la nuova altezza è calcolata solo su questa base ed il deflusso è nullo.

Lo schema computazionale si è dimostrato abbastanza stabile. L'unico caso in cui si verificano problemi di non-convergenza (oppure un tentativo di calcolare un'altezza negativa) è quando le sottoaree sono molto piccole (pochi metri quadrati) unite a intervalli temporali molto grandi (ad esempio dieci minuti). Qualora il programma segnali un messaggio di non convergenza, normalmente si può eliminare il problema aumentando l'area in questione o riducendo l'intervallo temporale.

La propagazione dei flussi generati è stabilita separatamente per ciascuna delle tre sottoaree del sottobacino.

Il flusso superficiale è calcolato come il prodotto della velocità per altezza e larghezza, (dall'equazione di Manning (3.2) basata sulla differenza tra l'altezza totale e le depressioni superficiali).

Si noti che larghezza, pendenza e coefficiente di scabrezza di Manning sono combinati in unico parametro. Così, cambiamenti equivalenti possono essere apportati alterando uno qualsiasi dei tre parametri. Si noti anche che la larghezza e la pendenza sono uguali per le aree permeabili ed impermeabili. Il coefficiente di scabrezza di Manning e l'area relativa sono gli unici parametri disponibili per il modellatore per caratterizzare il contributo delle aree permeabili ed impermeabili nell'idrogramma di uscita.

I flussi calcolati nel modulo RUNOFF e trasferiti ai moduli successivi sono valori istantanei al tempo finale dell'intervallo.

4.1.4. I flussi sotterranei

La componente sotterranea simula due zone – una superiore (insatura) ed una inferiore (satura). Il flusso dalla zona insatura a quella satura è regolata da un'equazione di percolazione nella quale i parametri possono essere sia stimati che calibrati, in base alla disponibilità dei dati. L'unico flusso in entrata è l'infiltrazione calcolata dal modulo RUNOFF. L'evapotraspirazione nella zona superiore risulta l'unica causa di perdite nella zona insatura. Perdite e deflusso dalla zona inferiore possono avvenire tramite percolazione profonda, evapotraspirazione, e scorrimento sotterraneo. Il flusso sotterraneo è una funzione della tavola d'acqua ed eventualmente dell'altezza dell'acqua nel corso d'acqua di drenaggio.

Lo scorrimento sotterraneo rappresenta il flusso laterale dalla zona satura al corso d'acqua ricevente. L'equazione del flusso assume la seguente formula generale:

$$GWFLW = A1 \cdot (D1-BC)B1 - TWBC + A3 \cdot D1 \cdot BC$$

e

$$TWFLW = A2 \cdot (TW-BC) B2$$

dove GWFLW = velocità del flusso sotterraneo all'inizio dell'intervallo temporale (per area del sottobacino)

TWFLW = influenza della velocità del flusso dell'acqua del corso d'acqua all'inizio dell'intervallo temporale (per area del sottobacino),

A1, A2, A3 = coefficienti di influenza del flusso sotterraneo e del corso d'acqua,

B1, B2 = esponenti di influenza del flusso sotterraneo e dell'acqua nel corso d'acqua,

D1 = altezza della zona inferiore all'inizio dell'intervallo temporale,

BC = altezza del fondo del corso d'acqua,

TW = altezza dell'acqua nel corso d'acqua.

Se D1 è minore di BC o TW, GWFLW è posto uguale a zero. Inoltre se TW = BC e B2 = 0, allora la forma indeterminata zero elevato a zero è posta uguale a uno dal programma.

Poiché il flusso sotterraneo può avere notevoli dimensioni, un flusso medio è calcolato iterativamente ad ogni intervallo temporale. I flussi sotterranei possono essere indirizzati a qualsiasi nodo del reticolo drenante o a qualsiasi tratto fluviale, permettendo di isolare i vari componenti dell'idrogramma totale. Quindi il flusso sotterraneo non deve necessariamente essere indirizzato alla stessa destinazione del flusso superficiale di ogni sottobacino. L'influsso dell'acqua nel corso d'acqua sul flusso sotterraneo può essere trattato in due modi distinti. La prima opzione prevede che l'altezza dell'acqua nel corso d'acqua, TW, risulti una costante maggiore od uguale al valore dell'altezza del fondo del corso d'acqua, BC, e che A2, B2 e/o A3 abbiano valori maggiori di zero. La scelta di questo metodo equivale a specificare una influenza media dell'acqua nel corso d'acqua per tutto lo scorrimento da usare per ciascun intervallo temporale. La seconda opzione fissa l'altezza dell'acqua nel canale o fiume, TW, uguale al reale valore del tirante nel tratto considerato. Per questa impostazione, il flusso sotterraneo deve essere indirizzato ad un corso d'acqua e non ad un nodo. L'altezza idrica nel corso d'acqua (TW-BC) è poi determinata per ogni intervallo temporale come l'altezza al precedente intervallo temporale. L'altezza all'inizio dell'intervallo temporale deve essere utilizzato per evitare iterazioni complesse e lunghe nella combinazione con l'equazione della portata del corso d'acqua. A causa di questo compromesso, l'acqua sotterranea può "pulsare" all'oscillare di D1 appena sopra e sotto di TW. Questa pulsazione può introdurre errori nella continuità ed, ovviamente, non è rappresentativa del sistema reale. Intervalli temporali più corti e canali più larghi o meno pendenti (riducendo così la risposta del corso d'acqua) possono essere utilizzati per ridurre le pulsazioni. Infine, la selezione di A1, B1, A2, B2, e A3 deve essere fatta con cautela affinché GWFLW non diventi negativo. Nonostante questo possa accadere nel sistema reale, indicando un ricaricamento dal corso d'acqua, non esiste attualmente modo per rappresentare questo flusso contrario e sottrarlo dal corso d'acqua. Un modo per eludere questo è rendere A1 più grande o uguale ad A2 e B1 più grande o uguale a B2, e B3 uguale a zero.

4.2. IL MODELLO PER LA PROPAGAZIONE DELL'ONDA DI PIENA

L'analisi idrodinamica è stata condotta mediante modellazione numerica dei canali, dove la ricostruzione in formato digitale delle rispettive morfologie dell'alveo, delle eventuali arginature e delle aree limitrofe si è basata sia sul rilievo topografico realizzato appositamente nell'ambito del presente progetto definitivo, che sui rilievi effettuati.

Il confronto tra le dinamiche idrauliche nello stato di fatto ed in quello di progetto, che prevede la realizzazione del tracciato stradale e delle relative opere accessorie, ha consentito di evidenziare sia il funzionamento attuale dei corsi d'acqua, sia l'influenza sugli stessi apportata dall'infrastruttura in esame. Tali influenze si riconducono soprattutto in termini di alterazioni dei profili di rigurgito e di velocità della corrente, mentre dalla prima parte delle analisi modellistiche si desumono i vincoli geometrici che le opere di attraversamento devono rispettare in termine di sezione di deflusso del manufatto.

Il modello adottato per le simulazioni matematiche effettuate, integra numericamente le equazioni differenziali del moto vario per correnti monodimensionali gradualmente variate. L'ipotesi di monodimensionalità è ampiamente giustificata nella grande maggioranza dei tratti dei corsi analoghi a quelli in esame; essa risulta poco corretta solo in corrispondenza di brusche variazioni nella geometria della sezione liquida trasversale, ma in tali circostanze il raffittimento del rilievo geometrico limita le possibili fonti di imprecisione.

Il modello utilizzato, è **HEC-RAS River Analysis System, elaborato dall'Hydrologic Engineering Center dell' US Army Corps of Engineers degli U.S.A. (versione 4.1.0).**

Si tratta di uno strumento d'applicabilità molto ampia, largamente utilizzato presso Enti Pubblici e Privati negli Stati Uniti e in oltre 40 nazioni, ed ormai adottato anche da molti Enti Pubblici Italiani.

Il modello è stato progettato per contenere vari moduli di analisi idraulica monodimensionale: analisi di moto permanente, analisi del moto vario, analisi del trasporto solido in letto mobile. Tra le diverse componenti quella utilizzata nel presente studio consiste nell'algoritmo di calcolo idraulico per la determinazione delle variazioni della portata, della velocità, della larghezza del pelo libero della corrente e di altre caratteristiche idrauliche del moto durante la propagazione verso valle della corrente idrica di portata nota, per effetto della capacità di laminazione naturale dell'alveo, della sua resistenza d'attrito, della presenza di opere interagenti con la corrente (ponti e traverse).

Il modello, calcola i profili di moto vario per corsi d'acqua monodimensionali in regime di corrente lenta, veloce o mista. Il programma, è in grado di calcolare e gestire i profili per una rete di canali naturali o artificiali in un sistema ad albero od a singolo ramo. Le relazioni fondamentali della formulazione matematica sono le equazioni dei moti permanenti nell'espressione classica dell'equazione monodimensionale dell'energia secondo Manning. Le perdite valutate sono quelle d'attrito (secondo Manning), valutate per le diverse parti della sezione trasversale (canale centrale, sponde laterali, golene e

parti di golene), e quelle causate dalla contrazione o espansione delle sezioni (tramite un coefficiente che moltiplica la variazione dell'altezza cinetica). L'equazione della quantità di moto è utilizzata nei punti dove il profilo del pelo libero subisce brusche variazioni ovvero in regime misto nel passaggio da corrente veloce a corrente lenta oppure, in corrispondenza di ponti, traverse e sottopassi o alla confluenza di più rami di una rete.

Il modello richiede, oltre alla geometria generale del corso d'acqua, profili e sezioni trasversali, i dati di portata in ingresso nella prima sezione di monte ed, eventualmente in tutte le sezioni dove sono disponibili dati di portata, ed infine le condizioni al contorno dipendenti dal regime di moto della corrente.

L'equazione generale dell'energia è la seguente:

$$Y_2 + Z_2 + \alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} + h_e$$

dove:

- Y_1, Y_2 altezza idrometrica nella sezione 1 e 2,
- Z_1, Z_2 quota del fondo alveo nelle sezioni 1 e 2,
- V_1, V_2 velocità medie (portata totale/area bagnata) nelle sezioni 1 e 2,
- α_1, α_2 coefficienti di velocità,
- h_e perdita di carico nel tratto 1-2.

La perdita di carico tra due sezioni trasversali è calcolata come somma delle perdite distribuite per attrito e di quelle concentrate per effetto di contrazioni o allargamenti bruschi di sezione secondo l'equazione:

$$h_e = LS_f + C \left(\alpha_2 \frac{V_2^2}{2g} - \alpha_1 \frac{V_1^2}{2g} \right)$$

dove:

- L distanza pesata, in funzione della portata, tra le due sezioni trasversali 1 e 2,
- S_f pendenza motrice tra le sezioni 1 e 2,
- C coefficiente di perdita di carico per contrazione o allargamento di sezione.

La pendenza d'attrito S_f è valutata secondo l'espressione di Manning:

$$S_f = n^2 Q|Q| / (A^2 R^{4/3})$$

dove n è il coefficiente di resistenza di Manning (che vale anche $n=1/c$ con c di Gauckler-Strickler) ed R è il raggio idraulico.

L'equazione differenziale del moto viene integrata per via numerica, attraverso un insieme di fasi iterative che vengono ripetute più volte per affinarne la risoluzione; per la determinazione dei profili è quindi

necessario fornire le condizioni iniziali di portata in ingresso e le condizioni al contorno in funzione del regime di moto.

La procedura di calcolo per la determinazione del profilo idraulico per portata assegnata, richiede i seguenti dati:

- descrizione completa del tronco fluviale, costituita dalla rappresentazione geometrica delle sezioni di rilievo trasversali e relativo loro posizionamento plano-altimetrico;
- descrizione geometrica di opere trasversali (ponti e relativi rilevati di accesso, tombini scatoari, traverse fluviali, soglie di fondo, briglie etc.) e/o longitudinali in alveo;
- caratterizzazione della resistenza al moto in alveo e golene mediante la definizione del coefficiente di scabrezza di Manning;
- definizione dei coefficienti di contrazione/espansione, per effetto di perturbazioni offerte al moto da parte di opere trasversali presenti in alveo;
- definizione del tipo di moto (corrente lenta o veloce) nel tronco fluviale;
- condizione al contorno di partenza del calcolo del profilo secondo tre possibili metodologie:
- introduzione di una altezza d'acqua nota di valle o di monte, a seconda che il moto avvenga in corrente lenta o veloce,
- calcolo eseguito a partire dall'altezza critica,
- calcolo eseguito a partire dalla pendenza di fondo alveo.

Il calcolo del rigurgito prodotto dagli attraversamenti viene eseguito secondo diversi metodi :

- Equazione di Yarnell;
- Metodo di conservazione della quantità di moto.

5. AMBITO DI RIFERIMENTO

5.1. IL COMPENSORIO DI BONIFICA

L'attuale Consorzio della Bonifica Burana nasce il 1° ottobre 2009 dall'unificazione tra l'ex Consorzi o di bonifica Burana-Leo-Scoltenna-Panaro e parte della pianura bolognese, quella in sinistra Samoggia, prima gestita dal Consorzio della bonifica Reno Palata.

Il comprensorio del Consorzio della Bonifica Burana, ricadente nel bacino idrografico del fiume Panaro, dal crinale toscano-emiliano arriva fino al Po in Lombardia ed è delimitato ad est dal fiume Secchia e ad ovest dal torrente Samoggia. Il comprensorio consortile ricade oggi in 58 comuni delle province di Modena, Mantova, Ferrara, Bologna e Pistoia per una superficie di 242.532 ettari.

Dell'intero comprensorio, circa 80.000 ha ricadono nella parte montana, mentre i rimanenti 162.000 ha si estendono nella porzione di pianura. Di quest'ultimi oltre 75.000 sono a scolo meccanico.

Il reticolo di bonifica attuale drena le acque di scolo delle aree agricole e collettate dai sistemi fognari dei centri urbani, sino a riversarle all'interno dei canali artificiali per poi convogliarle al fiume Panaro, al fiume Po ed al mare Adriatico, secondo lo schema di seguito esposto.

Nel territorio del Consorzio di Burana il punto nevralgico in cui confluiscono le acque raccolte dalla fitta rete di canalizzazione è Bondeno. Attraverso l'impianto di scolo S. Bianca l'acqua dei terreni e dei centri urbani della parte alta del comprensorio di pianura confluisce nel Diversivo di Burana e viene scaricata nel Panaro.

Le acque della parte più depressa del comprensorio vengono invece incanalate nel Collettore di Burana, e attraverso la Botte Napoleonica, sottopassano a gravità il fiume Panaro per raggiungere il mare Adriatico; per mezzo dell'impianto idrovoro Pilastresi l'acqua che la Botte Napoleonica non è in grado di scolare naturalmente viene pompata direttamente in Po.

L'approvvigionamento idrico del comprensorio consortile è, invece, garantito da impianti e chiaviche di derivazione che prelevano l'acqua dai fiumi Po, Panaro e Secchia. Attraverso impianti di sollevamento, canali, canalette irrigue ed impianti pluvirrigui l'acqua viene distribuita capillarmente su un territorio di 87.755 ettari.

Sul fiume Po gli impianti di derivazione sono il Sabbioncello a Quingentole, che distribuisce acqua alla parte alta della pianura e Pilastresi a Bondeno, che assicura l'acqua alla parte orientale della provincia ferrarese. L'acqua destinata all'irrigazione dell'area collinare e di alta pianura viene invece derivata dal fiume Secchia dalla Presa del Canale Maestro o di Modena a Sassuolo, dalla Chiavica Secchia a Bomporto, dal fiume Panaro dalla Presa del Canale S. Pietro a Vignola, nonché dagli impianti Bagazzano e Campazzo a Nonantolae Casoni e Picozza a Ravarino.

La rete di infrastrutture e canali realizzate e gestite dal consorzio in esame comprendono numerose opere, tra cui 1655 km di canali promiscui con funzione di scolo, 601 km di canali di irrigazione, 52 impianti di sollevamento, 7 impianti di scolo e 44 impianti irrigui .

Il tracciato in progetto interessa la porzione centrale di pianura del comprensorio, caratterizzato da una morfologia piatta sulla quale si ergono i modesti rilevati naturali dei dossi di pianura ed artificiali delle arginature o rilevati infrastrutturali, strade e ferrovie. Analogamente ai comprensori attigui, la campagna è prevalentemente destinata a seminativi con presenza di frutteti e vigneti ed altre colture arboree, con frequente presenza di centri abitati.

Il territorio è soggetto ad un clima continentale temperato tipico della pianura padana tuttavia con influenze, soprattutto nella parte di alta pianura, del clima sublitoraneo appenninico dominato da due massimi e due minimi di precipitazione.

Quasi tutti i canali principali attraversati dal tracciato autostradale in esame, tra cui il Canale Sabbioncello, presentano nel tratto di interesse una sezione con alveo in scavo e arginature assenti o di altezza modesta (inferiore al metro).

5.2. IL TRACCIATO AUTOSTRADALE

Il tracciato dell'autostrada regionale Cispadana si sviluppa per circa 67,700 km in territorio di bassa pianura la cui morfologia si presenta monotona deprimente verso nord est e sulla quale si evidenziano alcuni rilievi naturali costituiti dai dossi di pianura, in genere con orientamento nord-sud, originati dalle antiche esondazioni dei corsi d'acqua e fluttuazioni d'alveo che hanno modellato la pianura in alternanza di dossi e valli, oggi non sempre riconoscibili, i primi caratterizzati da suoli sabbiosi e talvolta ghiaiosi le seconde caratterizzate da depositi alluvionali di limi ed argille. Altri elementi di rilievi di origine artificiale sono le arginature dei principali corsi d'acqua e dei rilevati infrastrutturali e le incisioni dei canali di scolo e bonifica.

Gli elementi morfologicamente più significativi sono i corpi idrici principali attraversati dall'autostrada: il fiume Secchia ed il Fiume Panaro essi suddividono il territorio in tre ambiti idrologicamente omogenei tutti appartenenti al bacino idrografico del Po.

La nuova autostrada prevede quattro nuove autostazioni e due aree di servizio, oltre a due svincoli di interconnessione con le autostrade A22 ed A13, posti all'inizio e alla fine del raccordo autostradale in progetto. Il collegamento alle due autostrade esistenti prevede la ricollocazione dello svincolo di autostazione di Reggiolo-Rolo sull'A22 e la riconfigurazione dello svincolo di autostazione Ferrara Sud sull'A13.

La nuova arteria autostradale, con esclusione di interconnessioni e svincoli, si sviluppa per il 34% in rettilineo, per il 29% in raccordo circolare e per il restante 37% in raccordo clotoideale.

CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	LUNGHEZZA (m)	%
Totale asse (escluse interconnessioni e svincoli)	64'666.12	100
Tratto in rettilineo	21'865.73	34
Tratto in raccordo clotoideale	24'161.51	37
Tratto in raccordo circolare	18'638.88	29

TABELLA 5-1: CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA

Planimetricamente il tracciato è caratterizzato da raggi di curvatura che consentono di ripercorrere, fondamentalmente, la geometria predisposta dallo Studio di fattibilità della Regione Emilia-Romagna per il tracciato della nuova Autostrada Regionale Cispadana. Il raggio planimetrico minimo è di 806 m in prossimità dell'interconnessione con l'autostrada A22. Tutte le curve sinistrorse di raggio inferiore a 2.300 m prevedono l'incremento della banchina interna per garantire la distanza di visibilità per l'arresto alla velocità di progetto $V_{pmax}=140$ km/h.

La pendenza trasversale massima in curva è pari al 7%, mentre in rettilineo è sempre garantita la pendenza del 2,5% per consentire il corretto deflusso delle acque di piattaforma.

Altimetricamente l'autostrada si configura per il 41% del suo sviluppo in rilevato basso (denominato a raso), cioè con altezza inferiore a 2,5 m rispetto al piano campagna. Per il 53% in rilevato (altezze superiori ai 2.5 m rispetto al piano campagna), per il 4% in viadotto e per il restante 2% al di sotto del piano campagna (in trincea). L'altezza di rilevato massima è in corrispondenza degli scavalchi ferroviari ed è pari a 11,50 m.

CONFIGURAZIONE ALTIMETRICA	LUNGHEZZA (m)	%
Totale asse	64'666.12	100
Tratto a raso ($H < 2.50$)	26'385.02	41
Tratto in rilevato ($H > 2.50$)	34'207.57	53
Tratto in Viadotto	2'854.48	4
Tratto in Trincea Confinata	1219.05	2

TABELLA 5-2: CONFIGURAZIONE ALTIMETRICA

6. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE

6.1. INDAGINI PLUVIOMETRICHE ED IDROMETRICHE

L'area presa a riferimento, caratterizzata da omogeneità idrologica, è quella compresa tra la via Emilia ed il Fiume Po lungo l'orientamento nord-sud e tra Parma e Ferrara lungo l'orientamento ovest-est; si tratta di un'area estesa, ma che presenta omogeneità climatica essendo tutta appartenente alla Pianura Padana a sud del Po e tutta limitata a sud dalla catena appenninica che la separa dai regimi climatici tirrenici.

Nell'ambito dello studio sono state prese in esame numerose stazioni pluviometriche, ricadenti all'interno dell'intera area afferente al progetto dell'Autostrada Regionale Cispadana e delle Viabilità di Adduzione.

Per tali stazioni sono stati preliminarmente rilevati i valori di pioggia caratteristici; successivamente sono state scelte le stazioni maggiormente rappresentative per singolo areale sotteso e soprattutto dotate di un numero sufficiente di dati per determinare le curve di possibilità pluviometriche. Nonostante l'omogeneità idrologica, sono state determinate curve di possibilità pluviometriche nell'intorno del corridoio autostradale, con ragguaglio all'area attraverso il metodo dei topoi e quindi con discretizzazione su tratti di 4 km a variabilità ovest-est.

TABELLA 6-1: STAZIONI PLUVIOMETRICHE UFFICIALI RICADENTI ALL'INTERNO DELL'AREA DI STUDIO

CODICE	STAZIONE	GESTIONE	LOCALITA	COMUNE	PROV.	X_Gauss_Bo	Y_Gauss_Bo	STRUMENTO	BACINO
SP_01	FIDENZA	ARPA Emilia-Romagna	Coduro - via Vittorio Veneto	Fidenza	(PR)	1584484.25	4967975.19	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Taro
SP_02	ZIBELLO	ARPA Emilia-Romagna	Ardola	Zibello	(PR)	1588670.48	4985548.15	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Taro
SP_03	STAGNO	ARPA Emilia-Romagna	Stagno	Roccabianca	(PR)	1596501.68	4983327.25	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Taro
SP_04	PARMA UNIVERSITA'	ARPA Emilia-Romagna	via Strela	Parma	(PR)	1603936.61	4961898.84	Pr: pluviometro registratore	Parma
SP_05	GAINAGO	ARPA Emilia-Romagna	Gainago	S.Polo Torrile	(PR)	1608983.67	4970975.01	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Parma
SP_06	CASALMAGGIO RE	ARPA Lombardia	via Volta	Casalmaggiore	(CR)	1612566.00	4981813.00	Pr: pluviometro registratore	Oglio-Adda
SP_07	CASTELNOVO SOTTO	ARPA Emilia-Romagna	Castelnuovo Sotto	Castelnuovo S.	(RE)	1624687.44	4965868.82	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Enza e Crostolo
SP_08	POVIGLIO	ARPA Emilia-Romagna	Poviglio	Poviglio	(RE)	1621481.57	4966353.40	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Enza e Crostolo



CODICE	STAZIONE	GESTIONE	LOCALITA	COMUNE	PROV.	X Gauss Bo	Y Gauss Bo	STRUMENTO	BACINO
SP_09	BORETTO	ARPA Emilia-Romagna	Boretto	Boretto	(RE)	1623122.84	4973513.31	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Enza e Crostolo
SP_10	S.MATTEO CHIAVICHE	ARPA Lombardia	S.Matteo	S.Matteo	(MN)	1627572.00	4986175.00	Pr: pluviometro registratore	Oglio
SP_11	NOVELLARA	ARPA Emilia-Romagna	Sirona	Novellara	(RE)	1636617.00	4967230.00	P: pluviometro comune	Pianura fra Crostolo e Secchia
SP_12	SUZZARA	ARPA Emilia-Romagna	Suzzara	Suzzara	(MN)	1637661.59	4983413.36	P: pluviometro comune	Pianura fra Crostolo e Secchia
SP_13	REGGIOLO	ARPA Emilia-Romagna	Reggiolo	Reggiolo	(RE)	1642437.31	4975183.96	P: pluviometro comune	Pianura fra Crostolo e Secchia
SP_14	CORREGGIO	ARPA Emilia-Romagna	Correggio	Correggio	(RE)	1640303.01	4955778.57	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Crostolo e Secchia
SP_15	CARPI	ARPA Emilia-Romagna	Carpi	Carpi	(MO)	1647876.65	4958203.44	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Crostolo e Secchia
SP_16	SAINO DI PEGOGNAGA	ARPA Emilia-Romagna	Pegognaga	Pegognaga	(MN)	1646582.80	4983981.05	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Crostolo e Secchia
SP_17	ALBARETO	ARPA Emilia-Romagna	Albareto	Modena	(MO)	1654961.78	4951545.41	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_18	PONTE BACCELLO	ARPA Emilia-Romagna	Sorbara	Soliera	(MO)	1657265.94	4956647.57	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_19	CAVEZZO	ARPA Emilia-Romagna	Cavezzo	Cavezzo	(MO)	1658264.15	4969509.25	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_20	MIRANDOLA	ARPA Emilia-Romagna	Mirandola	Mirandola	(MO)	1659177.35	4972096.84	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_21	SAN FELICE SUL PANARO	ARPA Emilia-Romagna	San Felice sul Panaro	San Felice sul Panaro	(MO)	1667997.20	4965645.81	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_22	FINALE EMILIA	ARPA Emilia-Romagna	Finale Emilia	Finale Emilia	(MO)	1677956.10	4964765.86	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_23	POGGIO RUSCO	ARPA Emilia-Romagna	Poggio Rusco	Poggio Rusco	(MO)	1666969.06	4982502.19	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_24	MOGLIA DI SERMIDE	ARPA Emilia-Romagna	Moglia	Sermide	(MN)	1678789.00	4987404.00	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_25	VALLAZZA	ARPA Emilia-Romagna	Carbonara	Carbonara di Po	(MN)	1673397.21	4989740.87	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Secchia e Panaro



CODICE	STAZIONE	GESTIONE	LOCALITA	COMUNE	PROV.	X Gauss Bo	Y Gauss Bo	STRUMENTO	BACINO
SP_26	SOLARA	ARPA Emilia-Romagna	Solara	Bomporto	(MO)	1678092.35	4959846.84	Pr: pluviometro registratore	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_27	CHIAVICHETTA	ARPA Emilia-Romagna	Viarovere	Finale Emilia	(MO)	1679132.95	4972314.56	P: pluviometro comune	Pianura fra Secchia e Panaro
SP_28	S.AGATA BOLOGNESE	ARPA Emilia-Romagna	Crevalcore	Sant'Agata B.	(BO)	1669894.62	4951127.56	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Panaro
SP_29	RAVARINO	ARPA Emilia-Romagna	Ravarino	Ravarino	(MO)	1667654.40	4958910.92	P: pluviometro comune	Panaro
SP_30	BAGNO IN PIANO	ARPA Emilia-Romagna	Bagno di Piano	Sala Bolognese	(BO)	1680082.51	4948117.61	Pr: pluviometro registratore	Reno (Samoggia)
SP_31	MALALBERGO	ARPA Emilia-Romagna	Malalbergo	Malalbergo	(BO)	1700250.67	4954606.55	Pr: pluviometro registratore	Reno (Idice)
SP_32	SALVATONICA	ARPA Emilia-Romagna	Salvatonica	Bondeno	(FE)	1692548.45	4977646.93	Pr: pluviometro registratore	Pianura fra Po e Reno
SP_33	S.AGOSTINO	ARPA Emilia-Romagna	S.Agostino	S.Agostino	(FE)	1688139.32	4962802.95	Pr: pluviometro registratore	Pianura fra Po e Reno
SP_34	FERRARA	ARPA Emilia-Romagna	Ferrara	Ferrara	(FE)	1707124.12	4967495.55	Pr: pluviometro registratore	Pianura fra Po e Reno
SP_35	COPPARO	ARPA Emilia-Romagna	Copparo	Copparo	(FE)	1722632.47	4977345.50	RP: stazione dotata di radiotrasmettitor e	Pianura fra Po e Reno
SP_36	BENVIGNANTE	ARPA Emilia-Romagna	Benvignante	Argenta	(FE)	1718411.94	4949591.27	Pr: pluviometro registratore	Pianura fra Po e Reno

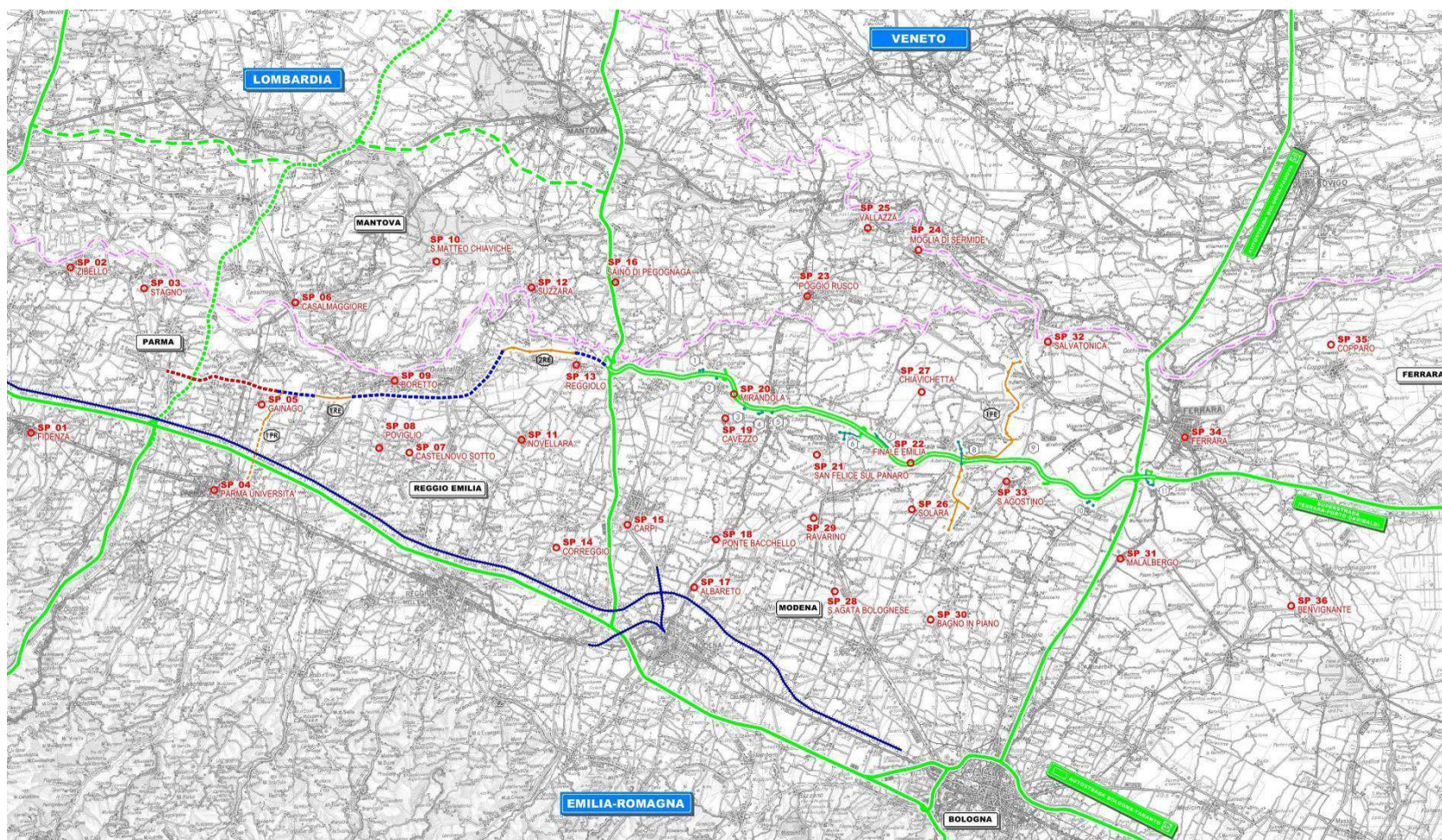


FIGURA 6-1: PLANIMETRIA DELLE STAZIONI PLUVIOMETRICHE UFFICIALI RICADENTI ALL'INTERNO DELL'AREA DI STUDIO

Per la caratterizzazione idrologica si è intesa la determinazione diretta o indiretta delle sollecitazioni di deflusso che interessano i corsi d'acqua di studio; tali sollecitazioni derivano, in condizioni naturali, dalla risultanza del processo di trasformazione afflussi in deflussi dove la portata idrica nel corso d'acqua è la risultante delle precipitazioni depurate delle perdite per evaporazione, traspirazione ed infiltrazione. Nell'ambito di studio tali valutazioni sono state possibili solo per i corsi d'acqua naturali, Enza, Secchia e Panaro, in quanto caratterizzati da un bacino di scolo a comportamento naturale. Viceversa i comprensori di bonifica sono caratterizzati da elementi idrografici canalizzati dove il regime di scolo si sovrappone a quello di irrigazione e dove il deflusso delle acque artificiali è spesso gestito attraverso paratoie, chiaviche e soprattutto attraverso sollevamenti meccanici; ciò vale a maggior ragione per il territorio indagato che rappresenta, in molti casi, l'ultimo lembo di terra prima della foce dei canali dei rispettivi recettori terminali.

L'analisi idrologica è stata quindi condotta con l'obiettivo di definire, dove possibile, le portate minime e massime dei corsi d'acqua studiati concentrando tale attività su quelli di rango principale e secondario per i quali è stato inoltre possibile un confronto con i Consorzi di bonifica che, in quanto gestori, hanno fornito prezioso aiuto nelle determinazioni.

Le portate minime sono rappresentate dai minimi deflussi sempre presenti all'interno dei corsi d'acqua e risultano di particolare importanza per comprendere il mantenimento, durante tutto l'arco dell'anno o viceversa la perdita parziale o totale, degli habitat caratteristici degli ambienti fluviali naturali e/o canalizzati. La portata minima è stata valutata attraverso indagini di campo ed attraverso le informazioni dei Consorzi; si è rilevato che la maggior parte dei sistemi canalizzati presenta periodi dell'anno completamente asciutti anche se riconducibili a poche giornate in quanto durante la stagione umida i canali svolgono principalmente la funzione di scolo e pertanto sono spesso interessati da deflussi; durante la stagione secca sono invasati per la funzione irrigua ed ancora pertanto pieni d'acqua. Si sono infatti osservati spesso abitanti del luogo pescare all'interno di canali anche di modeste dimensioni. Le portate minime sono nella maggior parte dei casi nulle, mentre sono sempre garantite nei corsi d'acqua naturali.

Le portate massime sono i massimi deflussi che si sviluppano all'interno di aste canalizzate. I deflussi massimi sono in genere correlati alla probabilità con cui si verificano e questa espressa attraverso il tempo di ritorno. La determinazione delle sollecitazioni idrologiche per assegnato tempo di ritorno avviene generalmente attraverso una indagine afflussi-deflussi sul bacino imbrifero sotteso; tuttavia tale analisi risulta eseguibile solo laddove le informazioni sul bacino sono note e dove il regime idrologico avviene interamente a gravità. Nel caso di studio solo per il torrente Enza e i fiumi Secchia e Panaro sono caratterizzati da queste informazioni e le portate possono essere definite per via analitica; per essi ci si è appoggiati ai valori caratteristici determinati dall'Autorità di Bacino nell'ambito dei suoi più recenti studi condotti per la definizione degli ambiti di tutela fluviale.

Per i canali la definizione delle portate massime assume un significato leggermente diverso; essi infatti hanno bacini imbriferi di difficile determinazione univoca, in quanto spesso è diverso il bacino di scolo da

quello di irrigazione ed in caso di sollecitazioni pluviometriche durante la stagione irrigua la forte regolazione artificiale dei deflussi impedisce la determinazione di portate con riferimento probabilistico.

Come già anticipato nel Capitolo precedente (Cap. 3.1) quindi il valore di portata assunto a riferimento per la caratterizzazione dei massimi deflussi è quindi quello della massima portata sostenibile dalla geometria del canale nel tratto indagato; tale valore non vale in senso assoluto ma solo nelle sezioni d'indagine. La portata massima sostenibile viene quindi ricavata per via idraulica attraverso l'espressione di Chezy, limitatamente alla rete idrica minore, mentre per i canali classificati secondari è ottenuta ipotizzando all'interno dei modelli idraulici, diverse portate e verificando quali di queste mantengono il proprio idrodinamismo all'interno dell'alveo sia esso inciso o arginato.

TABELLA 6-2: STAZIONI IDROMETRICHE UFFICIALI RICADENTI ALL'INTERNO DELL'AREA DI STUDIO

COD_CISPA	COMUNE	PROVINCIA	PROPRIETA'	ENTE_GES	CORSO D'ACQUA	QUOTA ZERO IDROMETRICO (m s.l.m.)	DISTANZA DALLA CONFLUENZA CON FIUME PO (km)
1REI001	Sorbolo	PR	ARPA	ARPA	Enza	24.09	19.6
2REI001	Rubiera	RE	ARPA	ARPA	Secchia	47.17	86.8
A01I001	Modena	MO	ARPA	ARPA	Secchia	28.71	74.2
A01I002	San Possidonio	MO	ARPA	ARPA	Secchia	17.97	41.7
A01I003	Modena	MO	ARPA	ARPA	Tiepido - affluente del Panaro	42.93	68
A01I004	Soliera	MO	ARPA	ARPA	Secchia	23.62	60.3
A01I005	Bomporto	MO	ARPA	ARPA	Panaro	18.43	46.6
A01I006	Camposanto	MO	ARPA	ARPA	Panaro	-	-
A02I001	Cento	FE	ARPA	ARPA	Reno	15.2	-
A02I002	Bondeno	FE	ARPA	ARPA	Panaro	10.99	-
A02I003	Malalbergo	BO	ARPA	ARPA	Reno	4.68	-

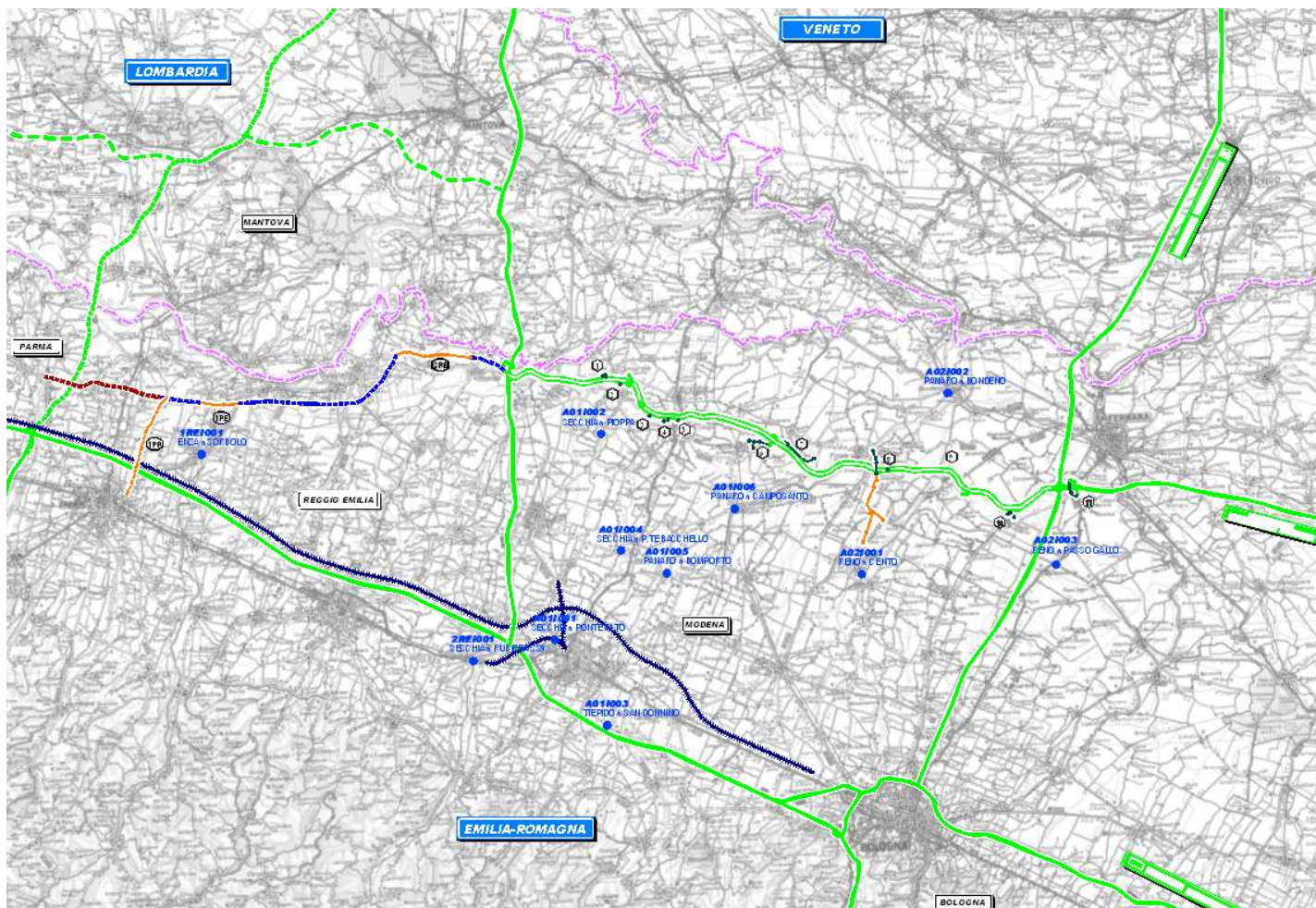


FIGURA 6-2: PLANIMETRIA DELLE STAZIONI IDROMETRICHE UFFICIALI RICADENTI ALL'INTERNO DELL'AREA DI STUDIO

6.2. ANALISI IDROLOGICHE

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR), si fa riferimento alla legge probabilistica che meglio si adatta al campione di dati utilizzato.

Nel caso delle stazioni pluviometriche in esame, la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia, in funzione del Tempo di Ritorno (TR), è stata ottenuta tramite la legge probabilistica di Gumbel, stimandone i parametri a(T) ed n(T), al fine di ottenere la curva di possibilità pluviometrica nella forma:

$$h = a(T)t^{n(T)} \quad \mathbf{6.1}$$

L'elaborazione statistica ha portato alla definizione delle curve di possibilità climatica, dove l'altezza di pioggia espressa in millimetri è rappresentata dall'espressione:

$$h = n - \frac{\ln \left(-\ln \left(1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{a} \quad \mathbf{6.2}$$

dove:

TR = tempo di ritorno

$$n = Y - \bar{Y}_N \cdot S_Y / S_N$$

$$a = S_N / S_Y$$

YN = media della variabile ridotta

SN = deviazione standard della variabile ridotta

Y = media aritmetica delle massime altezze di pioggia osservate

Sy = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.

Il valore assunto dai parametri Sx e Sn è funzione del numero di osservazioni a disposizione; tali valori sono riportati nella tabella sottostante.

TABELLA 6-3: VALORI DEI PARAMETRI (\bar{Y}_N) E (S_N) SECONDO GUMBELL

N	Media ridotta \bar{Y}_N \bar{Y}									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5154	0,5177	0,5198	0,5217
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5282	0,5296	0,5309	0,5321	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,5396	0,5403	0,5411	0,5417	0,5424	0,5430
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5472	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5532	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5571	0,5573	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5584
90	0,5586	0,5588	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5605	0,5606	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611
N	Deviazione standard ridotta S_N S									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1,0010	1,0148	1,0270	1,0378	1,0476	1,0564	1,0644	1,0717	1,0785	1,0847
20	1,0904	1,0958	1,1008	1,1055	1,1098	1,1140	1,1178	1,1215	1,1250	1,1283
30	1,1314	1,1344	1,1372	1,1399	1,1425	1,1449	1,1473	1,1496	1,1518	1,1538
40	1,1559	1,1578	1,1597	1,1614	1,1632	1,1649	1,1665	1,1680	1,1696	1,1710
50	1,1724	1,1738	1,1752	1,1765	1,1777	1,1789	1,1801	1,1813	1,1824	1,1835
60	1,1846	1,1856	1,1866	1,1876	1,1886	1,1895	1,1904	1,1913	1,1922	1,1931
70	1,1939	1,1947	1,1955	1,1963	1,1971	1,1978	1,1986	1,1993	1,2000	1,2007
80	1,2014	1,2020	1,2027	1,2033	1,2039	1,2045	1,2052	1,2057	1,2063	1,2069
90	1,2075	1,2080	1,2086	1,2091	1,2096	1,2101	1,2106	1,2111	1,2116	1,2121
100	1,2126	1,2130	1,2135	1,2139	1,2144	1,2148	1,2153	1,2157	1,2161	1,2165

Per stimare la CPP rappresentativa di ogni singolo tratto autostradale di sviluppo medio di 4 km si è proceduto nel seguente modo: per prima cosa si sono prese in esame le 3 stazioni pluviometriche prossime all'infrastruttura stradale, quindi associando ad ognuna di esse un peso, calcolato con il metodo dei poligoni di Thiessen o Topoietti, sono state ricavate le intensità di pioggia per assegnato TR all'interno di ogni singolo tratto.

Il metodo di Thiessen assume che in qualsiasi punto del bacino la pioggia caduta sia la stessa del pluviometro più vicino; in questo modo si suppone che la misura di ogni strumento possa essere rappresentativa di un'area che si estende radialmente dallo strumento fino alla semidistanza dallo strumento adiacente, in ogni direzione. Procedendo in questo modo si ricavano le curve di possibilità pluviometrica all'interno di ogni singolo tratto.

Si riportano di seguito, per i diversi tempi di ritorno analizzati, le tabelle riassuntive dei valori di h in millimetri per durate di 1, 1.5, 2, 2.5, 3, 6, 12 e 24 ore per singolo tratto sotteso e le CPP di tutti i compresi nell'areale di pertinenza del Consorzio della Burana. Maggiori informazioni sulle verifiche e calcoli relativi alle trasformazioni A/D per le aree sottese dal tracciato autostradale ed opere connesse vengono riportate nella specifiche relazioni: 0780_PD_0_000_OWP00_0_WW_RI_01_A. e 0636_PD_0_000_OWS00_0_WW_RI_01_A

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km11					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	84.25	77.32	68.15	61.20	54.24	44.94
1.5	89.88	82.60	72.97	65.67	58.34	48.57
2	94.14	86.60	76.62	69.05	61.46	51.33
2.5	97.60	89.85	79.59	71.82	64.01	53.58
3	100.55	92.62	82.12	74.16	66.17	55.51
6	112.73	104.07	92.60	83.91	75.18	63.52
12	126.69	117.20	104.64	95.12	85.56	72.80
24	142.73	132.30	118.50	108.04	97.54	83.55

TABELLA 6-4: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM11 – STAZIONI PLUVIO. S. MATTEO DELLE CHIAVICHE, SAINO DI PEGOGNAGA E MIRANDOLA

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km15					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	87.73	80.39	70.67	63.30	55.92	46.07
1.5	92.86	85.20	75.08	67.40	59.70	49.43
2	96.69	88.81	78.38	70.48	62.55	51.96
2.5	99.77	91.72	81.06	72.97	64.86	54.02
3	102.38	94.17	83.31	75.08	66.81	55.77
6	112.96	104.16	92.51	83.67	74.80	62.95
12	124.75	115.30	102.80	93.32	83.80	71.09
24	137.91	127.76	114.33	104.15	93.94	80.33

TABELLA 6-5: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM15 – STAZIONI PLUVIO. POGGIORUSCO, SAINO DI PEGOGNAGA E MIRANDOLA

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km19					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	84.68	77.80	68.70	61.80	54.87	45.63
1.5	89.47	82.33	72.87	65.71	58.51	48.90
2	93.04	85.70	76.00	68.63	61.24	51.37
2.5	95.91	88.42	78.51	71.00	63.45	53.36
3	98.33	90.71	80.63	72.99	65.31	55.05
6	108.10	99.99	89.25	81.10	72.92	61.99
12	118.90	110.25	98.81	90.14	81.43	69.80
24	130.83	121.62	109.44	100.21	90.95	78.62

TABELLA 6-6: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM19 – STAZIONI PLUVIO. RAVARINO, POGGIORUSCO E MIRANDOLA

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km23					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	82.17	75.67	67.07	60.54	54.00	45.25
1.5	87.00	80.23	71.28	64.49	57.68	48.57
2	90.60	83.65	74.44	67.46	60.44	51.07
2.5	93.50	86.40	76.99	69.85	62.68	53.10
3	95.95	88.71	79.14	71.87	64.57	54.82
6	105.88	98.14	87.90	80.13	72.32	61.89
12	116.91	108.63	97.67	89.36	81.02	69.89
24	129.16	120.30	108.58	99.70	90.80	78.94

TABELLA 6-7: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM23 – STAZIONI PLUVIO. RAVARINO, POGGIORUSCO E MIRANDOLA

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km27					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	73.47	68.02	60.81	55.34	49.84	42.49
1.5	78.56	72.82	65.22	59.45	53.66	45.91
2	82.40	76.44	68.55	62.56	56.55	48.50
2.5	85.52	79.38	71.26	65.09	58.90	50.62
3	88.16	81.88	73.56	67.24	60.90	52.42
6	99.05	92.16	83.03	76.11	69.16	59.87
12	111.41	103.83	93.81	86.21	78.59	68.41
24	125.44	117.10	106.08	97.73	89.36	78.20

TABELLA 6-8: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM27 – STAZIONI PLUVIO. RAVARINO, POGGIORUSCO E SOLARA

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km31					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	71.19	65.92	58.94	53.64	48.33	41.22
1.5	76.51	70.92	63.50	57.88	52.23	44.68
2	80.55	74.71	66.97	61.10	55.20	47.31
2.5	83.84	77.80	69.79	63.72	57.62	49.47
3	86.64	80.42	72.19	65.95	59.68	51.30
6	98.21	91.30	82.14	75.20	68.23	58.91
12	111.45	103.74	93.54	85.81	78.05	67.69
24	126.59	117.99	106.60	97.98	89.33	77.80

TABELLA 6-9: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM31 – STAZIONI PLUVIO. RAVARINO, POGGIORUSCO E SOLARA

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km35					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	76.88	71.24	63.79	58.13	52.45	44.87
1.5	80.69	74.93	67.30	61.52	55.70	47.93
2	83.52	77.67	69.92	64.04	58.13	50.22
2.5	85.79	79.87	72.03	66.08	60.09	52.08
3	87.70	81.72	73.80	67.79	61.74	53.66
6	95.38	89.18	80.97	74.73	68.47	60.09
12	103.82	97.39	88.88	82.43	75.95	67.31
24	113.08	106.43	97.63	90.97	84.29	75.41

TABELLA 6-10: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM35 – STAZIONI PLUVIO. RAVARINO, POGGIORUSCO E S. AGOSTINO

durata [ore]	ALTEZZA DI PIOGGIA [mm] – Km39					
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=20
1	77.11	71.48	64.03	58.38	52.70	45.12
1.5	80.72	74.99	67.40	61.64	55.86	48.12
2	83.39	77.59	69.90	64.07	58.21	50.37
2.5	85.53	79.67	71.91	66.03	60.11	52.19
3	87.32	81.42	73.60	67.67	61.70	53.72
6	94.51	88.45	80.42	74.32	68.19	59.99
12	102.37	96.14	87.90	81.65	75.38	66.99
24	110.95	104.56	96.13	89.75	83.35	74.84

TABELLA 6-11: ALTEZZE DI PIOGGIA AL KM39 – STAZIONI PLUVIO. RAVARINO, POGGIORUSCO E S. AGOSTINO

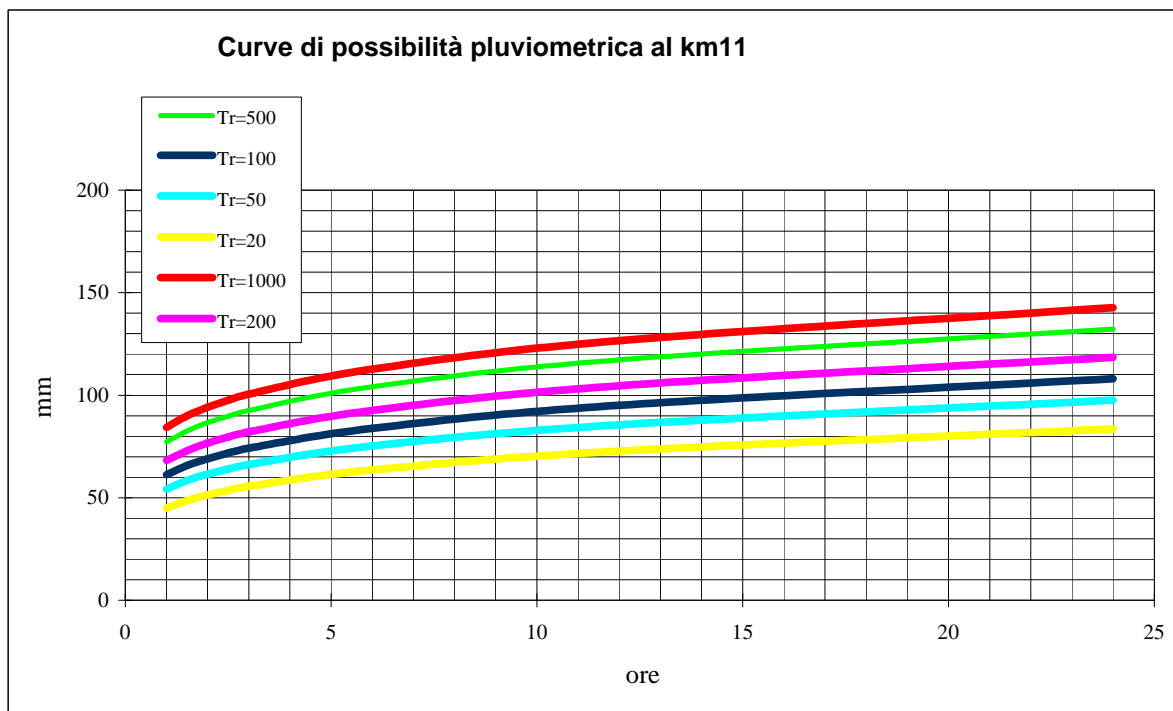


FIGURA 6-3: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA AL KM11

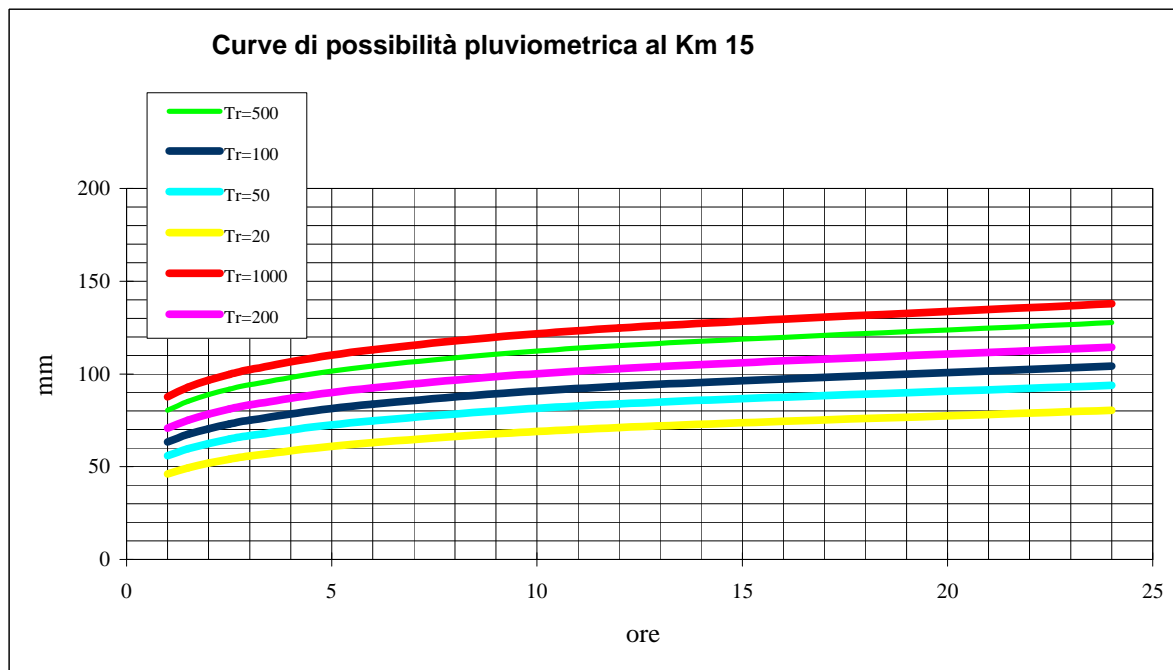


FIGURA 6-4: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA AL KM15

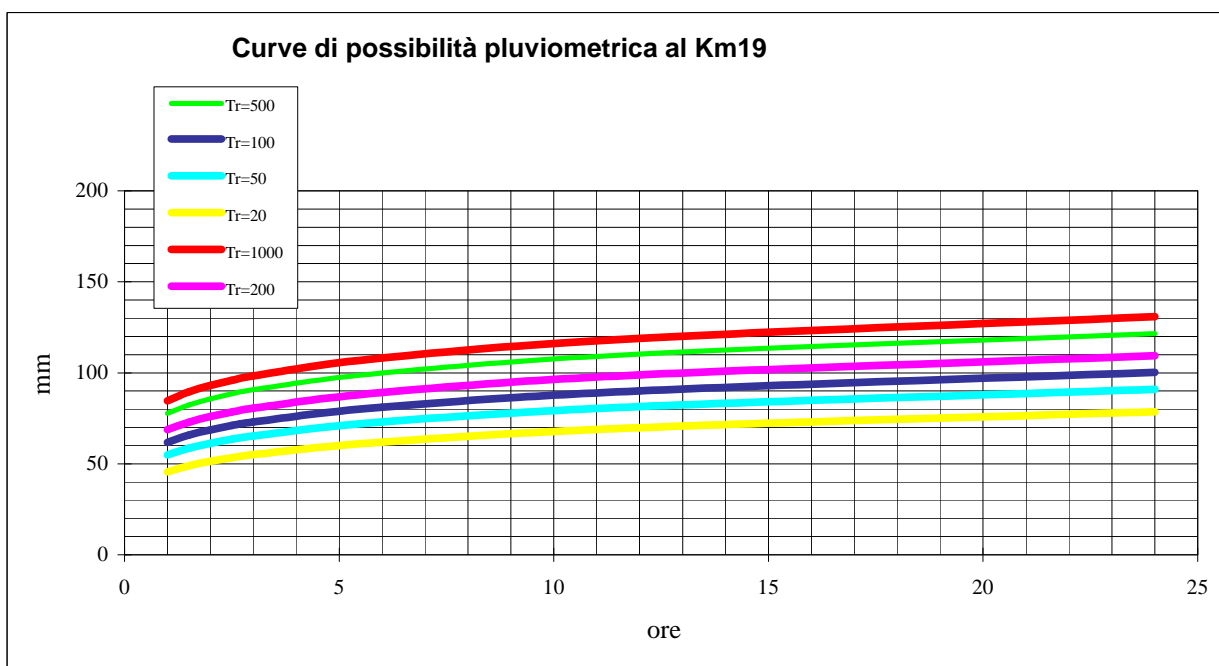


FIGURA 6-5: LINEE SEGNALETRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA AL Km19

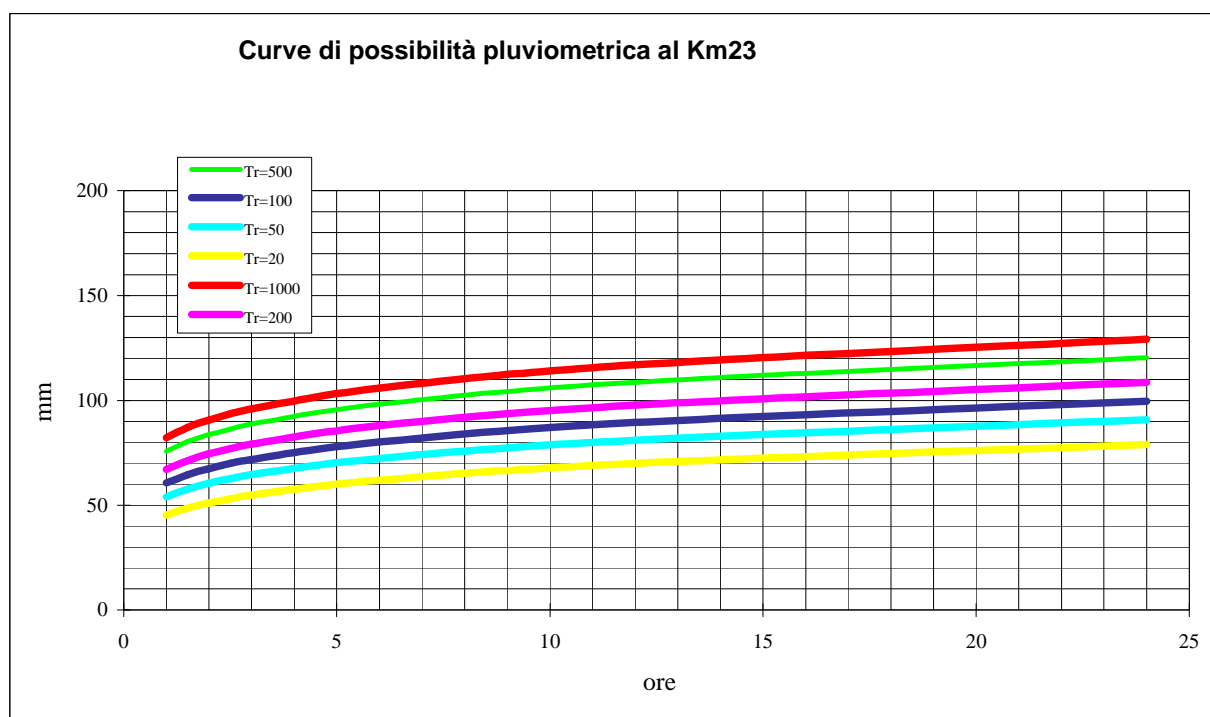


FIGURA 6-6: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA AL Km23

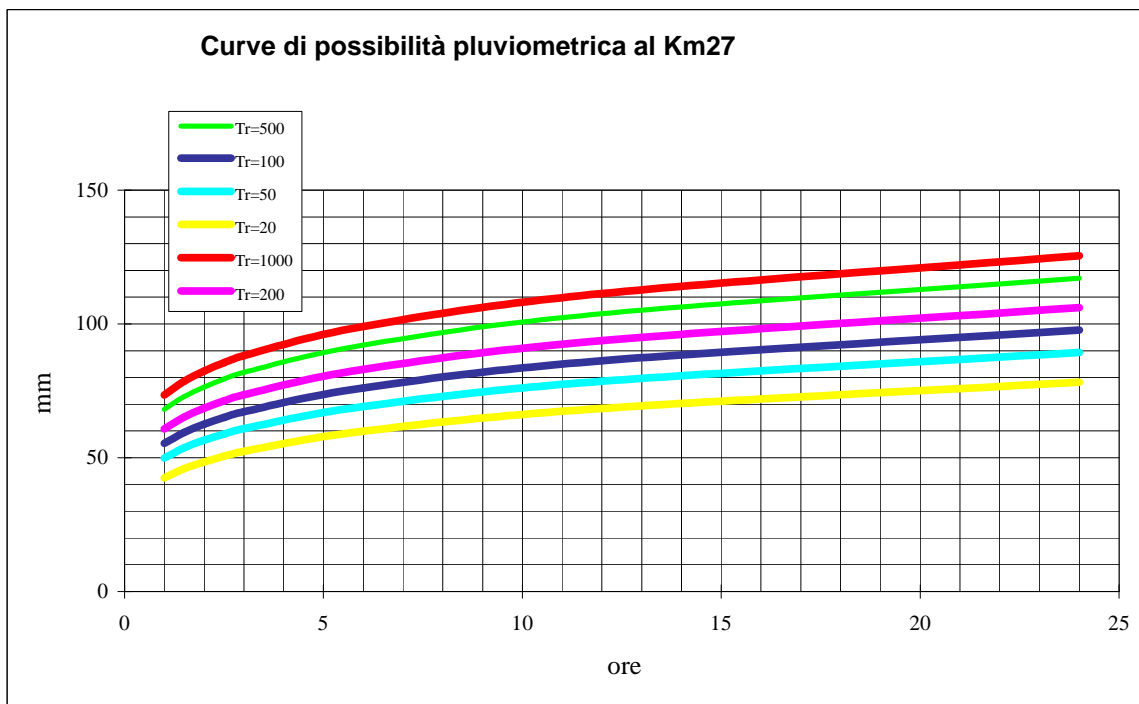


FIGURA 6-7: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA AL Km27

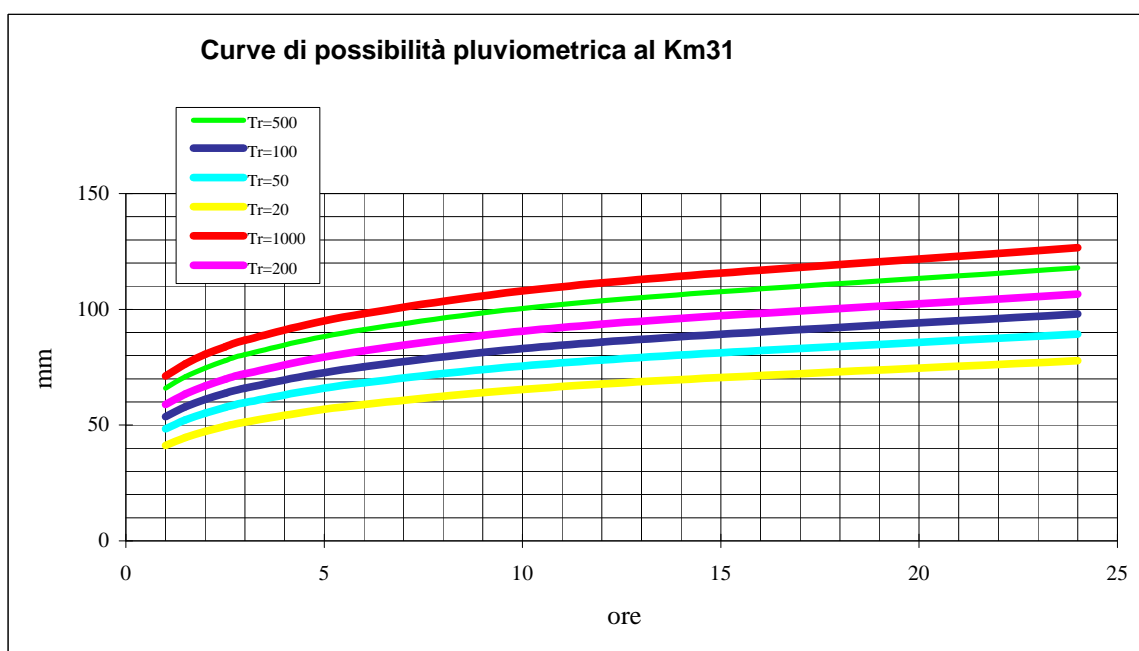


FIGURA 6-8: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA AL Km31

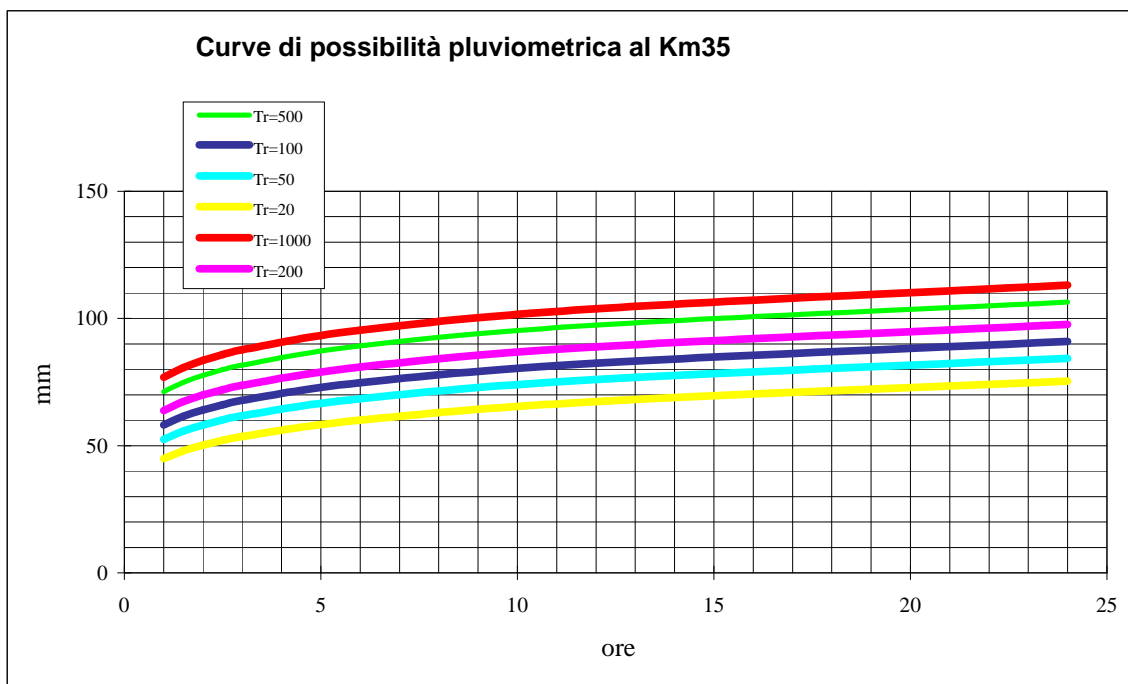


FIGURA 6-9: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA AL Km35

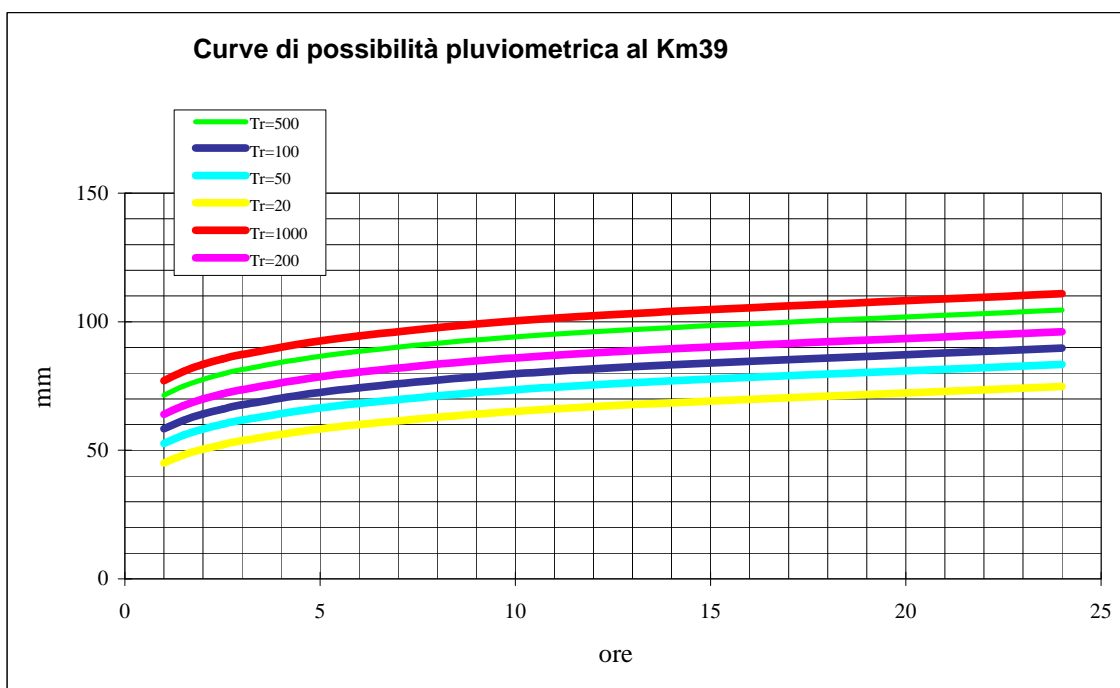


FIGURA 6-10: LINEE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA AL Km39

ARC

AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA
IDRAULICA CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI
**RELAZIONE IDRAULICA PER LA RETE IDRICA GESTITA
DAL CONSORZIO DI BONIFICA BURANA**

7. INTERFERENZE IDRAULICHE CON IL TRACCIATO IN PROGETTO

Il sistema dei corsi d'acqua analizzato comprende una rete idrografica artificiale composta dai canali di scolo e di irrigazione di competenza del Consorzio della Bonifica o proprietà private che insistono su tutto il corridoio interferito dall'opera in progetto. La particolare caratteristica di questi corsi d'acqua risiede nella loro funzionalità e negli usi a cui sono preposti: l'ambivalenza delle funzioni di scolo ed irrigazione rende piuttosto complessa l'analisi idrologica in quanto, a rigore, essi andrebbero studiati sia sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche sia sotto il profilo della funzione di canali irrigui, quando, soprattutto nelle stagioni primaverili ed estive, vengono mantenuti alti i livelli in alveo che ne riducono la capacità di invaso per eventi pluviometrici importanti.

Lo studio del reticolo idrografico superficiale si articola distinguendo i corsi d'acqua tra quelli secondari e quelli minori, tale classificazione si basa sulle dimensioni della base maggiore B della sezione idraulica in corrispondenza dell'attraversamento in progetto, in particolare:

- Corso d'acqua secondario $3,0m < B \leq 10,0m$;
- Corso d'acqua minore $B \leq 3,0m$.

Di seguito sono trattati, in modo puntuale, tutti i corsi d'acqua secondari interferiti dalla viabilità in progetto al fine di definire:

- 1- Le caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali;
- 2- La portata di riferimento e le condizioni al contorno per la modellazione matematica;
- 3- L'attraversamento idraulico previsto;
- 4- Le verifiche idrauliche svolte tramite modellazione matematica monodimensionale, in moto permanente. Questo permette di indagare e confrontare la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

Per la rete minore caratterizzata da sezioni trasversali minori rispetto ai precedenti e poichè attraversano la sede autostradale mediante tombini circolari di diametro $\leq \Phi 1200$, le analisi sono condotte in forma più speditiva, determinando la Q_{ms} con analisi idraulica in moto uniforme, indagando e confrontando la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

7.1. CORSI D'ACQUA INTERFERITI

Il sistema di acque superficiali, interessato dal tracciato autostradale, è composto, in parte, da corsi d'acqua naturali, ma soprattutto da una fitta rete di corsi d'acqua artificiali, di storica memoria, rappresentativi di un

importante componente dell'ambiente circostante. Questo antico intreccio di canali rappresenta un elemento determinante per la caratterizzazione anche del paesaggio agrario coinvolto dall'infrastruttura stradale ed assolve una funzione strategica per l'economia del territorio, sia in termini di distribuzione delle acque irrigue che di scolo di quelle piovane.

L'ambito territoriale scelto per l'analisi del sistema idrografico è, quindi, quello definito dai bacini imbriferi le cui aste vengono interessate dall'opera in studio; essi appartengono in maggior parte al bacino imbrifero del Fiume Po ed in minor parte al bacino del Fiume Reno e si estende dal crinale appenninico fino al Po, nell'area delimitata ad ovest dalla provincia di Parma e ad est da quelle di Bologna e Ferrara.

Sono interferiti dal tracciato proposto 3 corsi d'acqua naturali, torrente Enza, fiume Secchia e fiume Panaro, e da una fitta rete di canali artificiali tra principali, secondari e minori, tra cui merita particolare attenzione lo Scolmatore di Reno per le sue precipue funzioni idrauliche. Sono inoltre individuate le interferenze con i corsi d'acqua principali, secondari e minori generate dalla realizzazione degli Interventi locali di collegamento viario al sistema autostradale.

Lo studio idrologico ed idraulico, differenziato per singolo sistema idrografico e per singolo ambito territoriale, ha permesso di inquadrare il territorio interessato non tanto sotto il profilo del corridoio autostradale e delle viabilità di adduzione, bensì sotto il profilo delle sue caratteristiche idrografiche e quindi con riferimento all'entità prevalente del bacino idrografico di riferimento.

Il sistema è quindi organizzato in tre classi prevalenti:

- ❑ **Corsi d'acqua principali** classificati tali, perché aventi sezione trasversale importante tale da imporre come attraversamento un ponte tra questi rientrano i canali **Sabbioncello, Burana, Cavezzo e Vallicella**. Si rimandano a specifica relazione idraulica le relative verifiche idrauliche.
- ❑ **Corsi d'acqua secondari** classificati tali, perché aventi sezione trasversale con base maggiore $10m > B > 3m$, e la cui interferenza è stata risolta generalmente tramite tombino scatolare;
- ❑ **Corsi d'acqua minore** classificati tali, perché aventi sezione trasversale con base maggiore $B < 3m$, tra questi rientrano i corsi d'acqua della rete minuta di proprietà privata principalmente riconducibili alle tipologie di fossi di guardia di strade provinciali comunali o poderali e capifosso agricoli, collettori delle singole scoline, realizzati dai conduttori agricoli nell'ambito dell'organizzazione coltiva e fondiaria e la cui interferenza è stata generalmente risolta tramite tombino circolare di diametro fino al 1200mm

Le tabelle seguenti riportano le interferenze idrauliche tra la viabilità in progetto ed i canali precedenti, specificando, oltre ad alcune caratteristiche del corso d'acqua, anche il codice dell'interferenza, a cui corrisponde uno specifico attraversamento idraulico rappresentato da un ponte o un tombino circolare o scatolare a seconda dei casi:

NOME CANALE	GESTORE	PROVINCIA	RANGO	WBS	OPERA	BASE (m)	ALTEZZA (m)
FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	irriguo	A13ATS09	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	irriguo	C03CTS04	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
DUGALE ZALOTTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A14ATS10	TOMB. SCATOLARE	4,00	2,50
FOSSO PRADELLA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	C03CTS05	TOMB. SCATOLARE	1,50	1,50
FOSSA CAVANA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	S02STS08	TOMB. SCATOLARE	2,50	2,00
FOSSA CAVANA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	S02STS07	TOMB. SCATOLARE	2,50	2,00
FOSSA BERARDI	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A15ATS11	TOMB. SCATOLARE	4,00	2,50
DUGALE SMIRRA DI CONFINE IN SX	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A15ATS12	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
DUGALE RAMEDELLO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A15ATS13	TOMB. SCATOLARE	2,00	1,50
DUGALE CUCCO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A15ATS14	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
FOSETTA VECCHIA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	C04CTS06	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
FOSETTA VECCHIA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	C04CTS07	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
DUGALE CERESA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A17ATS15	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
FOSSO DI S.S. 12 IN SX	privato	MO	promiscuo	V17VTS20	TOMB. SCATOLARE	1,50	1,50
FOSSO DI S.S. 12 IN SX	privato	MO	promiscuo	V17VTS21	TOMB. SCATOLARE	1,50	1,50
CAVO BRUINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A19ATS16	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
ALLACCIANTE CAVO BRUINO - FOSSA REGGIANA ALTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A19ATS17	TOMB. SCATOLARE	2,00	1,50
FOSSA REGGIANA ALTA	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A19ATS18	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
FOSSO 74	privato	MO	promiscuo	A21ATS19	TOMB. SCATOLARE	1,50	1,50
CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	C07CTS08	TOMB. SCATOLARE	2,00	1,50
ALLACCIANTE CANALE DIVERSIVO DI BURANA - CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	C07CTS09	TOMB. SCATOLARE	1,50	1,50
FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	V26VTS03	TOMB. SCATOLARE	2,00	2,00
FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A23ATS20	TOMB. SCATOLARE	2,00	2,00
FOSSO PAVIGNANE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	V26VTS02	TOMB. SCATOLARE	1,50	1,00
FOSSO LUNGO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A23ATS21	TOMB. SCATOLARE	2,00	2,00
CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	V27VTS24	TOMB. SCATOLARE	4,00	2,00
CAVO CANALINO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	V27VTS25	TOMB. SCATOLARE	4,00	2,00
SCOLO SANT'ALO'	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A25ATS22	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
SCOLO SANT'ALO'	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	V27VTS04	TOMB. SCATOLARE	3,00	2,50
CAVO CANALAZZO	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A25ATS23	TOMB. SCATOLARE	3	2,50
FOSETTA VECCHI	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	MO	promiscuo	A29ATS24	TOMB. SCATOLARE	4,00	2,50

TABELLA 7-1: ELENCO CORSI D'ACQUA SECONDARI INTERFERITI

NOME CANALE	GESTORE	PROVINCIA	RANGO	WBS	OPERA	DIAMETRO (m)
FOSSO 40	privato	MO	promiscuo	A15ATC33	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 41	privato	MO	promiscuo	A15ATCM1	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 97	privato	MO	scolo	A15ATC39	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 97	privato	MO	scolo	A15ATC40	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 42	privato	MO	promiscuo	V12VTC23	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 42	privato	MO	promiscuo	V12VTC24	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 42	privato	MO	promiscuo	V12VTC25	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 42	privato	MO	scolo	V12VTC28	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 42	privato	MO	scolo	A15ATCB4	TOMB. CIRCOLARE	1,00
CANALE FIENIL VECCHIO	privato	MO	promiscuo	A15ATC48	TOMB. CIRCOLARE	1,20
FOSSO 43	privato	MO	scolo	A15ATCM6	TOMB. CIRCOLARE	0,80
FOSSO 43	privato	MO	promiscuo	A16ATCB5	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 43	privato	MO	promiscuo	A16ATCL2	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 43	privato	MO	promiscuo	A16ATCL3	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO DI VIA BACCARELLA	privato	MO	scolo	V14VTC31	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 103	privato	MO	promiscuo	C04CTC01	TOMB. CIRCOLARE	0,80
FOSSO DI VIA BACCARELLA	privato	MO	promiscuo	C04CTC02	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 44	privato	MO	scolo	V14VTC32	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 45	privato	MO	promiscuo	A17ATCO4	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 77	privato	MO	promiscuo	C05CTC06	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 78	privato	MO	promiscuo	C05CTC07	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 79	privato	MO	promiscuo	C05CTC08	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 81	privato	MO	promiscuo	C05CTC03	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 82	privato	MO	promiscuo	C05CTC04	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 83	privato	MO	promiscuo	C05CTC05	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 84	privato	MO	promiscuo	C05CTC09	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 46	privato	MO	promiscuo	A17ATCO5	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO DI VIA BOLOGNA	privato	MO	promiscuo	V18VTC37	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO DI VIA BOLOGNA	privato	MO	promiscuo	V18VTC39	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 47	privato	MO	promiscuo	V19VTC40	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 47	privato	MO	promiscuo	V19VTC41	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 48	privato	MO	promiscuo	V19VTC42	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 49	privato	MO	promiscuo	V20VTC43	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 49	privato	MO	promiscuo	V20VTC44	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 50	privato	MO	promiscuo	V20VTC45	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 51	privato	MO	scolo	V21VTC46	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 51	privato	MO	scolo	V21VTC48	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 51	privato	MO	scolo	V21VTC47	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 95	privato	MO	scolo	V21VTC49	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 52	privato	MO	scolo	V22VTC52	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 52	privato	MO	scolo	V22VTC53	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 52	privato	MO	scolo	V22VTC54	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 52	privato	MO	scolo	V22VTC57	TOMB. CIRCOLARE	0,60
CANALE DI VIA GETTA	privato	MO	scolo	V22VTC55	TOMB. CIRCOLARE	1,00
CANALE DI VIA GETTA	privato	MO	scolo	V22VTC56	TOMB. CIRCOLARE	1,00
CANALE DI VIA GETTA	privato	MO	scolo	V22VTC51	TOMB. CIRCOLARE	0,50
CANALE DI VIA BIGNARDI	privato	MO	scolo	V23VTC59	TOMB. CIRCOLARE	1,00
CANALE DI VIA BIGNARDI	privato	MO	scolo	V23VTC58	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 54	privato	MO	promiscuo	A20ATC62	TOMB. CIRCOLARE	1,20
FOSSO 54	privato	MO	promiscuo	A20ATC61	TOMB. CIRCOLARE	1,20
FOSSO 54	privato	MO	promiscuo	A20ATC63	TOMB. CIRCOLARE	1,20
FOSSO 55	privato	MO	promiscuo	A21ATC66	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 55	privato	MO	promiscuo	A21ATC71	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 56	privato	MO	promiscuo	A21ATC69	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 56	privato	MO	promiscuo	V24VTC64	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 56	privato	MO	promiscuo	V24VTC67	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 56	privato	MO	promiscuo	V24VTC68	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 57	privato	MO	promiscuo	C07CTC10	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 58	privato	MO	scolo	C07CTC11	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 59	privato	MO	promiscuo	A23ATC84	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 61	privato	MO	promiscuo	C07CTC12	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 62	privato	MO	promiscuo	C07CTC13	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 63	privato	MO	scolo	A23ATC89	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 64	privato	MO	scolo	C07CTC14	TOMB. CIRCOLARE	0,60
FOSSO 63	privato	MO	scolo	C07CTC15	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 65	privato	MO	scolo	V52VTC79	TOMB. CIRCOLARE	0,80
FOSSO 65	privato	MO	scolo	V52VTC76	TOMB. CIRCOLARE	0,50
FOSSO 66	privato	MO	scolo	V52VTC80	TOMB. CIRCOLARE	0,50
FOSSO 66	privato	MO	scolo	V52VTC78	TOMB. CIRCOLARE	1,00
FOSSO 66	privato	MO	scolo	V52VTC75	TOMB. CIRCOLARE	0,50
FOSSO 66	privato	MO	scolo	V52VTC77	TOMB. CIRCOLARE	0,60

TABELLA 7-2: ELENCO CORSI D'ACQUA MINORI INTERFERITI

8. I CORSI D'ACQUA SECONDARI

8.1. FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO

8.1.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali del canale

Si tratta di un corso d'acqua di scolo gestito dal Consorzio che presenta, nel tratto di attraversamento, una sezione trapezia di base maggiore 3,80m base minore 1,10m ed altezza 1,20m con quote di fondo in corrispondenza degli attraversamenti a 16,52/51 msm

Le due interferenze relativamente all'Autostrada ed alla strada complementare C03 sono state risolte entrambe con uno scatolare 3.0X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata per entrambi casi di 20cm per depurarla dai depositi di limo.

Esso ricade in sponda destra del canale Sabbioncello al fine di poter scolare le acque drenanti dai terreni agricoli circostanti. E' di fatto un colo di guardia del ben più importante canale omonimo.

Come concordato con il Consorzio in sede CDS e degli incontri che si sono succeduti, la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nelle Tavole progettuali:

Tav 0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A e
Tav 0677_PD_0_A14_AWS06_0_WW_PZ_02_A.

Si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua.



FIGURA 8-1: TRATTO INTERESSATO DALL'ATTRAVERSAMENTO

VISTA DA VALLE

CODICE	A01A052	
NOME	FOSSO DI GUARDIA IN DX SABBIONCELLO	
DATA RILIEVO	24/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	Concordia sulla Secchia	
COMUNE	Concordia sulla Secchia	
PROGRESSIVA	13+942	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1657438.76
	GAUSS BOAGA Y	4974149.02
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	4.664
	SORGENTE	campagna
	FOCE	Cavo Diversivo di Burana
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni puntuali
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite-vegetazione fascia riparia erbacea e arborea con presenza sporadica di olmi e aceri
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	16-19

8.1.2. Verifiche idrauliche

8.1.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=0,70m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=0,90m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.1.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le

eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte ed a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 16.19 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto.

Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano rilevate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

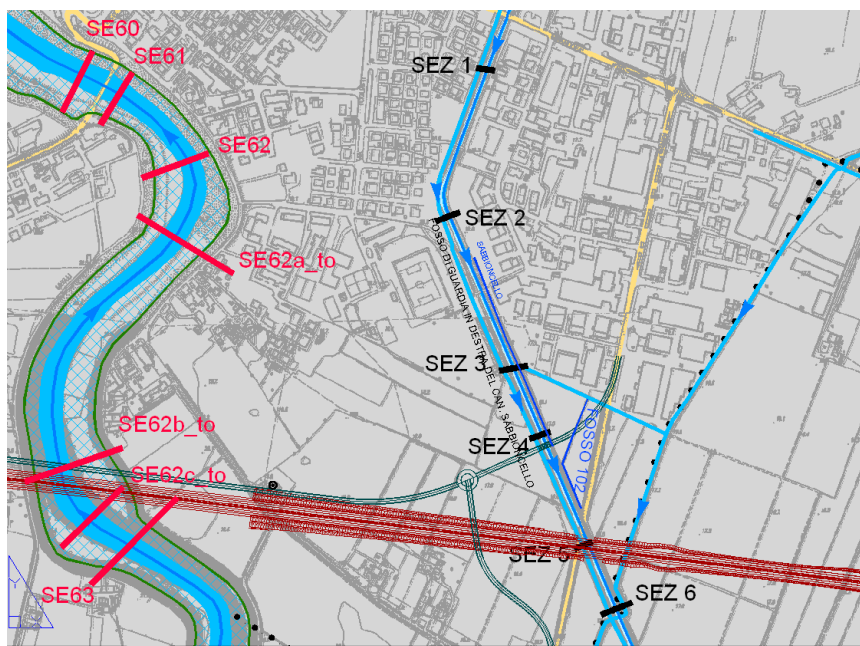


FIGURA 8-2: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.1.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 e della QMS2 nella configurazione morfologica attuale.

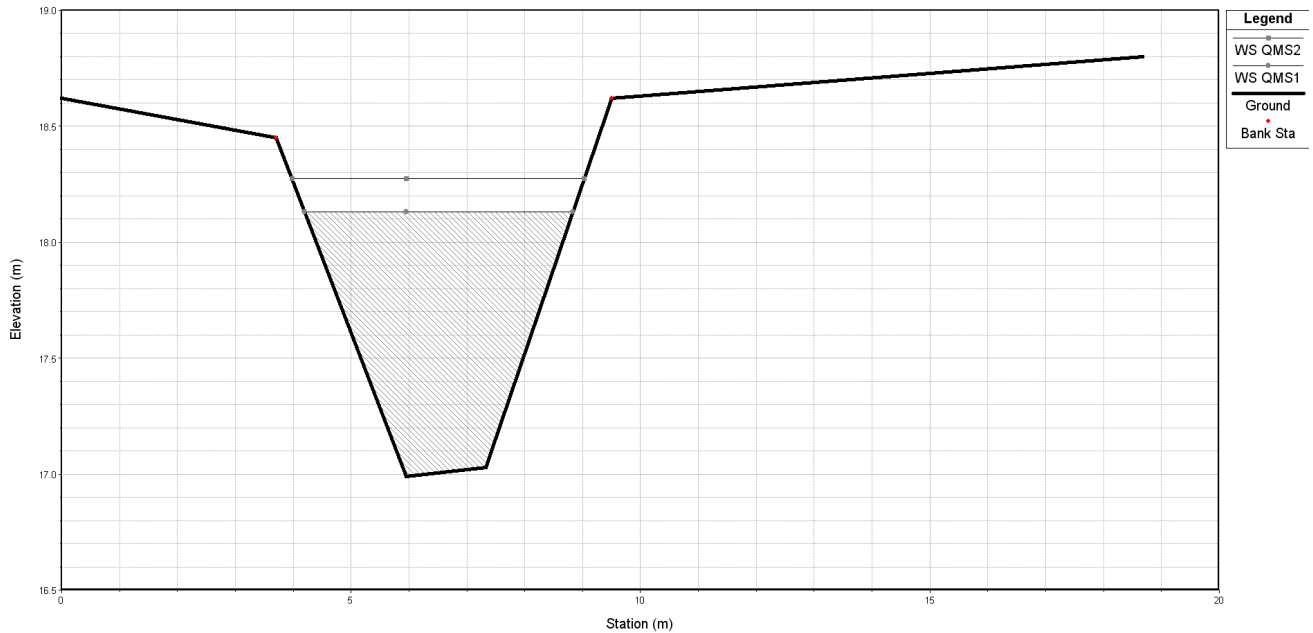


FIGURA 8-3: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=0.7m³/s e QMS2=0.9m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.1.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.1
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	16.71	0.7	18.20	18.21	0.01	0.14	0.14	0.00030	18.20	18.21
Sez. 04	728.40	16.52	0.7	18.16	18.16	0.00	0.12	0.15	-0.00190	18.16	18.16
Sez. monte	810.40	16.68	0.7	18.16	18.16	0.00	0.12	0.15	0.00000	18.16	18.16
Scatolare C03	815.40	16.68	Culvert	18.16	18.15	-0.01	0.12	0.15	0.00000	18.16	18.16
Sez. valle	840.40	16.68	0.7	18.16	18.15	-0.01	0.12	0.15	-0.00140	18.16	18.16
Sez. monte	952.40	16.83	0.7	18.16	18.14	-0.02	0.12	0.18	0.00000	18.16	18.14
Scatolare A02	957.40	16.83	Culvert	18.16	18.14	-0.02	0.12	0.00	0.00000	18.16	18.14
Sez. valle	992.40	16.83	0.7	18.16	18.14	-0.02	0.12	0.18	-0.00220	18.16	18.14
Sez. 06	1064.40	16.99	0.7	18.13	18.13	0.00	0.21	0.21	0.00020	18.13	18.13
Sez. 06 tr	1229.40	16.96	0.7	18.10	18.10	0.00	0.21	0.21	0.00000	18.10	18.10

TABELLA 8-1: PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI CALCOLO PER LE SINGOLE SEZIONE A CONFRONTO TRA SP E SF

Si è verificato che in entrambi i manufatti di attraversamento il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. I valori di riempimento sono rispettivamente pari al 65% sia per l'attraversamento della viabilità C03 sia per l'attraversamento autostradale.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

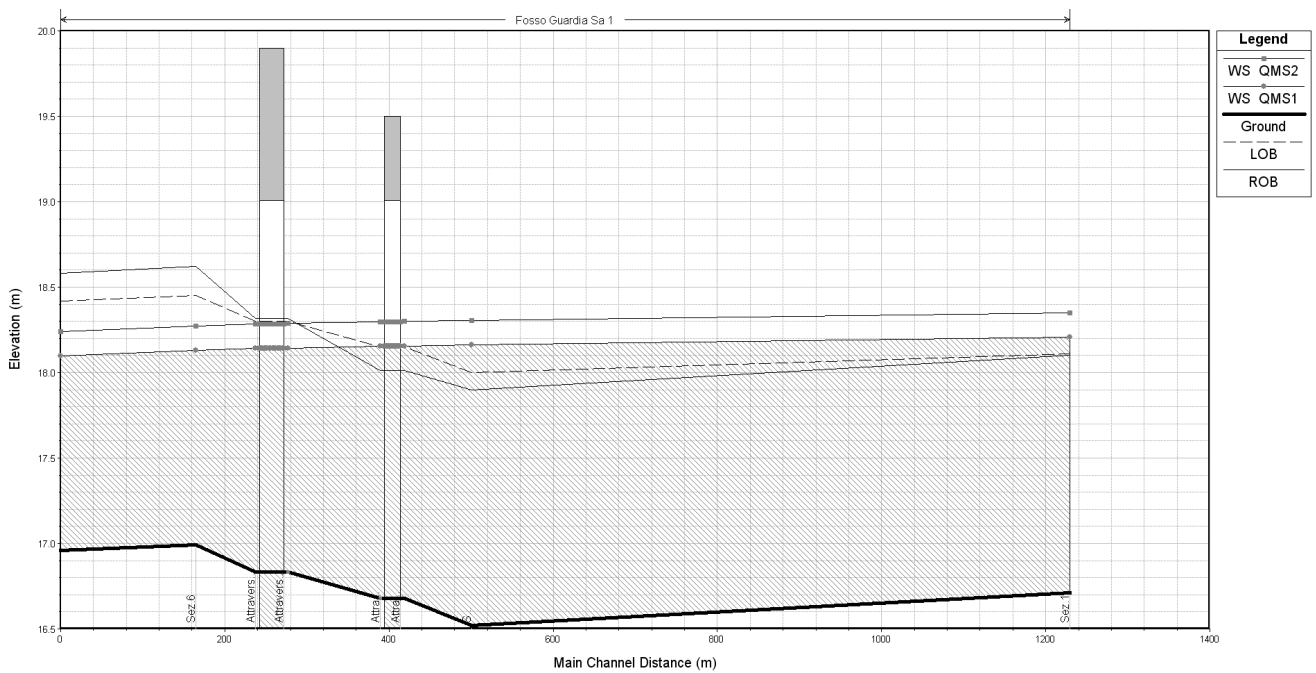


FIGURA 8-4 PROFILO DI RIGURGITO IN CORRISPONDENZA DELL'INTERFERENZA NELLA CONFIGURAZIONE STATO DI PROGETTO PER LA PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE (QMS1=0.70M³/s E QMS2=0.90M³/s)

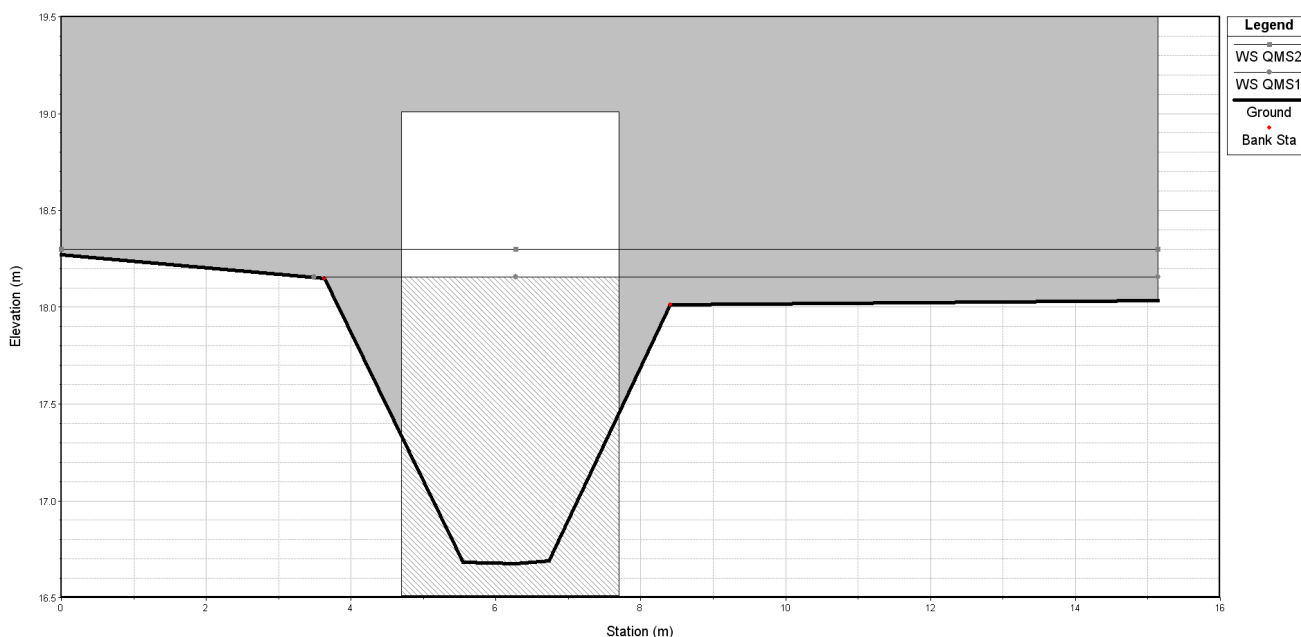


FIGURA 8-5: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=0.70M³/S E QMS2=0.90M³/S ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI PROGETTO

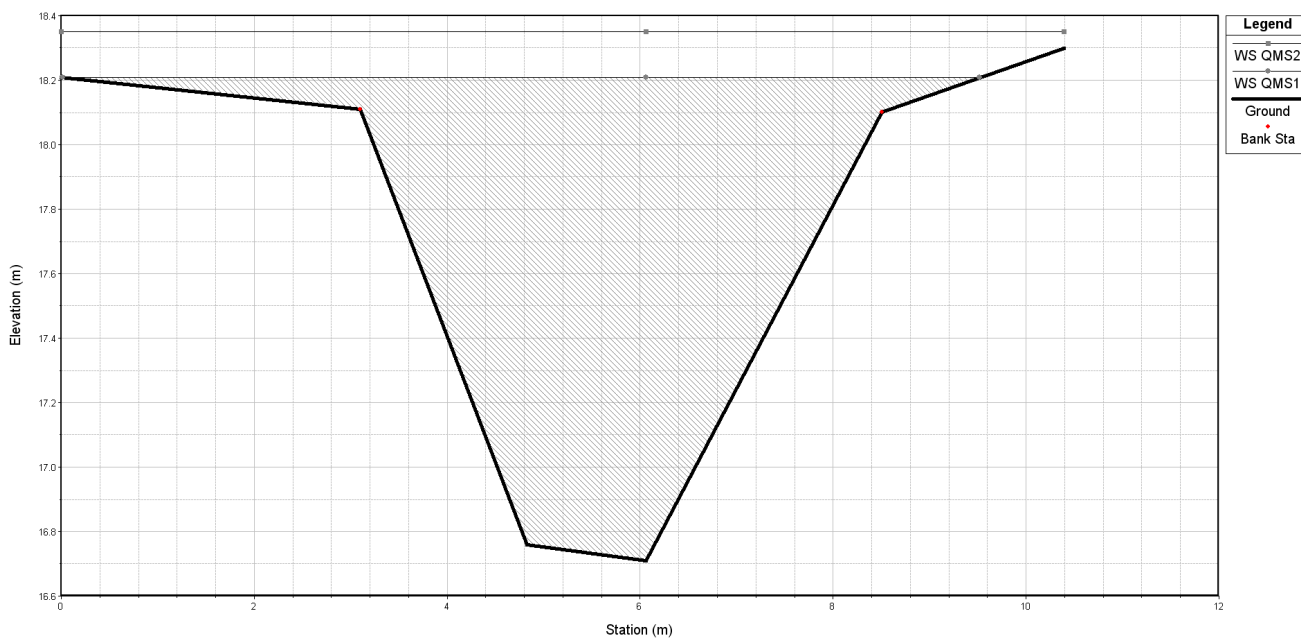


FIGURA 8-6: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=0.70M³/S E QMS2=0.90M³/S ALLA SEZ.01 NELLO STATO DI PROGETTO

8.2. DUGALE ZALOTTA

8.2.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Dugale Zalotta è un canale promiscuo secondario; la direzione di scolo è Sud-Nord. Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di materiali fini sul fondo ascrivibili al sistema dei limi e delle argille con presenza sporadica di ghiaia a forma eterogenea e di origine alluvionale.

Durante la stagione irrigua deriva acqua dal Canale Sabbioncello attraverso un'opera di presa situata a sud del paese di Concordia. Purtroppo proprio in corrispondenza della zona artigianale ed industriale dello stesso paese il canale è stato tombato, nonostante presentasse un pregio ambientale importante. Subito a valle, ormai morto, riceve le acque di scarico del depuratore di Concordia e quindi di altri canali dalle acque di qualità incerta come quelle del Dugale Ronchi e prosegue, quindi, verso Mirandola.

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 11.00m base minore 3.5m ed altezza 3.70m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15,20 msm.

L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 4.0X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 15.00msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m.



FIGURA 8-7: DUGALE ZALOTTA ALLA SEZIONE D'INTERFERENZA, VISTA VERSO MONTE

Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A e di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua.

CODICE	A01A054	
NOME	DUGALE ZALOTTA	
DATA RILIEVO	24/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	Concordia sulla Secchia	
COMUNE	Concordia sulla Secchia - San Possidonio	
PROGRESSIVA	14+020	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1657515.04
	GAUSS BOAGA Y	4974139.68
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	10.060
	SORGENTE	Fossa Berardi
	FOCE	Fiume Secchia
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite (phragmites) – sporadica vegetazione arbustiva ripariale
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	16-19
NOTE	presenza di botte sifone per superare il canale Sabbioncello	

8.2.2. Verifiche idrauliche

8.2.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato. $QMS1=7,00\text{m}^3/\text{sec}$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=9,00\text{ m}^3/\text{sec}$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.2.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 16.19 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto.

Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano rilevate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

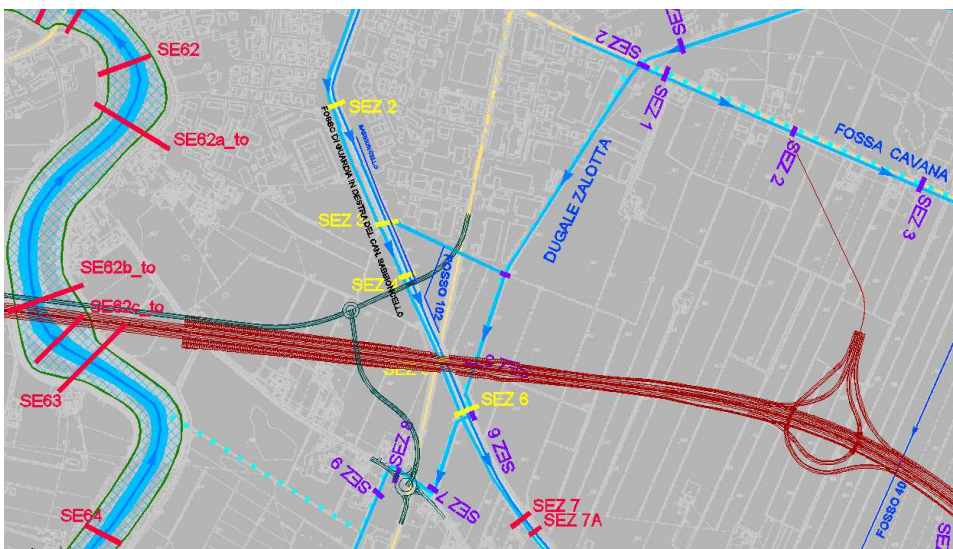


FIGURA 8-8: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONE SEZIONI

8.2.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del

raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 e QMS2 nella configurazione morfologica attuale.

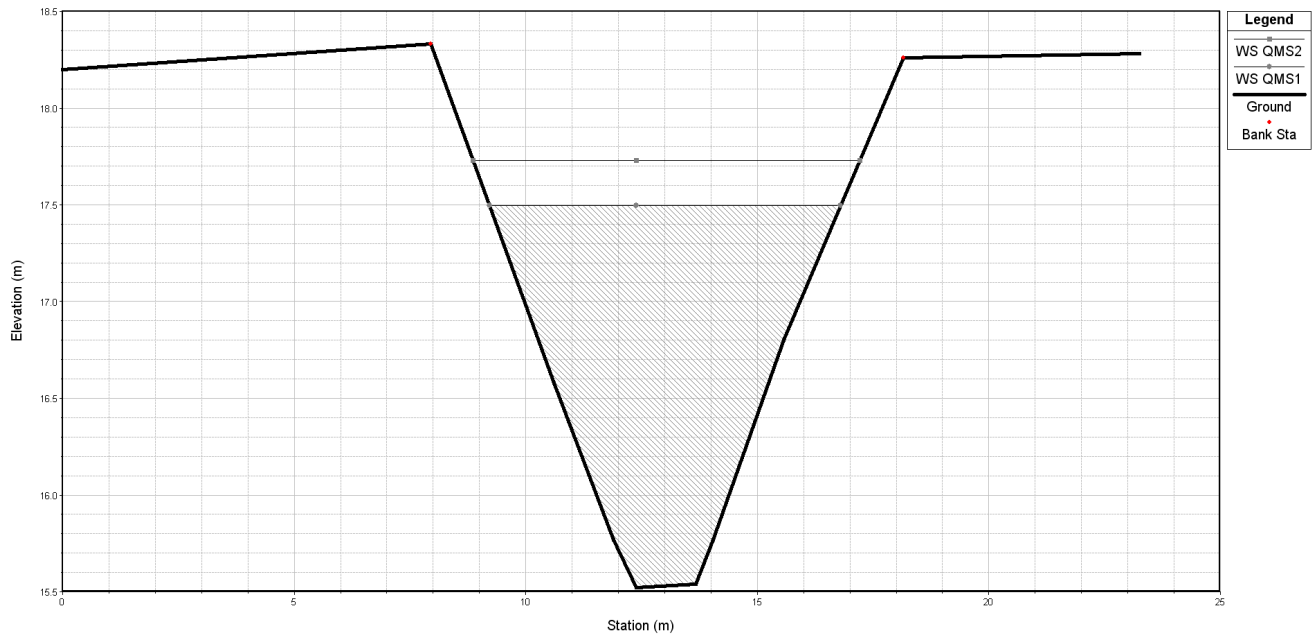


FIGURA 8-9: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=7.00m³/s E QMS2=9.00m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.2.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.1
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 11	0.00	16.85	7	19.05	19.05	0.00	0.72	0.72	0.0007	19.07	19.07
Sez. 09	652.00	16.39	7	18.23	18.21	-0.02	0.71	0.72	0.0008	18.25	18.24
Sez. 07	842.00	16.23	7	17.89	17.86	-0.03	0.96	0.99	0.0035	17.94	17.91
Sez. 06	1043.00	15.52	7	17.50	17.39	-0.11	0.80	0.88	0.0016	17.53	17.43
Sez. 06m	1113.00	15.41	7	17.38	17.29	-0.09	0.80	0.82	0.0014	17.16	17.32
Scatolare A14	1118.00	15.41	Culvert	17.38	17.29	-0.09	0.80	0.82	0.0000	17.16	17.32
Sez. 06v	1183.00	15.31	7	17.30	17.24	-0.06	0.80	0.84	0.0014	17.1	17.28
Sez. 04	1379.00	15.03	7	17.06	17.03	-0.03	0.71	0.76	0.0008	17.08	17.06
Sez. 02	1949.00	14.55	7	16.05	16.05	0.00	0.99	0.99	0.0070	16.1	16.1
Sez. 01	2048.00	13.86	7	15.82	15.82	0.00	0.88	0.88	0.0000	15.86	15.86

FIGURA 8-10: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=7.00m³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di riempimento per una portata QMS1 risulta pari al 76% della sezione di deflusso.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

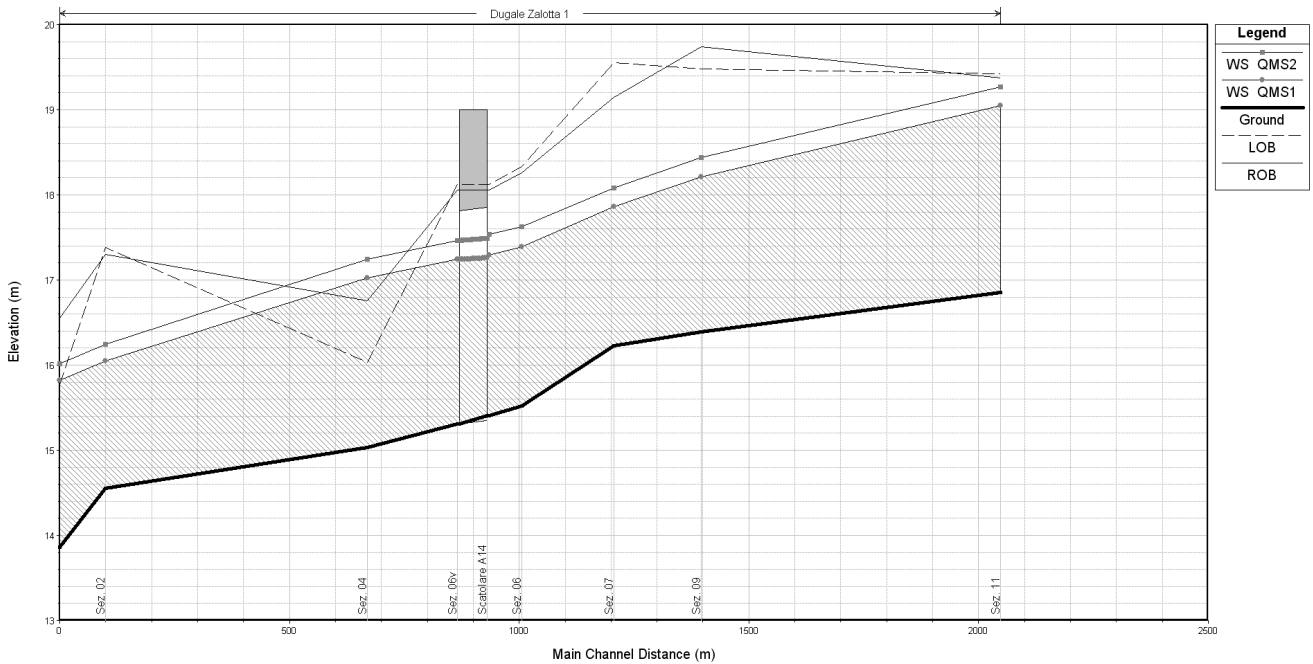


FIGURA 8-11: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=7.00 M3/SEC E QMS2=9.00M3/SEC

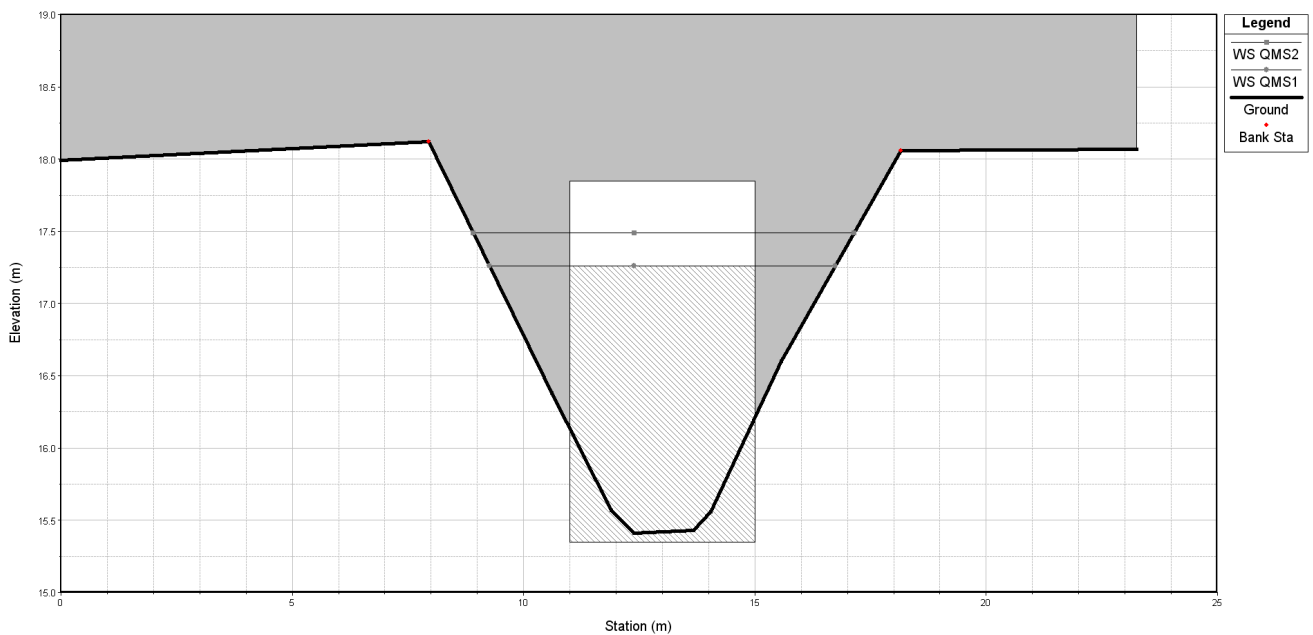


FIGURA 8-12: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS=QMS1=7,00M3/SEC E QMS2=9.00M3/SEC

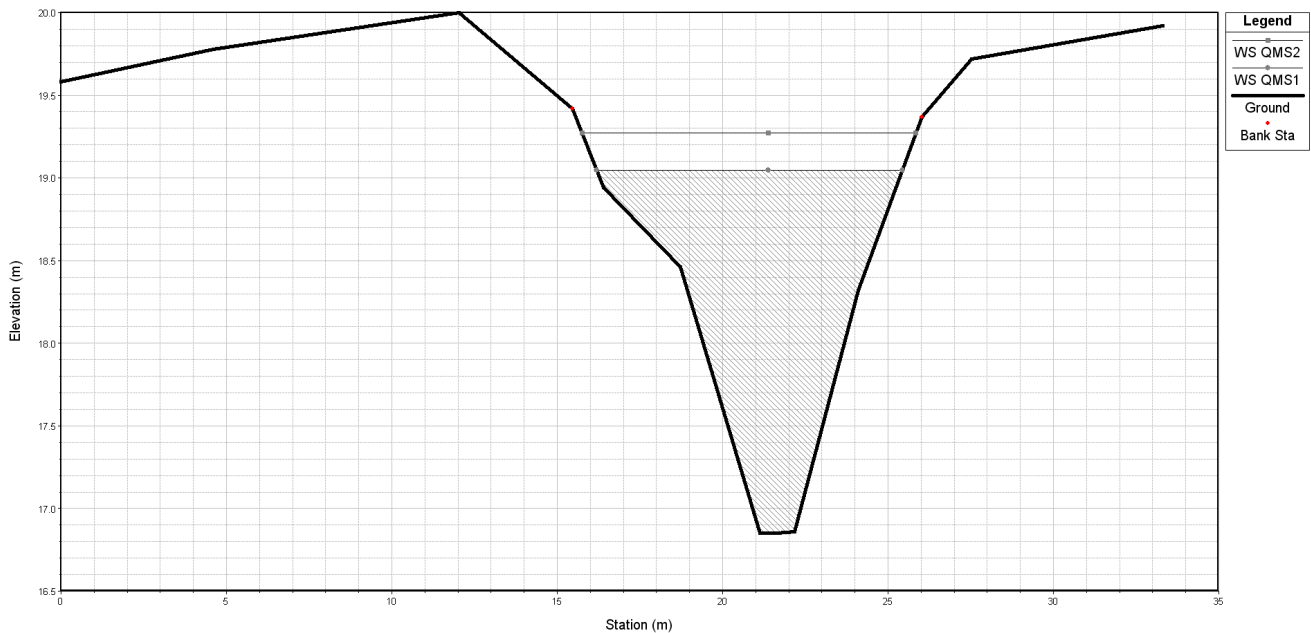


FIGURA 8-13: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 04 PER QMS1=7,00M3/SEC E QMS2=9.00M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 2 impianti di depurazione per una portata complessiva di 95l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 1.4%, valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito..

Per ciascun impianto di depurazione è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico, in entrambi i casi, risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.3. FOSSA CAVANA

8.3.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il canale chiamato FOSSA CAVANA è un canale promiscuo secondario che serve soprattutto per addurre acque di irrigazione dalla Zalotta fino alla Fossa Berardi. Si sviluppa in direzione Ovest Est a fianco della SP8

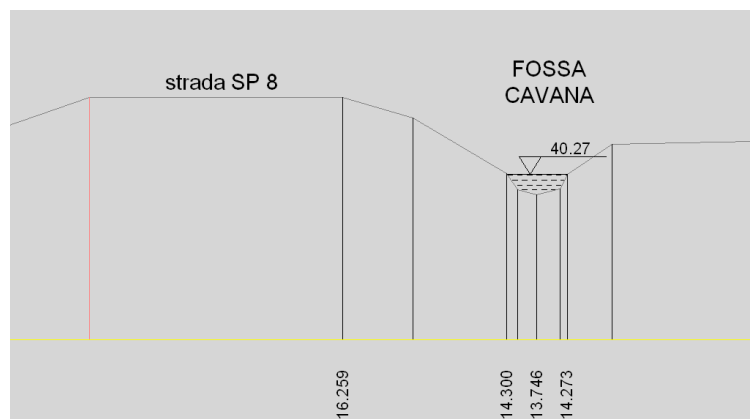


FIGURA 8-14: FOSSA CAVANA: SEZIONE TOPOGRAFICA NELLE VICINANZE DELL'INTERFERENZA

Il Canale è stato tombato nel tratto urbano del Comune di Concordia e riceve numerosi scarichi di acque miste delle fogne per cui le sue acque sono talvolta di indubbia qualità. Un elemento di criticità è rappresentato dalla Botte a Sifone sotto il Canale Sabbioncello dove si accumulano i rifiuti ed i sedimenti veicolati da monte.

Il canale, nel tratto d'interferenza con la rotatoria di accesso allo svincolo S02 si San Possidonio, scorre parallelo alla SP8, con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di materiali fini sul fondo ascrivibili al sistema dei limi e delle argille con presenza sporadica di ghiaia a forma eterogenea e di origine alluvionale.

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 4.50m base minore 1.1m ed altezza 1.30. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 14.74 mnm



FIGURA 8-15: FOSSA CAVANA: SOSTEGNO

14.71 msm.

L'interferenza con la rotatoria viene risolta con due scatolari 2.50X2.00 lunghi rispettivamente 10m e 70m.

La quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 14.51msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. .



**FIGURA 8-16: FOSSA CAVANA: ALLA SEZIONE
 D'INTERFERENZA, VISTA VERSO MONTE**

Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

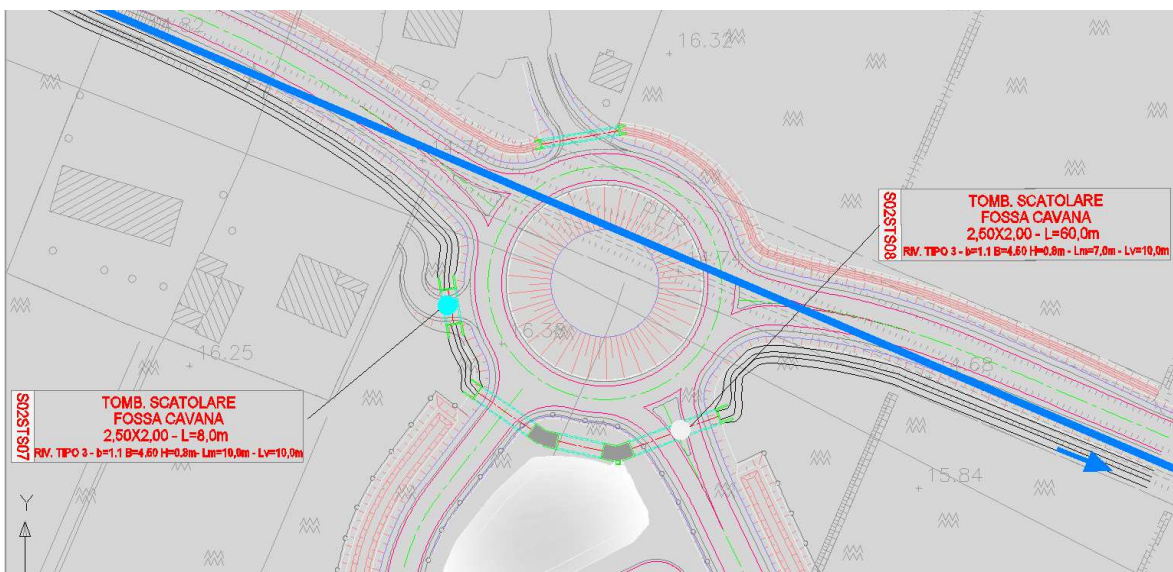


FIGURA 8-17: FOSSA CAVANA: INTERSEZIONE CON LA ROTATORIA DI ADDUZIONE ALLO SVINCOLO S02 DI SAN POSSIDONIO

CODICE	A01A055	
NOME	FOSSA CAVANA	
DATA RILIEVO	24/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
COMUNE	San Possidonio	
PROGRESSIVA	14+661	
FOTOGRAFIE	A01A055_1	A01A055_2
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1658243.21
	GAUSS BOAGA Y	4974674.12
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	1.978
	SORGENTE	centro abitato di Concordia sulla Secchia
	FOCE	Fossa Berardi
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	centro abitato con strada laterale
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21
NOTE	paratoie manuali per la gestione delle portate e livelli irrigui	

8.3.2. Verifiche idrauliche

8.3.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=1,10m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=1,40m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.3.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica dei idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;

- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;
- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto.

Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

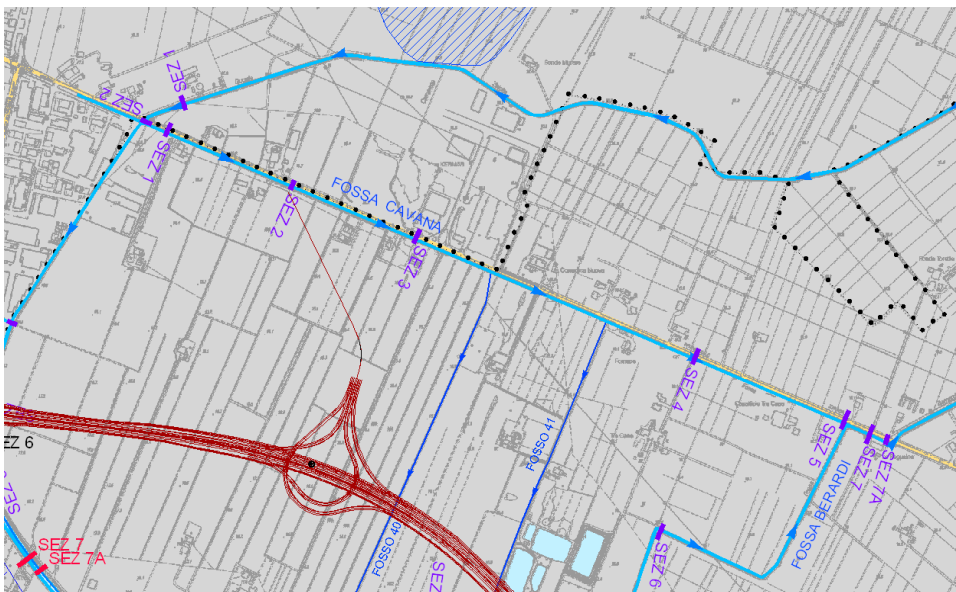


FIGURA 8-18: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.3.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 e QMS2 nella configurazione morfologica attuale.

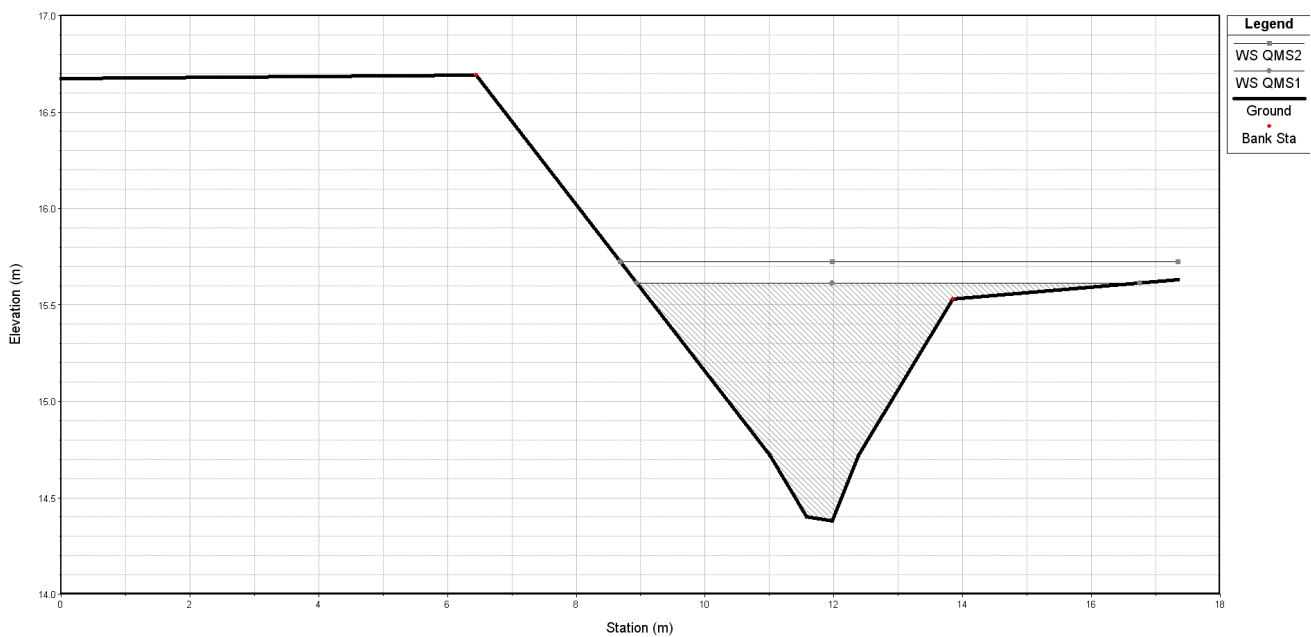


FIGURA 8-19: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=1.10m³/s E QMS2=1.40m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.3.2.4 Risultati delle analisi negli Stati di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici i S.F.	Livelli idrometrici i S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.1
	[m]	[m s.l.m.]		[m s.l.m.]	[m s.l.m.]		[m/s]	[m/s]			
Sez. 01	0.00	14.23	1.1	15.73	15.72	-0.01	0.29	0.30	-0.00050	15.73	15.72
Sez. 02m	300.00	14.38	1.1	15.61	15.60	-0.01	0.35	0.35	0.00000	15.62	15.61
Scatolare monte	305.00	14.38	Culvert	15.61	15.60	-0.01	0.35	0.00	0.00000	15.62	15.61
Sez. 02	320.00	14.38	1.1	15.61	15.60	-0.01	0.35	0.36	0.00000	15.62	15.60
Scatolare valle	325.00	14.38	Culvert	15.61	15.60	-0.01	0.35	0.00	0.00000	15.62	15.60
Sez. 02v	400.00	14.38	1.1	15.61	15.58	-0.03	0.35	0.36	0.00160	15.60	15.59
Sez. 03	636.50	14.01	1.1	15.47	15.47	0.00	0.32	0.32	0.00040	15.48	15.48
Sez. 04	1351.30	13.75	1.1	15.22	15.22	0.00	0.31	0.31	0.00020	15.22	15.22
Sez. 04t	1734.00	13.67	1.1	15.06	15.06	0.00	0.35	0.35	0.00000	15.07	15.07

FIGURA 8-20: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=1.10M³/SEC

Si è verificato che in entrambi i manufatti di attraversamento il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. I valori di riempimento sono rispettivamente pari al 61% per l'attraversamento di monte e al 60% per l'attraversamento di valle.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS1 assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

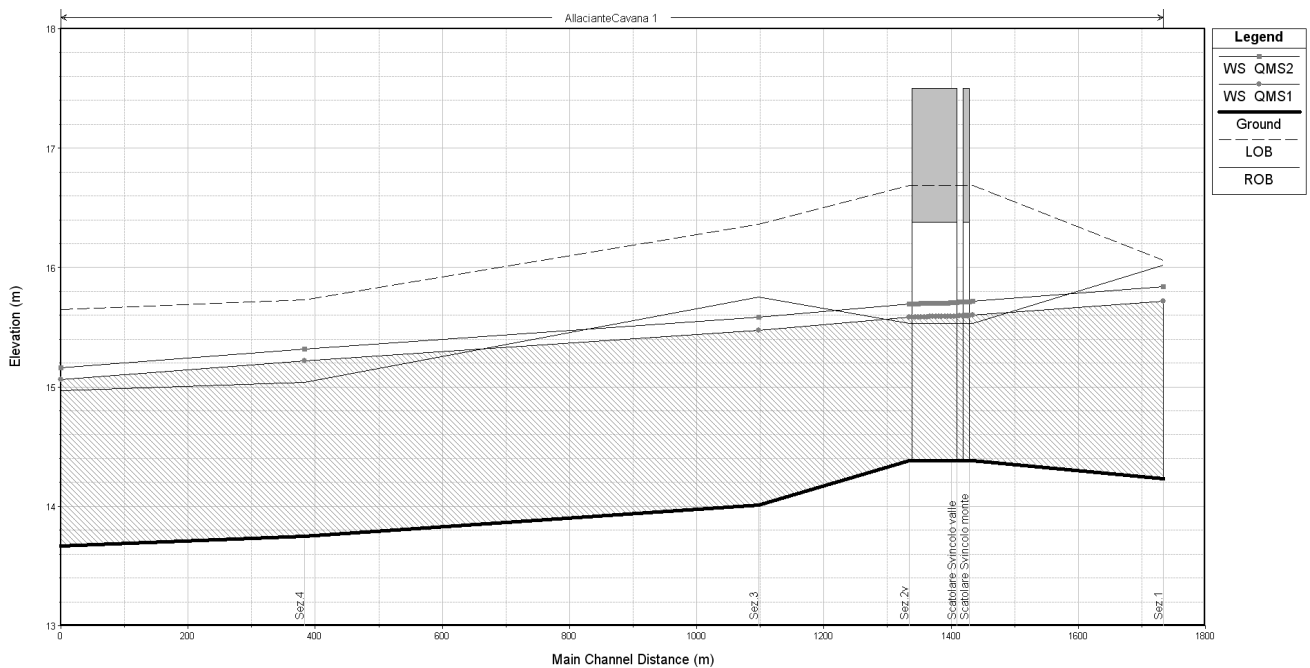


FIGURA 8-21: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=1.10 M3/SEC E QMS2=1.40M3/SEC

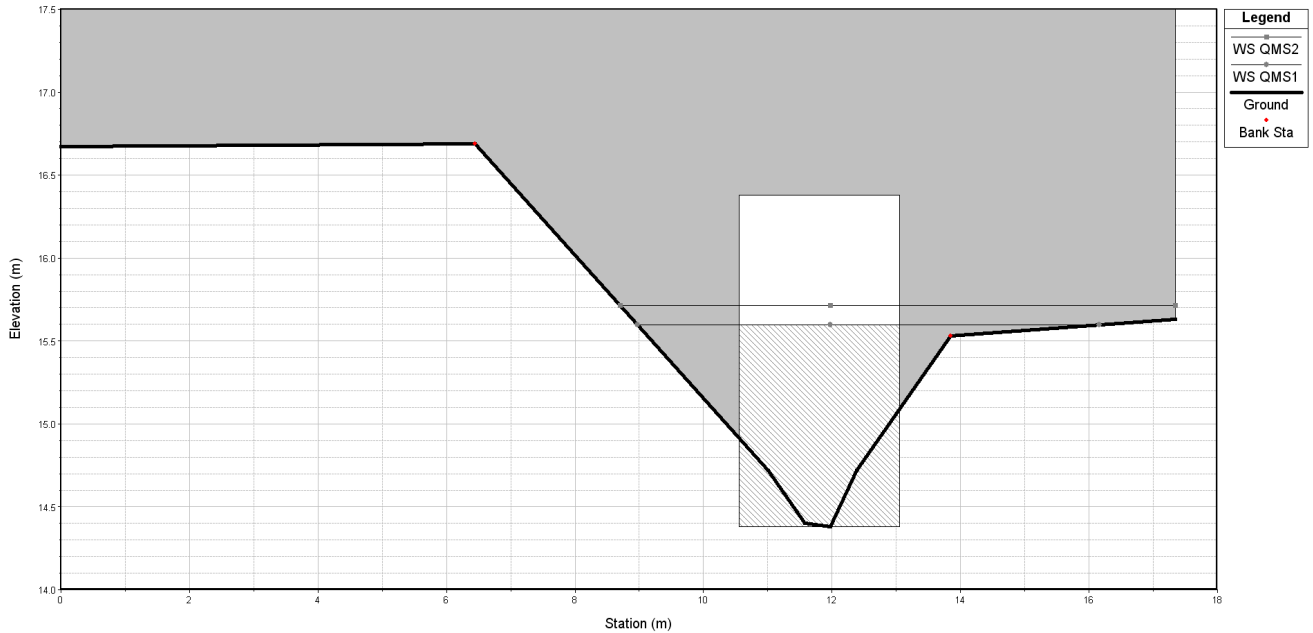


FIGURA 8-22: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=1,10M3/SEC E QMS2=1.40M3/SEC

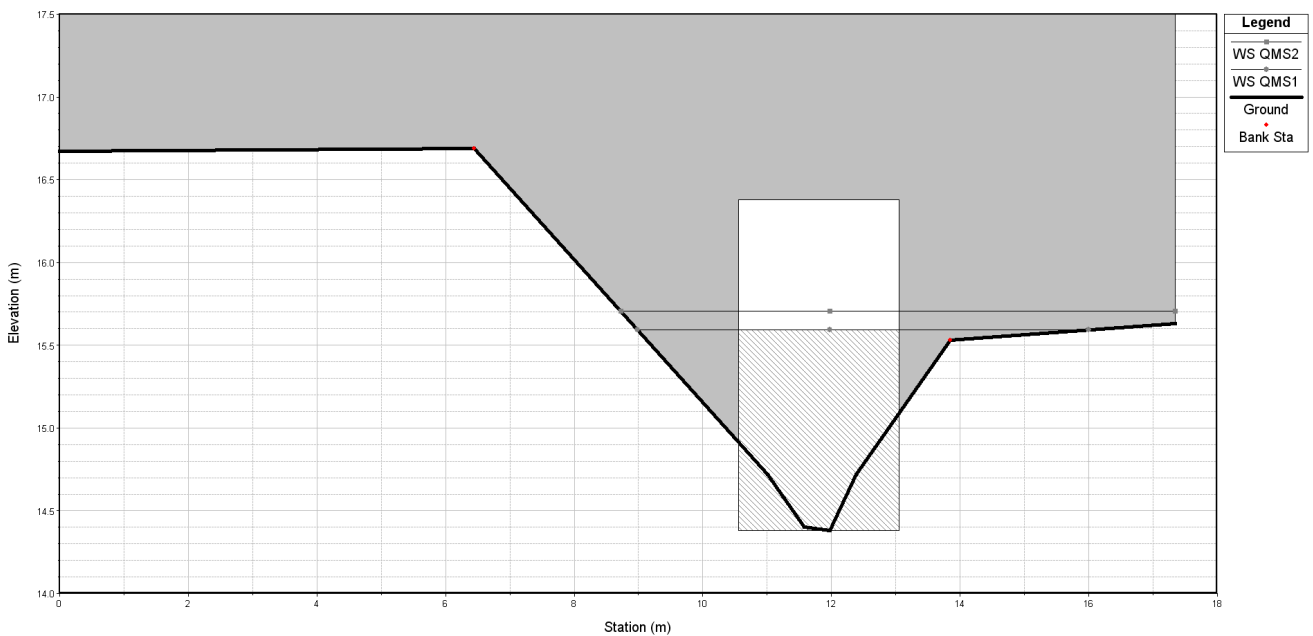


FIGURA 8-23: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DI VALLE PER QMS1=1,10M3/SEC E QMS2=1.40M3/SEC

8.4. FOSSA BERARDI

8.4.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

La Fossa Berardi è un canale promiscuo secondario che serve soprattutto per addurre acque di irrigazione dalla Zalotta. Si sviluppa in direzione Sud-Nord ed interseca il tracciato autostradale a Sud dell'abitato di Concordia.

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di materiali fini sul fondo ascrivibili al sistema dei limi e delle di origine alluvionale.

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 5.70m base minore 2.8m ed altezza 1.10.



FIGURA 8-24: FOSSA BERARDI: TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO

La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 14.00 msm. L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 4.00X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 13.80msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m



FIGURA 8-25 FOSSA BERARDI SEZIONE DI MONTE

Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE	A01A058	
NOME	FOSSA BERARDI	
DATA RILIEVO	24/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
ENTE GESTORE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	
COMUNE	San Possidonio	
PROGRESSIVA	15+479	
FOTOGRAFIE	A01A058_1	A01A058_2
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1658836.87
	GAUSS BOAGA Y	4973648.85
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	4.399
	SORGENTE	Fossa Allacciamento
	FOCE	Canale Sabbioncello
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite (phragmites) - vegetazione riparia erbacea
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta coltivata a mais e frutteti
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.4.2. Verifiche idrauliche

8.4.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=2,30m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=3,00m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.4.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica dei idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le

eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto.

Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

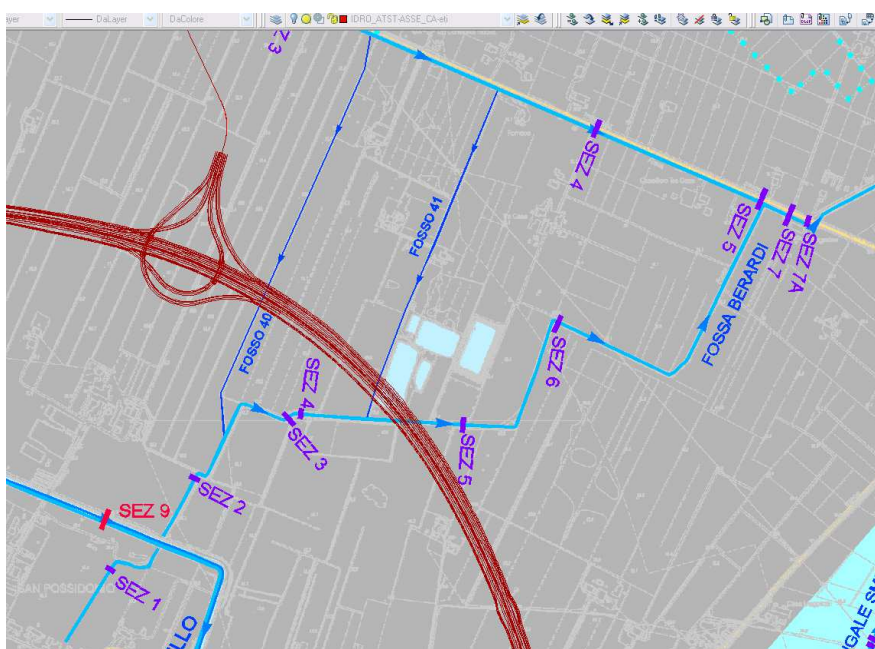


FIGURA 8-26: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.4.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

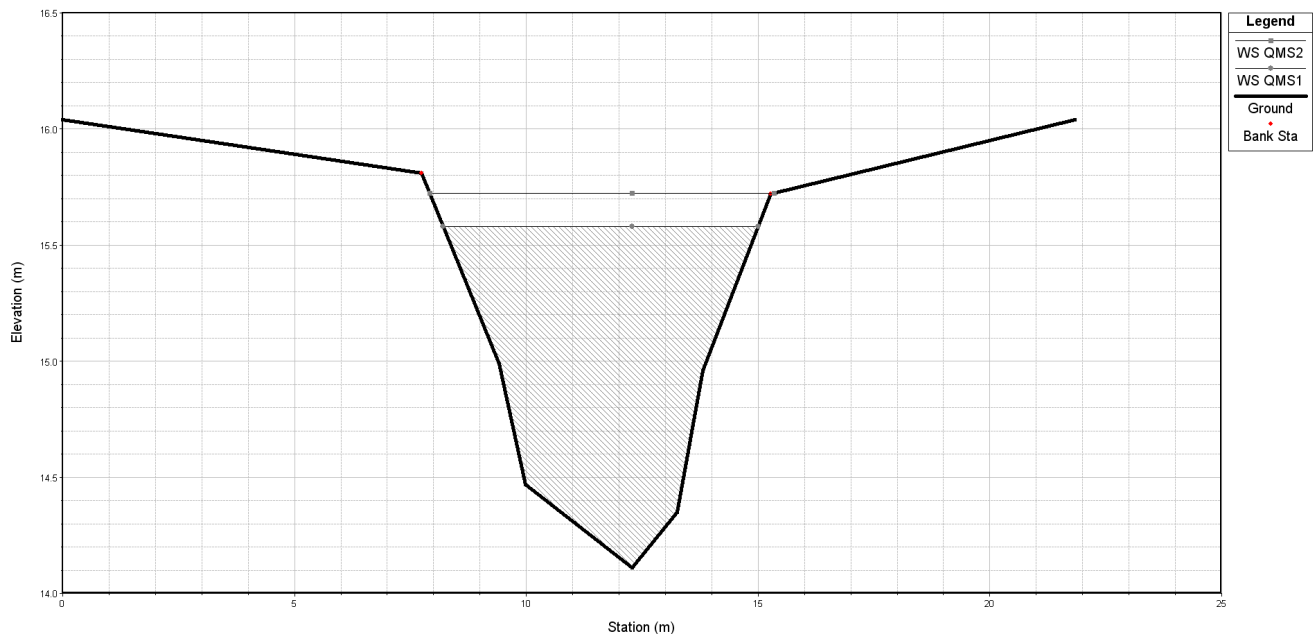


FIGURA 8-27: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=2.30m³/s e QMS2=3.00m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.4.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 02	0.00	14.65	2.3	15.77	15.76	-0.01	0.66	0.67	0.00180	15.79	15.78
Sez. 03	307.00	14.11	2.3	15.59	15.56	-0.03	0.35	0.36	0.00000	15.60	15.57
Sez. 04	337.00	14.11	2.3	15.58	15.55	-0.03	0.38	0.40	0.00060	15.59	15.56
Sez. 04bis	449.50	14.04	2.3	15.53	15.50	-0.03	0.38	0.38	0.00000	15.54	15.51
Scatolare A15	454.50	14.04	Culvert	15.53	15.50	-0.03	0.38	0.38	0.00000	15.54	15.51
Sez. 05bis	569.50	14.04	2.3	15.53	15.49	-0.04	0.38	0.39	0.00060	15.54	15.50
Sez. 05	682.00	13.97	2.3	15.45	15.45	0.00	0.36	0.36	0.00060	15.46	15.46
Sez. 06	1043.00	13.74	2.3	15.33	15.33	0.00	0.38	0.38	0.00000	15.34	15.34
Sez. 07	1774.00	13.74	2.3	15.06	15.06	0.00	0.34	0.34	0.00310	15.07	15.07
Sez. 07A	1816.00	13.61	2.3	15.05	15.05	0.00	0.32	0.32	0.00000	15.06	15.06

FIGURA 8-28: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=2.30m³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 68%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento

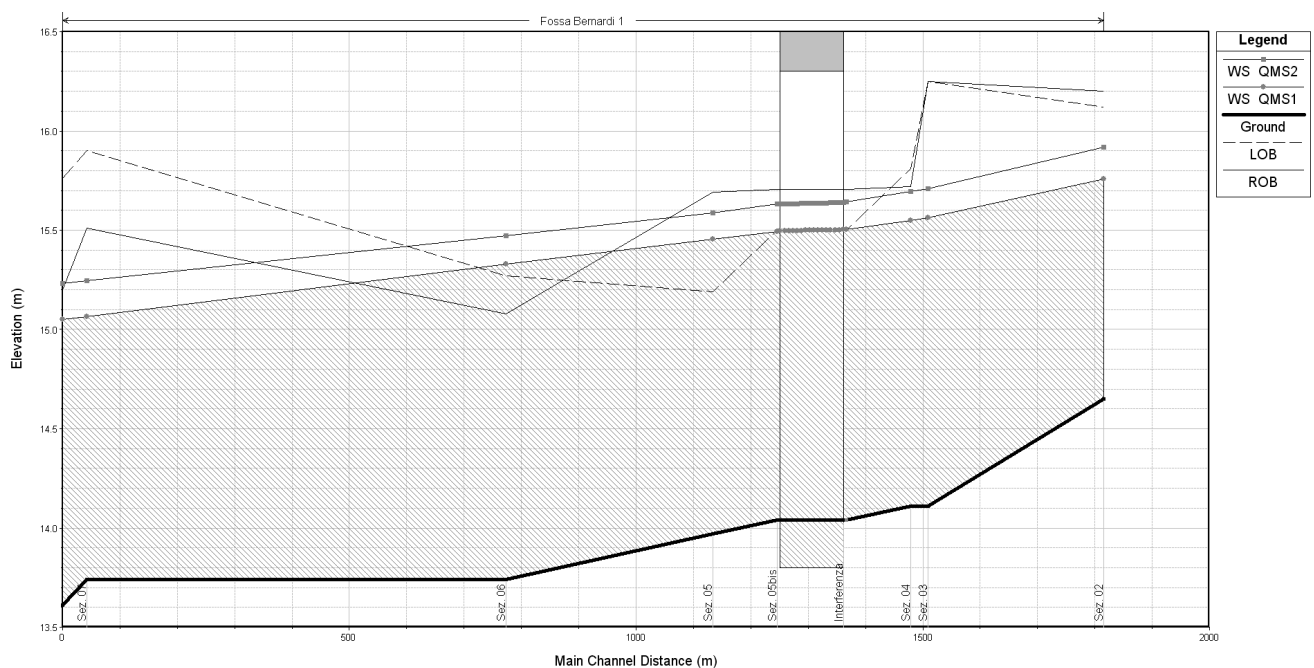


FIGURA 8-29: PROFILI DI RIGURITO A CONFRONTO TRA QMS1=2.30 M3/SEC E QMS2=3.00M3/SEC

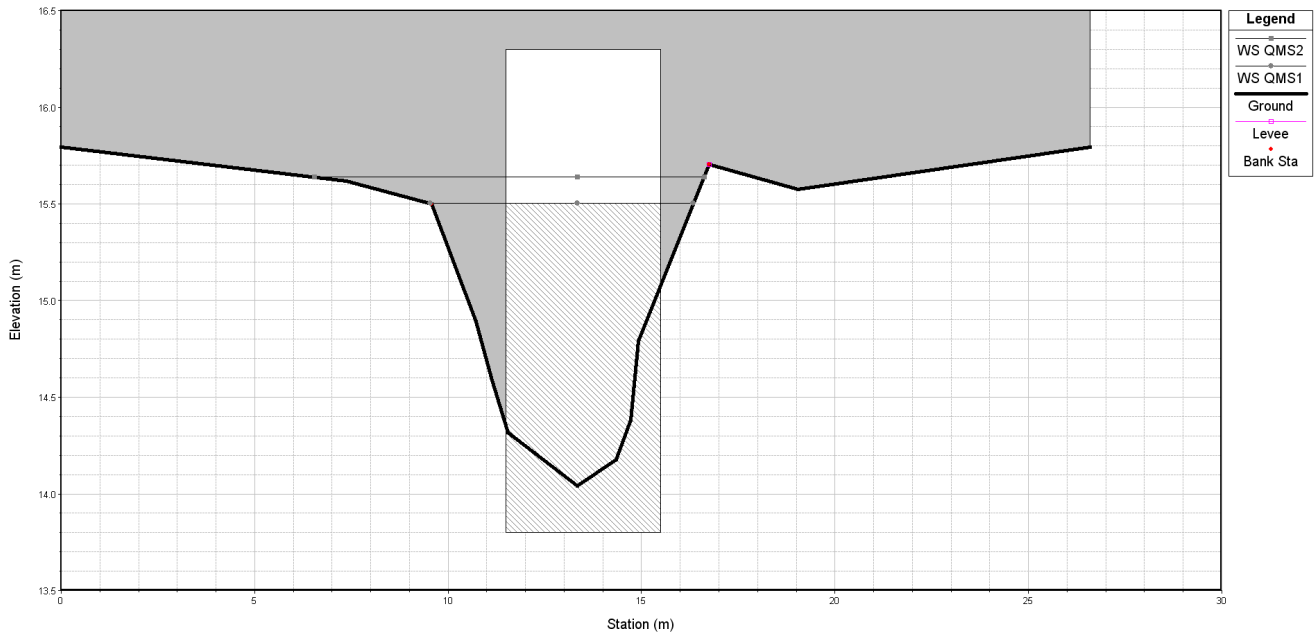


FIGURA 8-30: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=2.30M3/SEC E QMS2=3.00M3/SEC

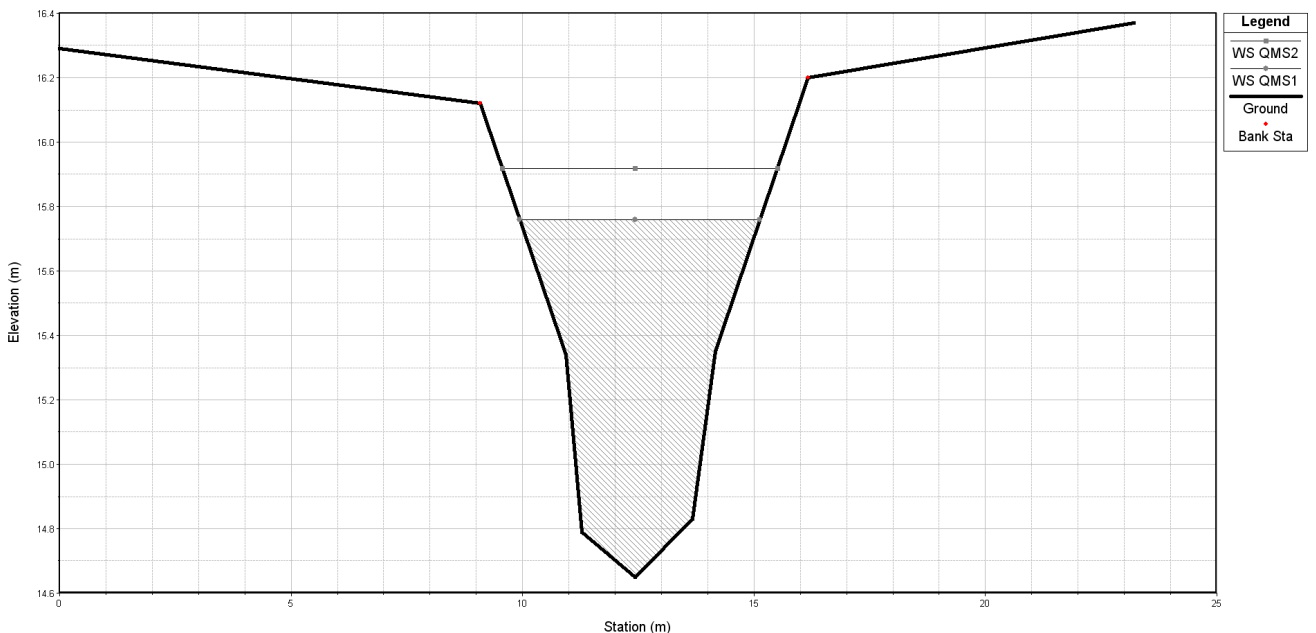


FIGURA 8-31: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 02 PER QMS1=2.30M3/SEC E QMS2= 3.00M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di un impianto di depurazione posto a monte dell'interferenza autostradale e dell'impianto di sollevamento della trincea di S. Possidonio per una portata



AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA
IDRAULICA CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI
**RELAZIONE IDRAULICA PER LA RETE IDRICA GESTITA
DAL CONSORZIO DI BONIFICA BURANA**

complessiva di 100l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 4.30% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.

8.5. DUGALE SMIRRA DI CONFINE SINISTRO

8.5.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Canale Smirra di Confine Sinistro è un canale promiscuo secondario che trae le sue origini dalla Burana in località Molinetto. Si sviluppa in direzione Sud-Nord ed interseca il tracciato autostradale obliquamente poco dopo il Ramedello..

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali

L'alveo è caratterizzato dalla presenza di elofite con predominanza di phragmites australis che denotano la ricca e nutriente qualità dei sedimenti di origine prevalentemente limosa di dilavamento dei limitrofi campi coltivati. Fuori dal ciclo irriguo è regolarmente asciutto.

La sezione trapezia del canale nel tratto



FIGURA 8-32: DUGALE SMIRRA DI CONFINE SINISTRO: TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO

interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 8.20m base minore 3.0m ed altezza 1.30m La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15.26 msm.

L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 3.00X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 15.06msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettaglio nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE		A01A059	
NOME		DUGALE SMIRRA DI CONFINE IN SX	
DATA RILIEVO	26/08/2011		
PROPRIETA'	demaniale		
COMUNE	San Possidonio		
PROGRESSIVA	16+488		
FOTOGRAFIE	A01A059_1	A01A059_2	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1659181.32	
	GAUSS BOAGA Y	4972703.09	
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-	
	LUNGHEZZA (m)	3.136	
	SORGENTE	Canale Diversivo di Burana	
	FOCE	Dugale Cucco	
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo	
	TIPO SEZIONE	In scavo	
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	
	EROSIONI	erosioni localizzate	
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario	
	USO	promiscuo	
	GRANULOMETRIA	limo argilloso	
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite (phragmites) - vegetazione riparia erbacea	
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta con frutteti	
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	16-21	

8.5.2. Verifiche idrauliche

8.5.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=3,20m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=4,10m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.5.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 16-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto.

Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

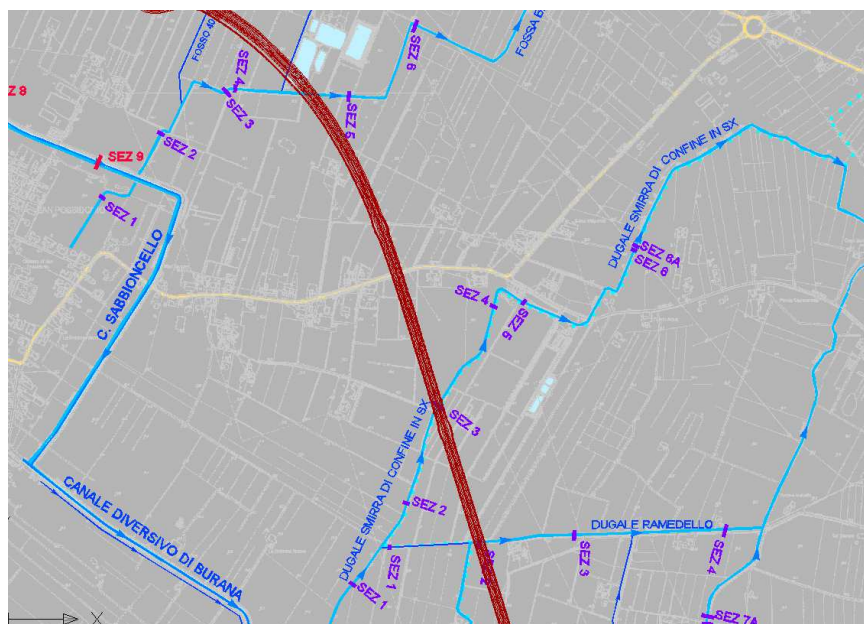


FIGURA 8-33: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.5.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 e QMS2 nella configurazione morfologica attuale.

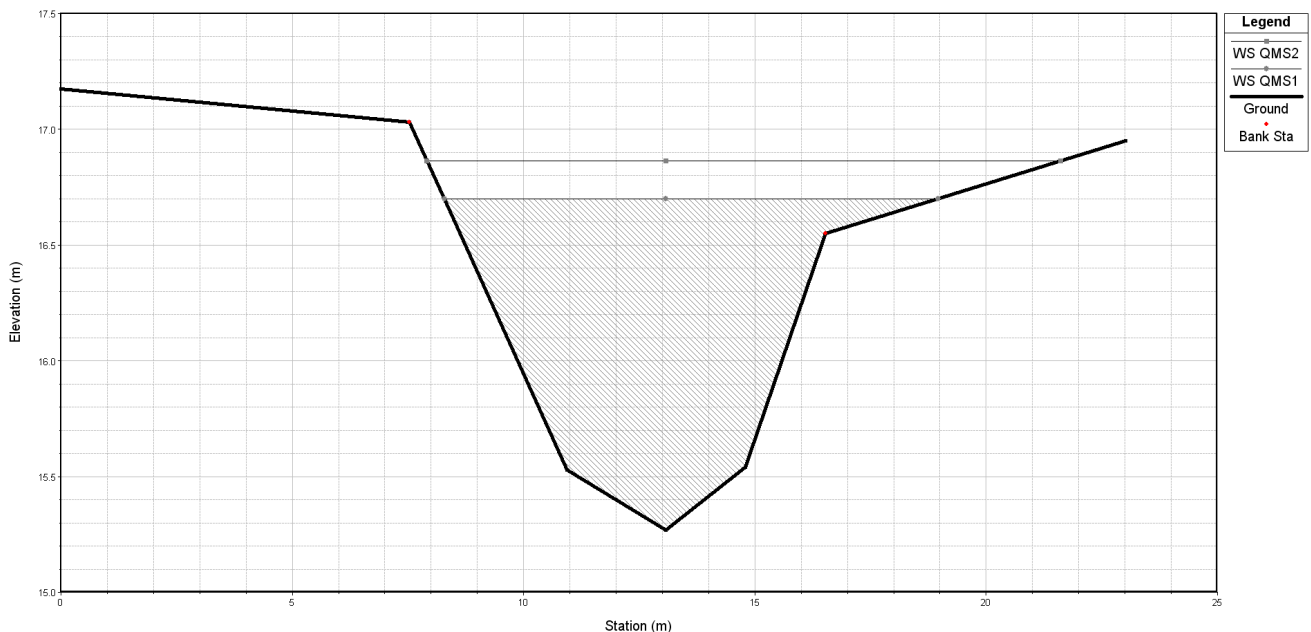


FIGURA 8-34: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=3.20m³/s E QMS2=4.10m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.5.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	15.71	3.2	17.33	17.33	0.00	0.64	0.64	0.0003	17.35	17.36
Sez. 02	298.00	15.61	3.2	16.92	16.93	0.01	0.78	0.77	0.0011	16.95	16.96
Sez. 03	610.00	15.27	3.2	16.70	16.71	0.01	0.41	0.41	0.0000	16.71	16.72
Interferenza	615.00	15.27	Culvert	16.70	16.71	0.01	0.41	0.41	0.0000	16.71	16.72
Sez. 03v	680.00	15.27	3.2	16.70	16.67	-0.03	0.41	0.43	0.0006	16.71	16.68
Sez. 04	965.00	15.09	3.2	16.50	16.50	0.00	0.55	0.55	0.0036	16.51	16.51
Sez. 05	1105.50	14.59	3.2	16.39	16.39	0.00	0.55	0.55	0.0005	16.41	16.41
Sez. 06	1597.50	14.35	3.2	15.98	15.98	0.00	0.62	0.62	0.0057	16.00	16.00
Sez. 06A	1611.50	14.27	3.2	15.97	15.97	0.00	0.58	0.58	0.0000	15.98	15.98

FIGURA 8-35: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=3.20m³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 65%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento .

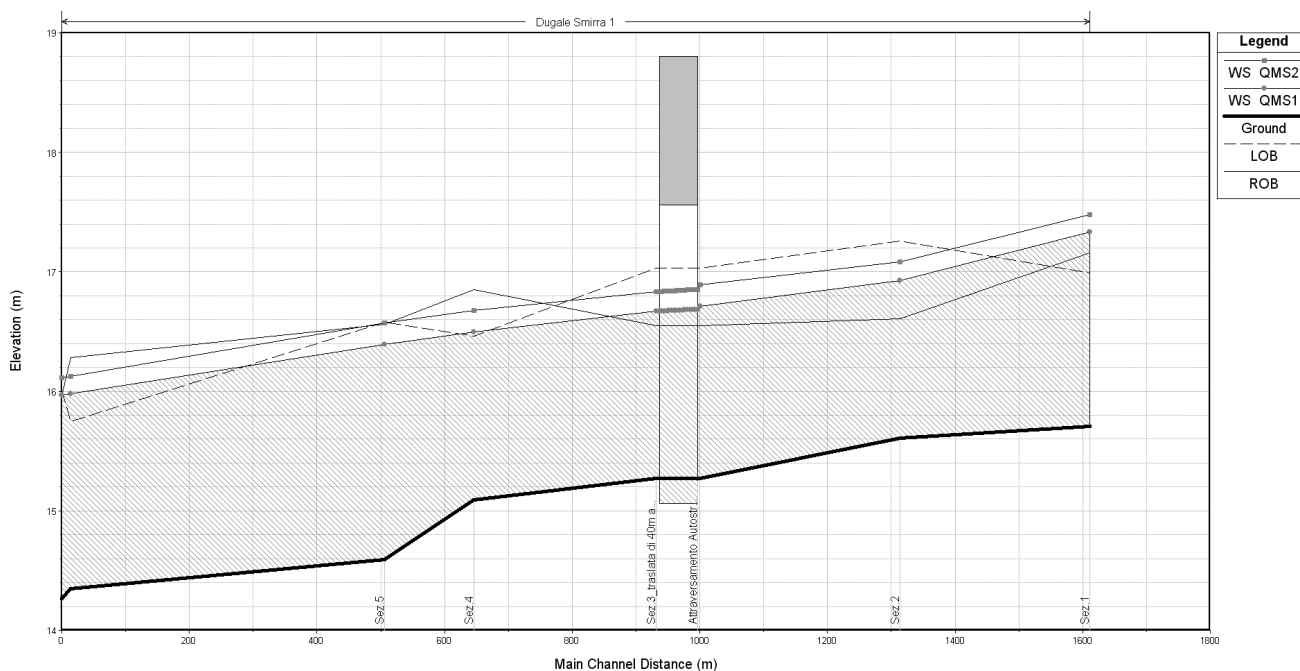


FIGURA 8-36: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=3.20 M3/SEC E QMS2=4.10M3/SEC

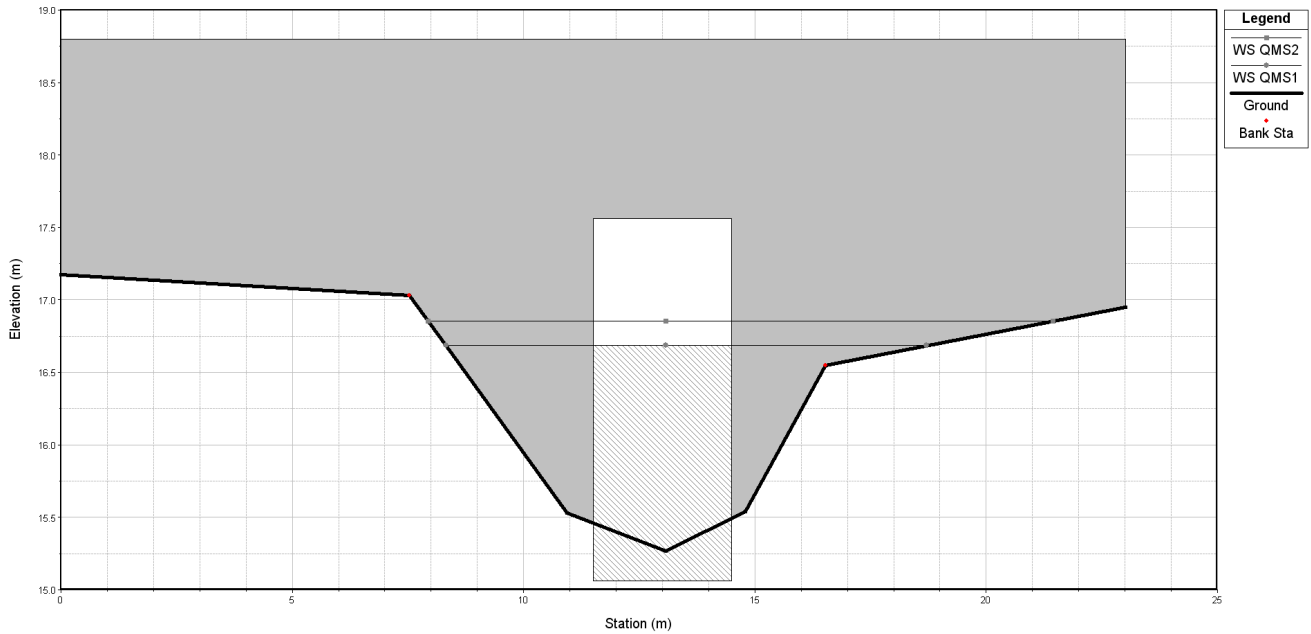


FIGURA 8-37: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=3.20M3/SEC E QMS2=4.10M3/SEC

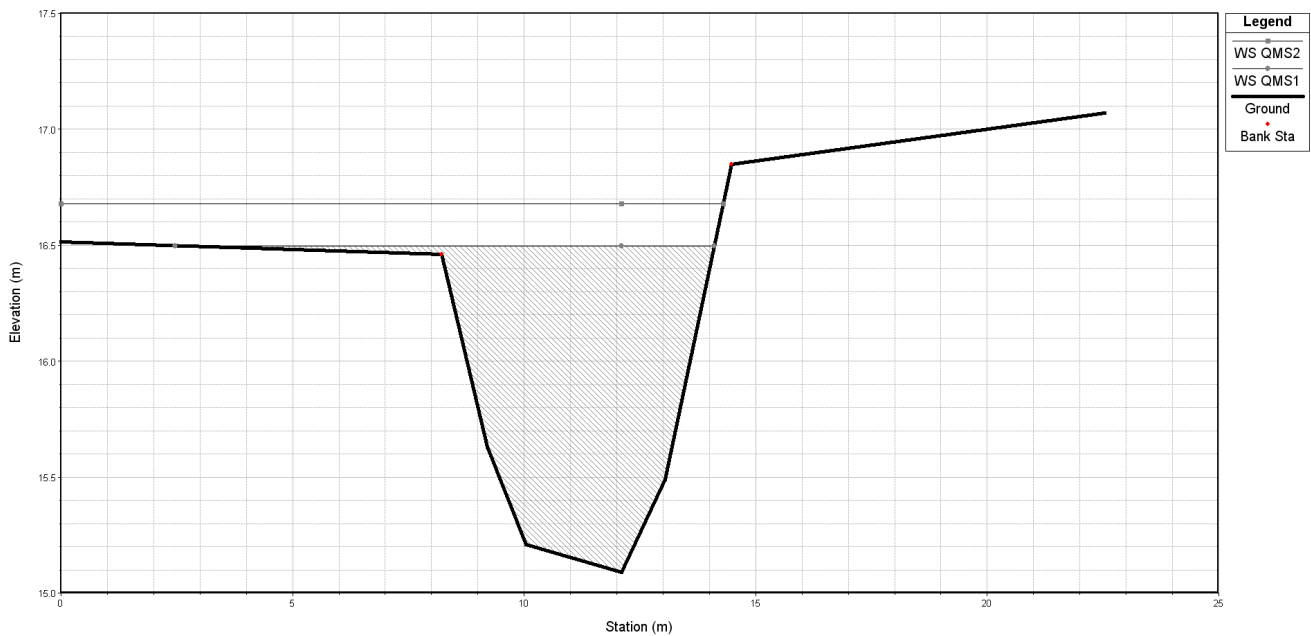


FIGURA 8-38: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 04 PER QMS1=3.20M3/SEC E QMS2= 4.10M3/SEC

8.6. DUGALE RAMEDELLO

8.6.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Canale Dugale Ramedello è un canale promiscuo secondario che trae le sue origini dalla Burana ai margini dei confini comunali di San Felice. Si sviluppa in direzione Sud-Nord ed interseca il tracciato autostradale poco dopo il Burana e sempre nel territorio comunale di San Felice.

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. Ciononostante in questo tratto presenta una discreta qualità ambientale che poi via via decresce verso Nord.

L'alveo è caratterizzato dalla presenza di erba acquatiche con predominanza di elofite.

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 3.20m base minore 1.0m ed altezza 1.00m.



FIGURA 8-39: DUGALE RAMEDELLO: TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO

La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15.82 msm.

L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 2.00X1.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 15.62msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE		A01A060	
NOME		DUGALE RAMEDELLO	
DATA RILIEVO	26/08/2011		
PROPRIETA'	demaniale		
COMUNE	Mirandola		
PROGRESSIVA	16+919		
FOTOGRAFIE	A01A060_1	A01A060_2	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1659307.92	
	GAUSS BOAGA Y	4972290.61	
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-	
	LUNGHEZZA (m)	1.164	
	SORGENTE	Dugale Smirra di Confine in sx	
	FOCE	Dugale Cucco	
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo	
	TIPO SEZIONE	In scavo	
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	
	EROSIONI	assenza di erosioni	
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario	
	USO	promiscuo	
	GRANULOMETRIA	limo sabbioso	
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea rada - vegetazione riparia erbacea con presenza di canneto sfalcato	
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta coltivata a mais e frutteti	
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA(m ^{1/3} /s)	19-21	

8.6.2. Verifiche idrauliche

8.6.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=1,10m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=1,30m^3/s$;

Le portate, a valle dell'attraversamento, tengono conto della confluenza con il fosso 42.

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.6.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna

opera in progetto;

- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;
- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.



FIGURA 8-40: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.6.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

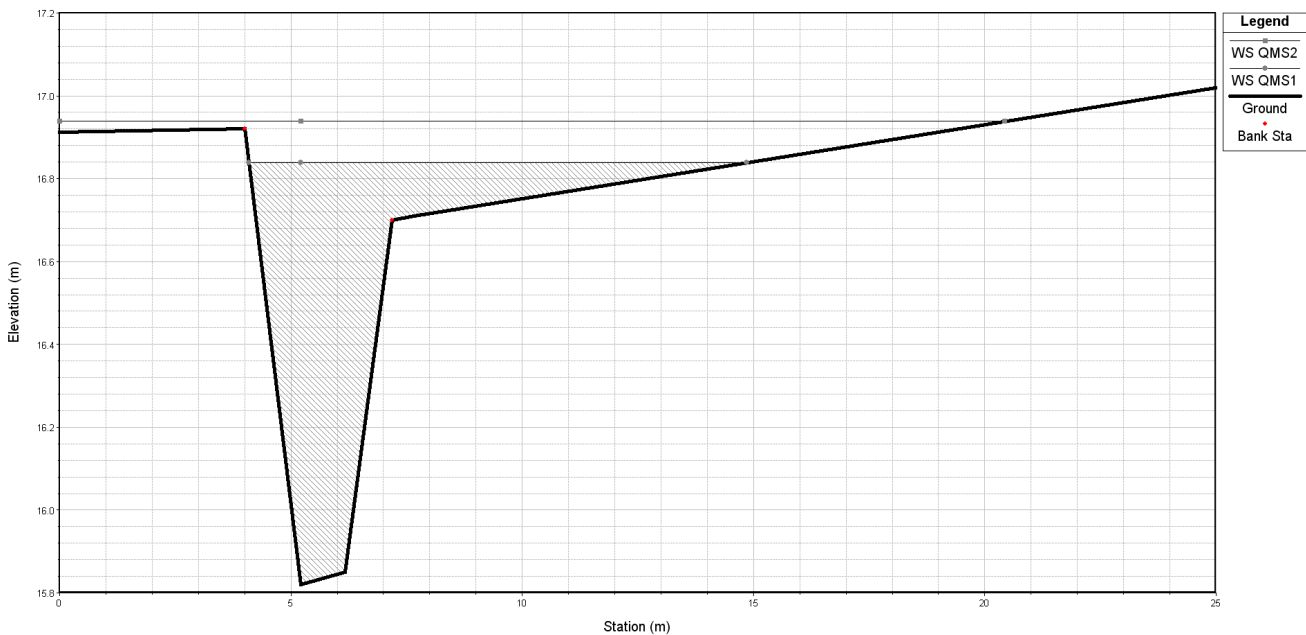


FIGURA 8-41: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=1.00M³/S E QMS1=1.30M³/S ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.6.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva [m]	Quota del fondo [m s.l.m.]	Q di progetto [m ³ /s]	Livelli idrometrici i S.F. [m s.l.m.]	Livelli idrometrici i S.P. [m s.l.m.]	ΔH [m]	Velocità S.F. [m/s]	Velocità S.P. [m/s]	Pendenza -	Carico totale S.F. [m]	Carico totale S.P. [m]
Sez. 01	0.00	15.92	1	17.08	17.08	0.00	0.42	0.42	0.0004	17.09	17.09
Sez. 02	273.00	15.82	1	16.84	16.83	-0.01	0.45	0.46	0.0000	16.85	16.84
Interferenza	278.00	15.82	Culvert	16.84	16.83	-0.01	0.45	0.46	0.0000	16.85	16.84
Sez. 02 tr	313.00	15.82	1	16.84	16.81	-0.03	0.45	0.48	0.0022	16.85	16.83
Sez. 03	563.00	15.28	1.25	16.50	16.50	0.00	0.53	0.53	0.0013	16.52	16.52
Sez. 04	1023.00	14.69	1.25	15.87	15.87	0.00	0.52	0.52	0.0000	15.88	15.88

FIGURA 8-42: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=1.00M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 66%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

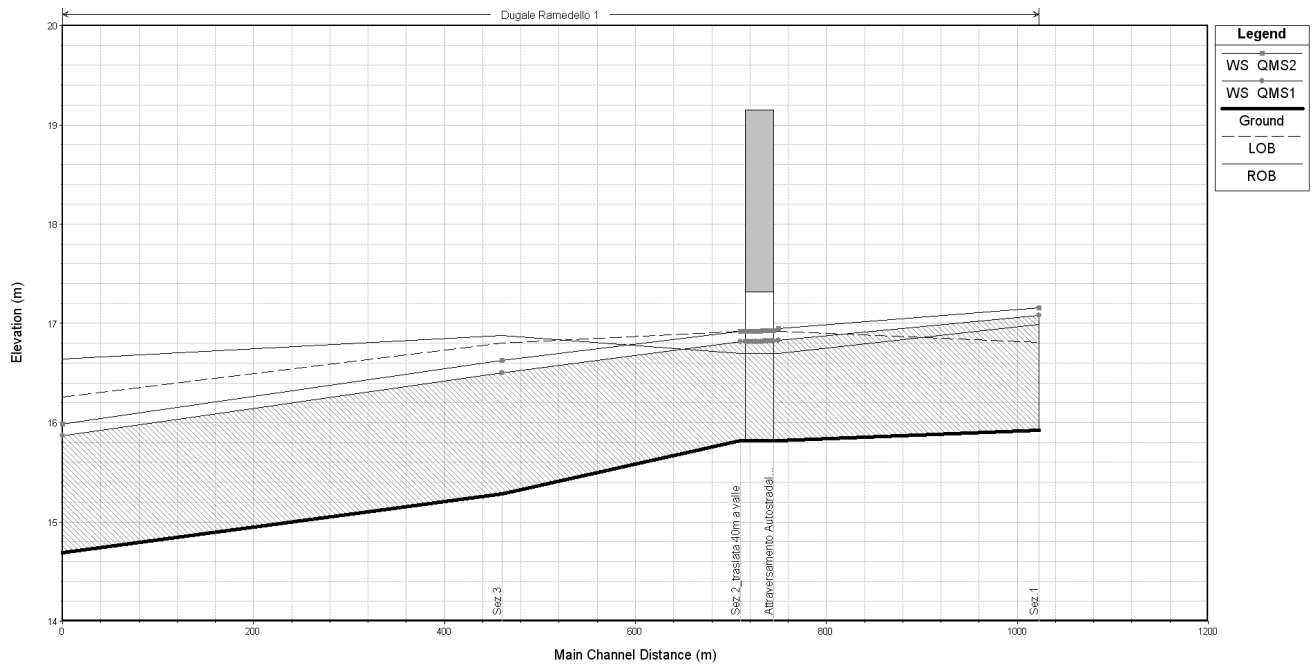


FIGURA 8-43: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=1.00 M3/SEC E QMS2=1.30M3/SEC

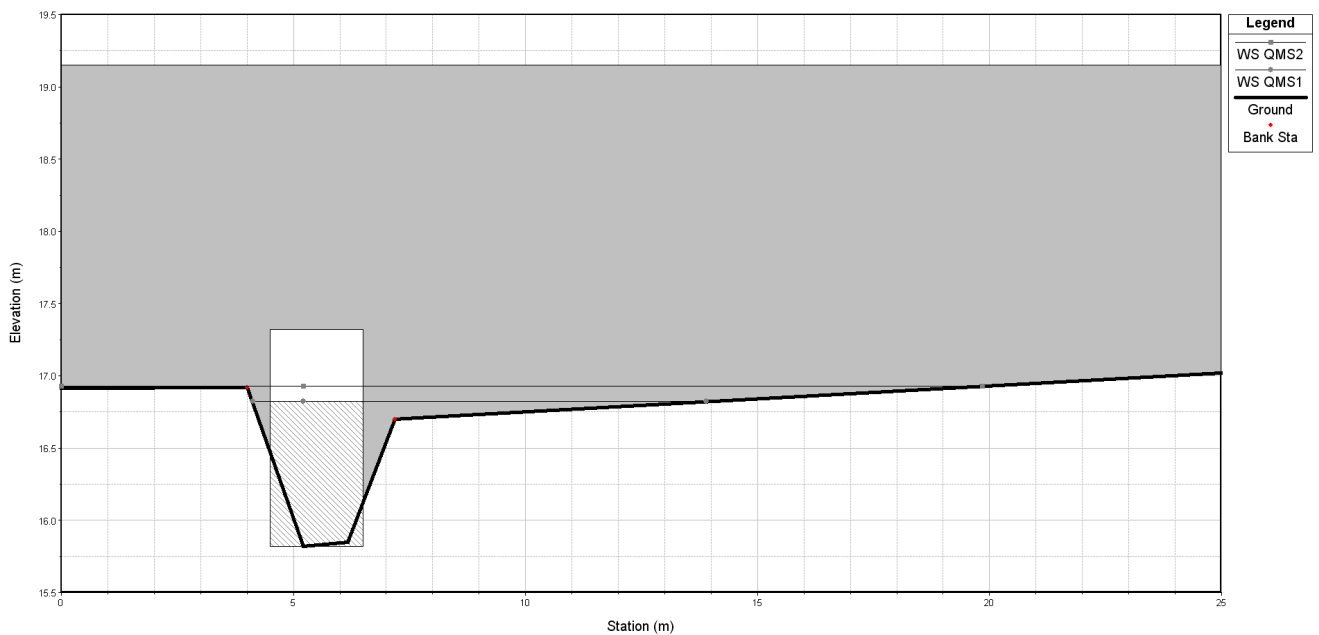


FIGURA 8-44: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=1.00M3/SEC E QMS2=1.3M3/SEC

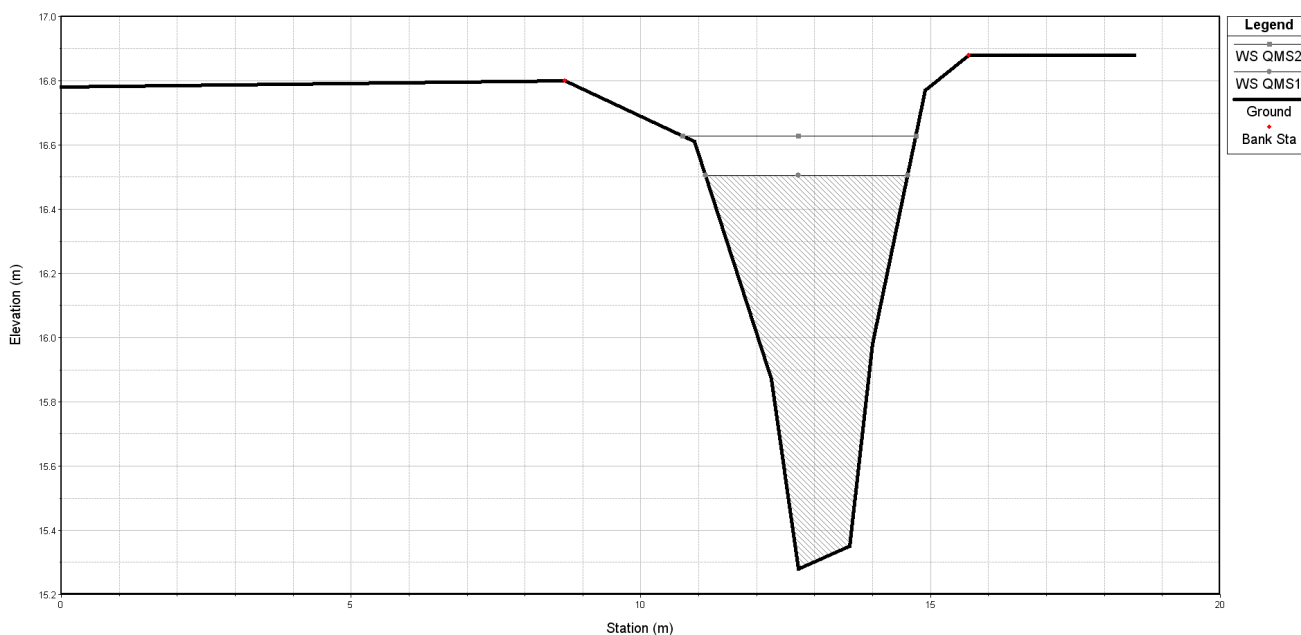


FIGURA 8-45: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 03 PER QMS1=1.00M3/SEC E QMS2=1.30M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 2 impianti di depurazione per una portata complessiva di 36l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 3.6% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.

Per ciascun impianto di depurazione è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico, in entrambi i casi, risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.7. DUGALE CUCCO

8.7.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Canale Dugale Cucco è un canale promiscuo secondario che trae le sue origini dalla Burana con una presa chiavicale subito a monte dell'intersezione con il tracciato autostradale

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane asciutto completamente per cui è un canale morto. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di erba pioniera sulle sponde tipiche degli ambienti ecotonali di transizione e stressati.



FIGURA 8-46: DUGALE CUCCO: TRATTO DI ATTRAVERSAMENTO

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 5.70m base minore 2.40m ed altezza 1.20m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15.50 msm. L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 3.00X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 15.30msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE	A01A065	
NOME	DUGALE CUCCO	
DATA RILIEVO	26/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	San Giacomo Roncole	
COMUNE	Mirandola	
PROGRESSIVA	18+350	
FOTOGRAFIE	A01A065_1	A01A065_2
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1660091.00
	GAUSS BOAGA Y	4971163.73
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	3.012
	SORGENTE	Dugale Delfini
	FOCE	Canale Quarantoli
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale e riparia erbacea con presenza di macrofite
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta coltivata a mais
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	22-25

8.7.2. Verifiche idrauliche

8.7.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=2,20m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=2,90m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.7.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna

opera in progetto;

- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;
- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 20-22 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.



FIGURA 8-47: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.7.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

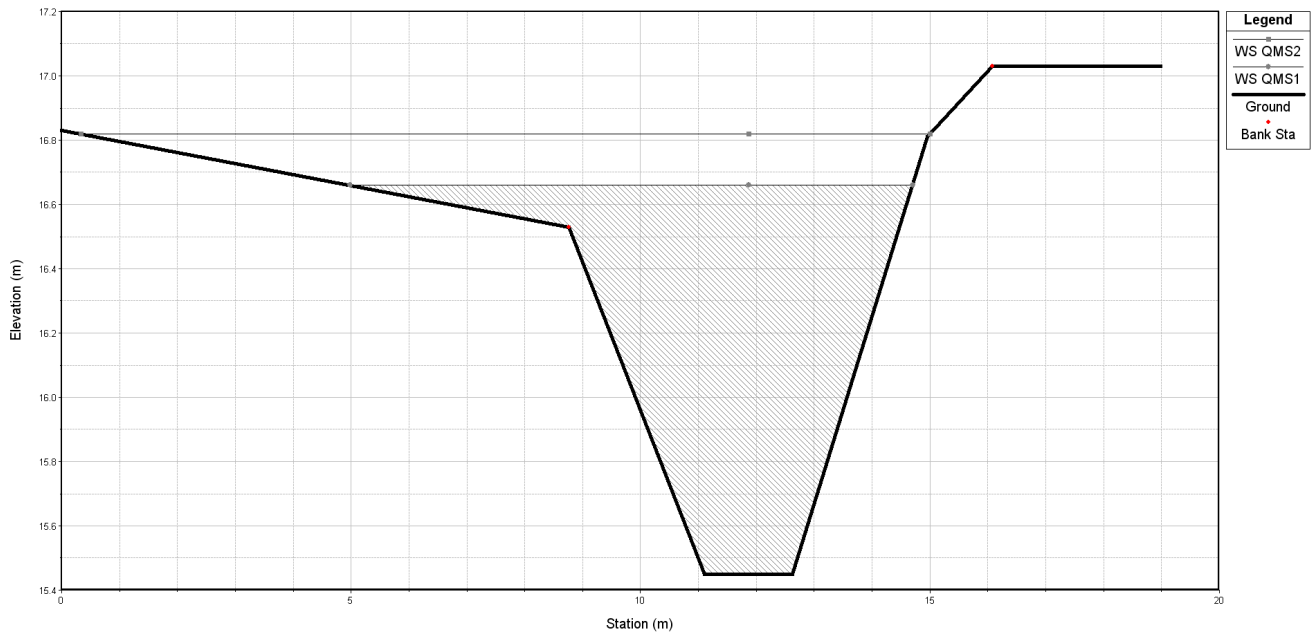


FIGURA 8-48 LIVELLI IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLA CONFIGURAZIONE STATO DI FATTO PER QMS1=2,20M³/s E QMS2=2,90M³/s

8.7.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m ³ /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	15.42	2.2	16.81	16.79	-0.02	0.25	0.26	0.0000	16.81	16.79
Sez. 03	387.00	15.42	2.2	16.70	16.67	-0.03	0.44	0.45	-0.0023	16.71	16.68
Sez. 04m	400.00	15.45	2.2	16.66	16.66	0.00	0.47	0.46	0.0000	16.67	16.67
Interferenza	520.00	15.45	Culvert	16.66	16.66	0.00	0.47	0.46	0.0000	16.67	16.67
Sez. 04v	520.00	15.45	2.2	16.63	16.63	0.00	0.47	0.49	0.0012	16.67	16.64
Sez. 05	817.00	15.09	2.2	16.41	16.41	0.00	0.48	0.48	0.0009	16.42	16.42
Sez. 06	1042.00	14.89	2.2	16.21	16.21	0.00	0.56	0.56	0.0012	16.22	16.22
Sez. 07	1368.00	14.49	2.2	15.87	15.87	0.00	0.56	0.56	0.0000	15.88	15.88

FIGURA 8-49: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=2.20M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta

all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 54%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

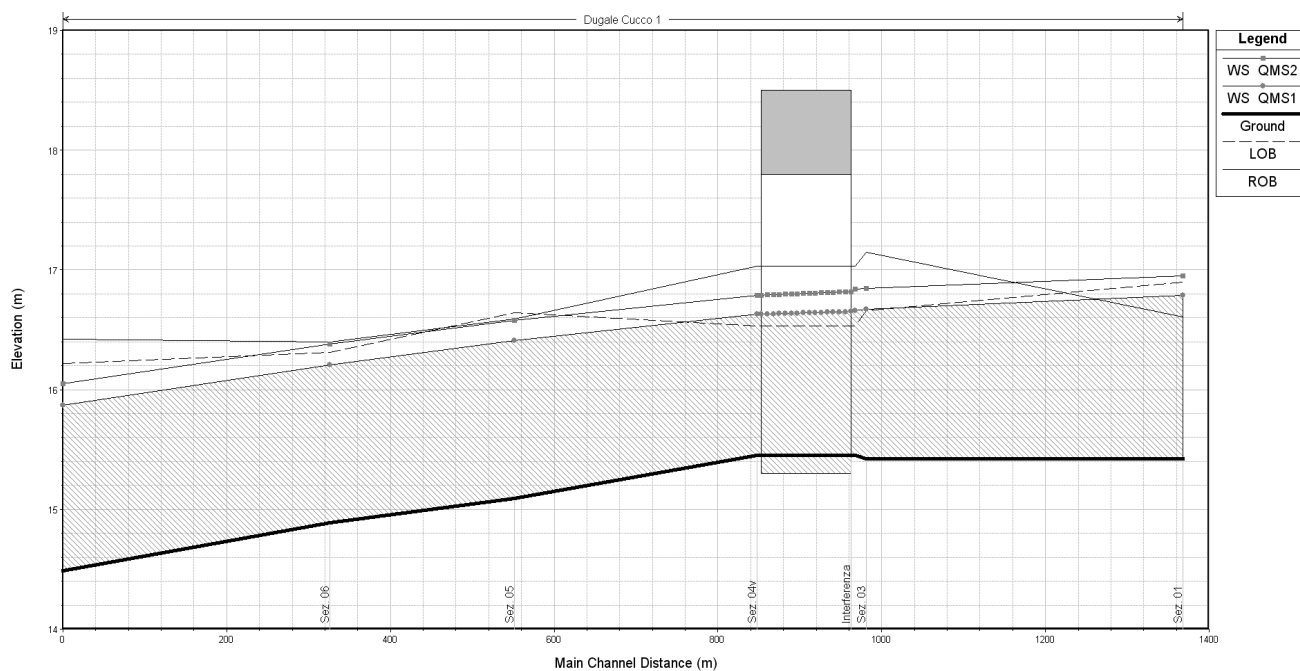


FIGURA 8-50 PROFILO DI RIGURGITO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. 4 NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 (QMS=2.2M³/S E QMS2=2.9M³/S)

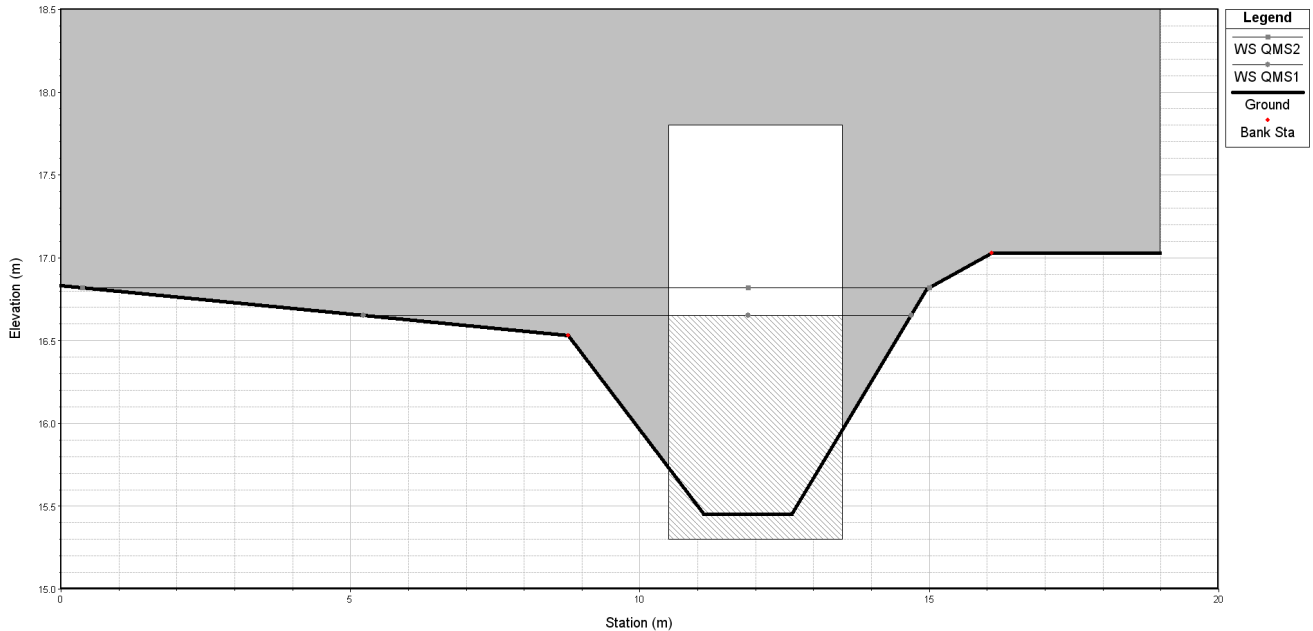


FIGURA 8-51 LIVELLI IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 (QMS=2.2M³/s E QMS2=2.9M³/s)

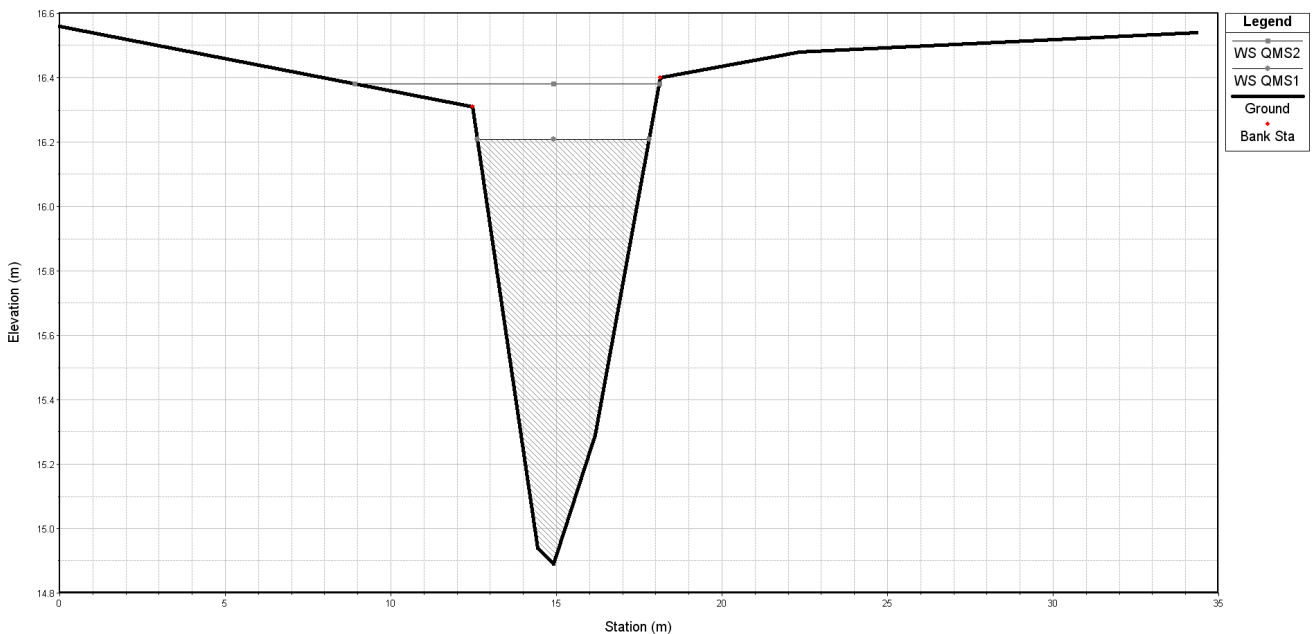


FIGURA 8-52 LIVELLI IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. 06 NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 (QMS=2.20M³/s E QMS2=2.90M³/s)

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di un impianto di depurazione per una portata di 30l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 1.4% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito. Inoltre è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico, risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.8. FOSSETTA VECCHIA

8.8.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

L'intersezione con il Canale Fossetta Vecchia in realtà è da collegarsi ad una viabilità di collegamento C04.

Infatti proprio in corrispondenza della rotatoria prevista, il canale viene sovrappassato tramite n°2 tombini scatolari.

La Fossetta vecchia è un importante canale promiscuo che si sviluppa in direzione Sud-Nord.

Nel tratto d'interferenza, scorre adiacente a Via Dosso con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali..

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 6.70m base minore 1.2m ed altezza 0.70m

La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15.75 msm. L'interferenza con la rotatoria viene risolta con due scatolari 4.00X2.00 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 34cm e quindi posta a 15.41msm.



FIGURA 8-53: FOSSETTA VECCHIA. TRATTO ADIACENTE ALLA ROTATORIA IN PROGETTO VIA DOSSO

Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m e nel caso non sia stato possibile sono state previste piste di servizio per svolgere le operazioni di manutenzione dell'alveo. Gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE	MO3A001	
NOME	FOSSETTA VECCHIA	
DATA RILIEVO	28/09/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	San Giacomo Roncole	
COMUNE	Mirandola	
PROGRESSIVA	18+832	
FOTOGRAFIE	MO3A001_1	MO3A001_2
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1660285.98
	GAUSS BOAGA Y	4970565.78
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	4.015
	SORGENTE	campagna
	FOCE	Dugale Cucco
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea rada con presenza di macrofite
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle



AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA
IDRAULICA CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI
**RELAZIONE IDRAULICA PER LA RETE IDRICA GESTITA
DAL CONSORZIO DI BONIFICA BURANA**

	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21
--	------------------------------------	-------

8.8.2. Verifiche idrauliche

8.8.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=1,90m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=2,50m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.8.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

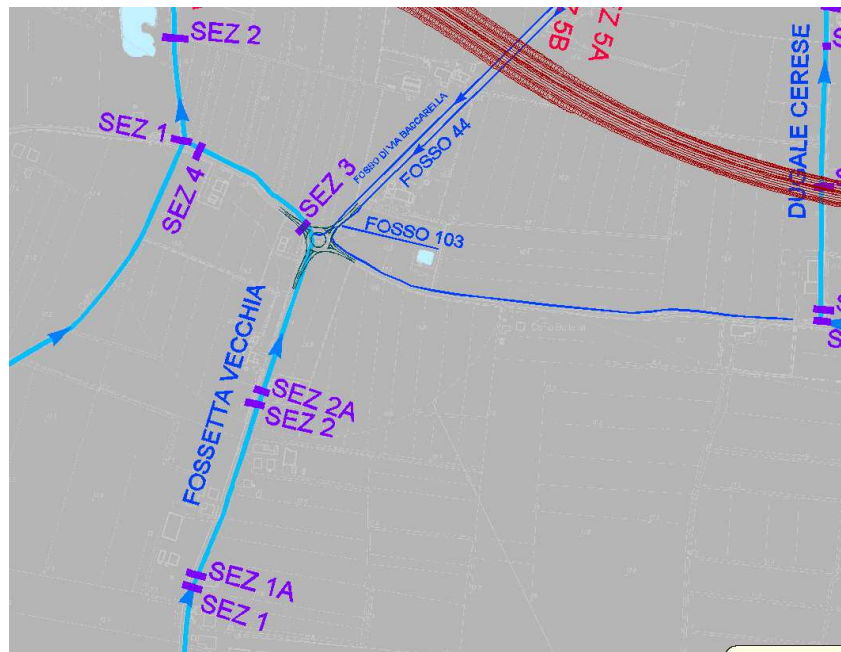


FIGURA 8-54: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.8.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

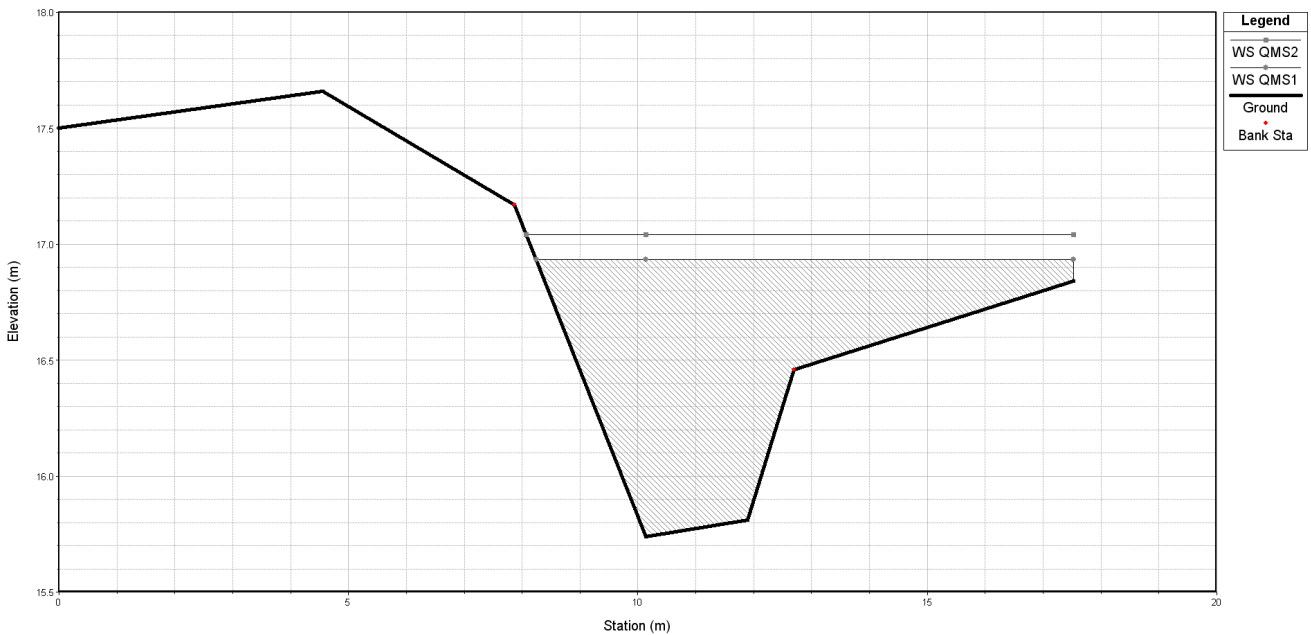


FIGURA 8-55: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=1.90m³/s E QMS2=2.50m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.8.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez.01	0.00	15.87	1.9	17.24	17.22	-0.02	0.48	0.49	0.0012	17.25	17.24
Sez. 02	295.00	15.53	1.9	17.11	17.09	-0.02	0.33	0.34	-0.0141	17.12	17.10
Sez. 02A	317.00	15.84	1.9	17.10	17.07	-0.03	0.45	0.47	0.0004	17.11	17.09
Sez. 03m	548.00	15.74	1.9	16.93	16.93	0.00	0.43	0.43	0.0000	16.94	16.94
Scatolare viabilità C04	553.00	15.74	Culvert	16.93	16.93	0.00	0.43	0.43	0.0000	16.94	16.94
Sez. 03	583.00	15.74	1.9	16.93	16.92	-0.01	0.43	0.44	0.0000	16.94	16.93
Scatolare viabilità C04	588.00	15.74	Culvert	16.93	16.92	-0.01	0.43	0.44	0.0000	16.94	16.93
Sez. 03v	613.00	15.74	1.9	16.93	16.92	-0.01	0.43	0.44	0.0011	16.94	16.93
Sez. 04	782.00	15.55	1.9	16.82	16.82	0.00	0.44	0.44	0.0000	16.83	16.83

FIGURA 8-56: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=1.90m³/SEC

Si è verificato per il valore di portata QMS1 i valori di riempimento sono rispettivamente pari al 76% della sezione di deflusso dello scatolare di monte e al 75% della sezione di deflusso dello scatolare di valle.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

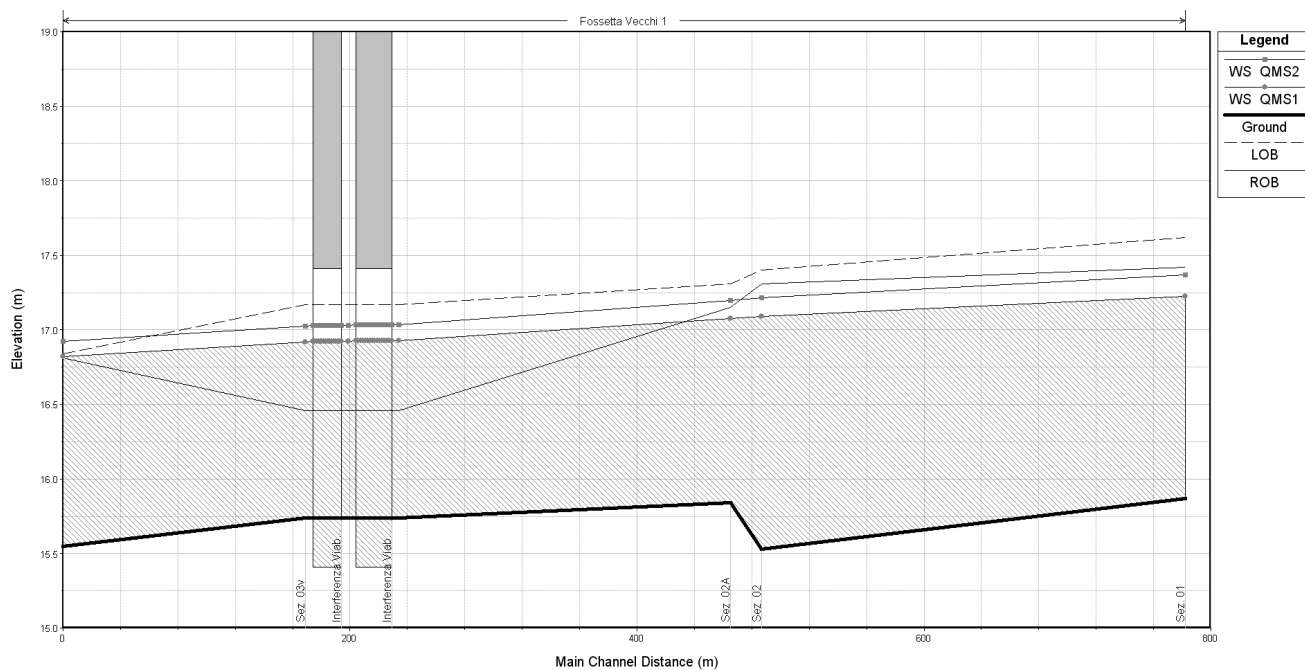


FIGURA 8-57: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=1.90 M3/SEC E QMS2=2.50M3/SEC

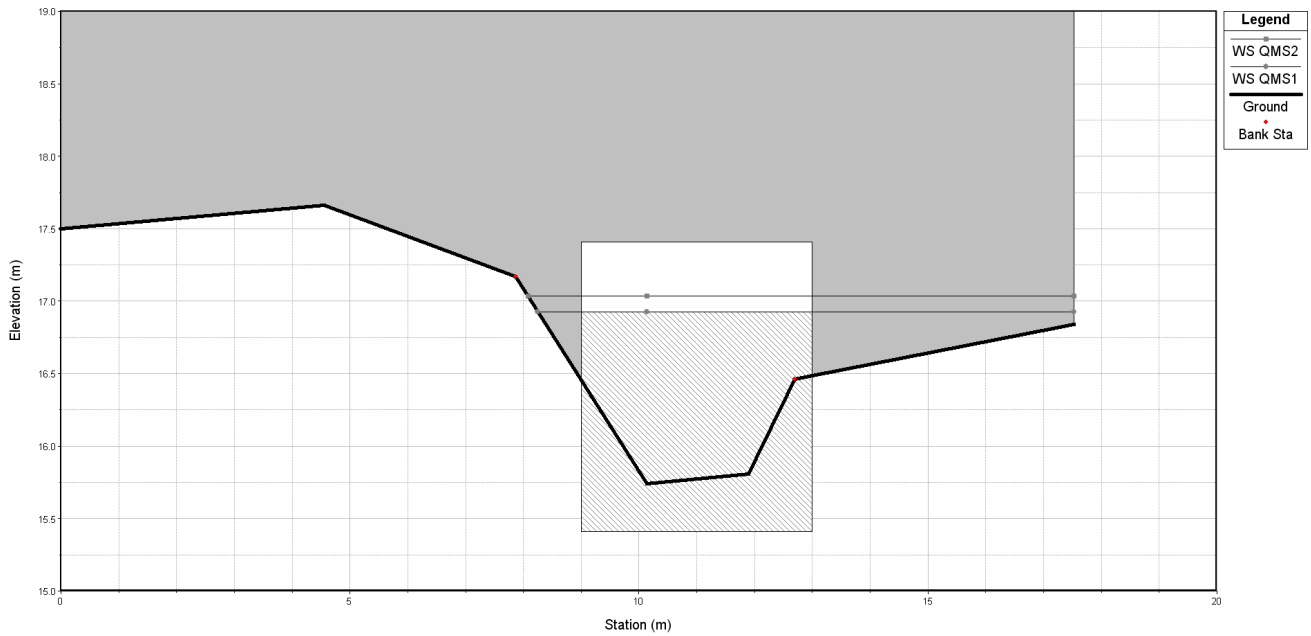


FIGURA 8-58: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=1.90M3/SEC E QMS2=2.5M3/SEC

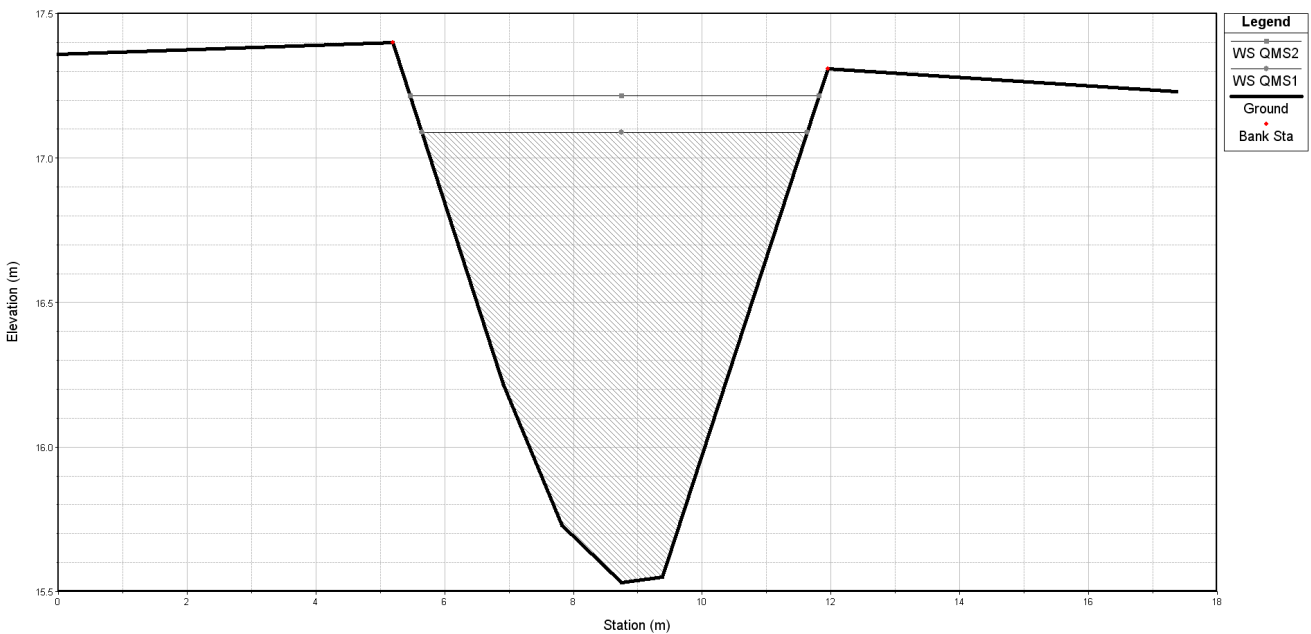


FIGURA 8-59: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 02 PER QMS1=1.90M3/SEC E QMS2= 2.50M3/SEC

8.9. DUGALE CERESE

8.9.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Canale Dugale Cerese è un canale promiscuo secondario che trae le sue origini a Sud della Burana dove sfocia poco a Nord della intersezione con il tracciato autostradale .

Proprio in corrispondenza con la intersezione il canale viene intubato con scatolare 2,00m per 1,50m fino al Cavo Burana dove si collega con struttura chiavicale di modeste dimensioni (vedi Figura).



FIGURA 8-60: DUGALE CERESE: SCARICO CON CHIAVICA NELLA BURANA

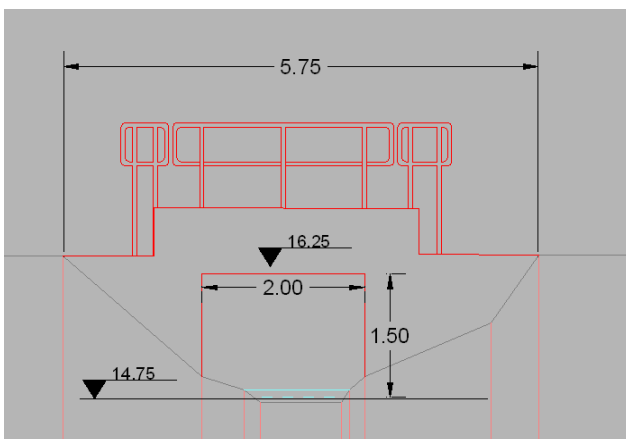


FIGURA 8-61: DUGALE CERESE: INIZIO TOMBOTTO A MONTE BURANA CON GRIGLIA SELETTIVA

Nel tratto d'interferenza, a monte del tombotto, presenta una sezione in scavo di forma trapezoidale con una base maggiore 6.30m base minore 1.00m ed altezza 1.50m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15.20 msl. L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 3.00X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 15.00 msl. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli

imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettaglio nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A.

8.9.2. Verifiche idrauliche

8.9.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che ne limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=4,50m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=5,80m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.9.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS dello stato di fatto;
- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme e presenza della struttura chiavicale con possibilità di rigurgito della Burana in assenza di manovre (quota di valle imposta= 16.90 da calcolo idraulico modello Burana).
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 20-22 $m^{1/3}/sec$ differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

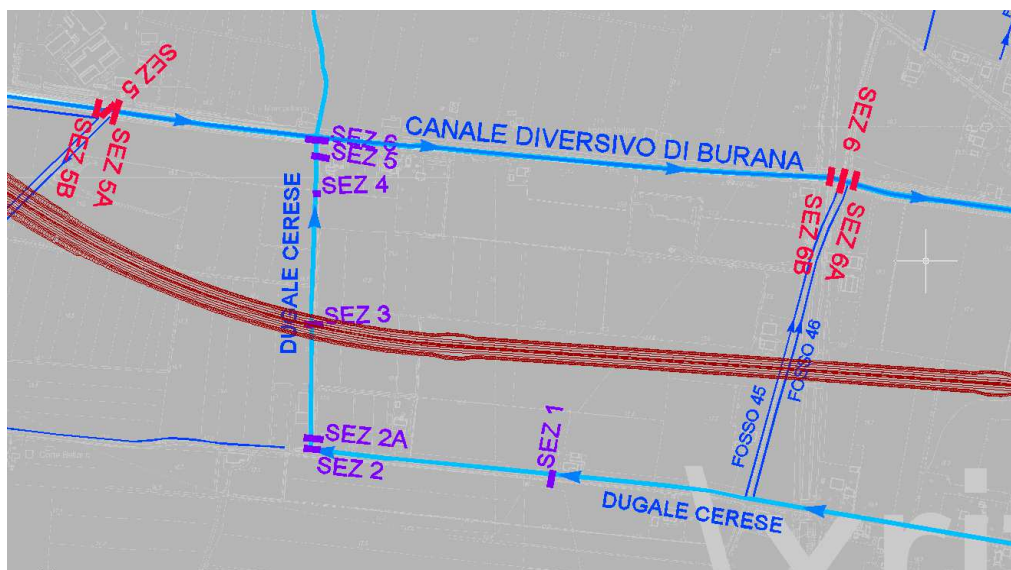


FIGURA 8-62: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.9.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS nella configurazione morfologica attuale e di quello ottenibile nel caso di massimo livello della Burana in corrispondenza del manufatto chiavicale (riferimento quota sezione da 5A e 6B) ed il cui valore idrometrico è pari a 16,90msm da calcolo idraulico in moto permanente.

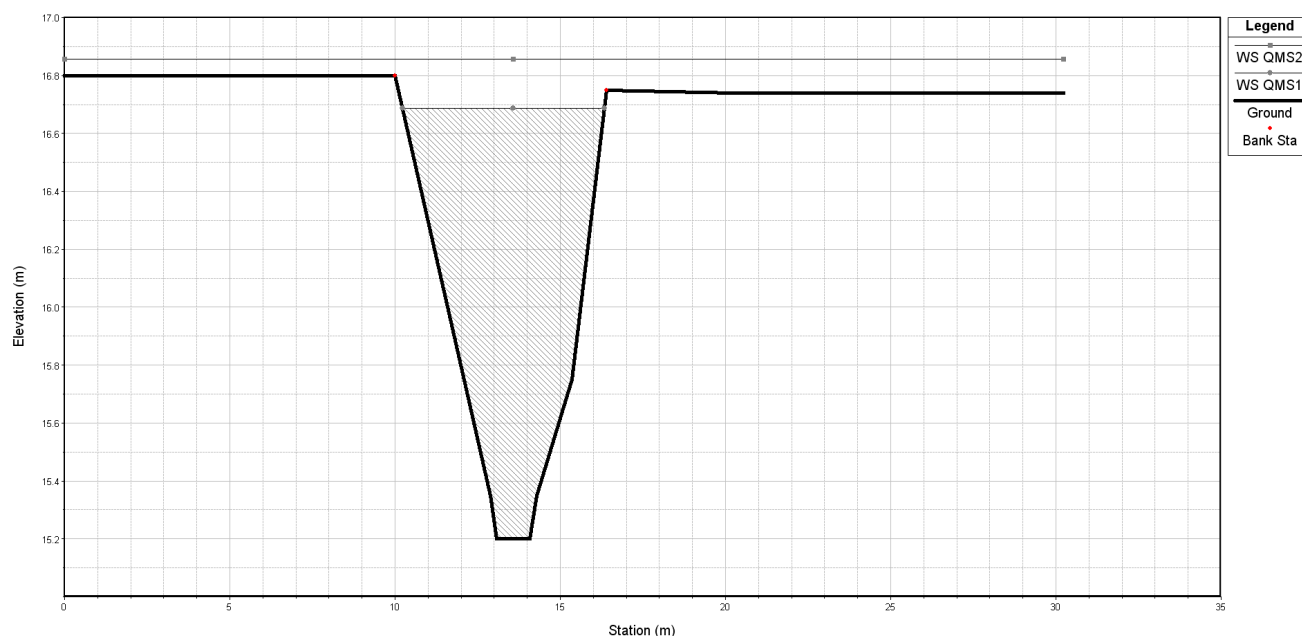


FIGURA 8-63 LIVELLI IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO CONFIGURAZIONE STATO DI FATTO PER LA PORTATA MASSIMA SOSTENIBILE (QMS1 E QMS2)

8.9.2.4 Risultati delle analisi negli Stato di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1 senza rigurgito del Diversivo di Burana :

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	15.86	4.5	17.46	17.45	-0.01	0.95	0.97	0.0017	17.51	17.49
Sez. 02	392.00	15.18	4.5	17.08	17.02	-0.06	0.54	0.57	-0.0050	17.10	17.04
Sez. 02A	412.00	15.28	4.5	17.05	16.98	-0.07	0.76	0.83	0.0006	17.08	17.02
Sez. 03m	557.00	15.20	4.5	16.69	16.70	0.01	0.82	0.81	0.0000	16.72	16.73
Interferenza	562.00	15.20	Culvert	16.69	16.70	0.01	0.82	0.81	0.0000	16.72	16.73
Sez. 03v	637.00	15.20	4.5	16.69	16.69	0.00	0.82	0.87	0.0030	16.72	16.67
Sez. 04	810.00	14.68	4.5	16.33	16.33	0.00	0.78	0.78	0.0000	16.36	16.36

FIGURA 8-64: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=4.50M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 67%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento. Nel caso invece in cui la struttura chiavicale non venisse erroneamente chiusa si assisterebbe all'esondazione dei campi. In questo ultimo caso gravoso ed accettando l'ipotesi cautelativa di concomitanza di eventi tra piena del diversivo Burana e piena del Cerese il franco comunque ottenibile sarebbe addirittura superiore a 40cm. Quindi la sezione di progetto è ampiamente verificata.

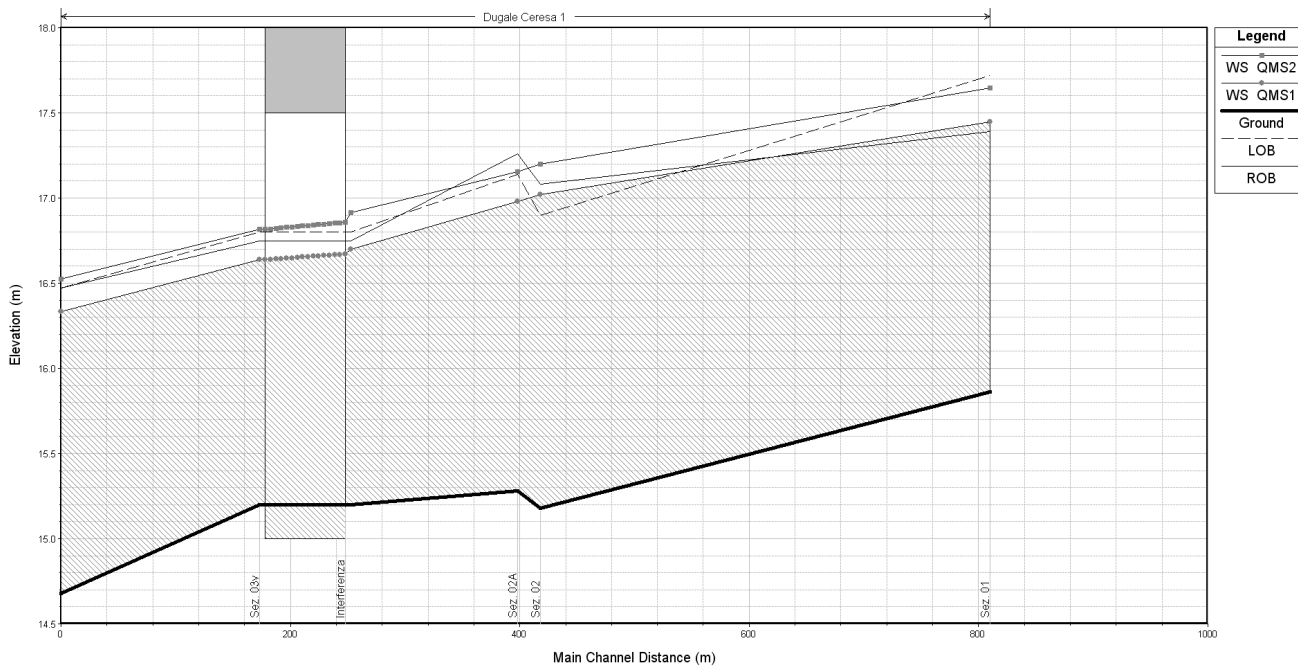


FIGURA 8-65 PROFILO DI RIGURGITO NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 CON CONDIZIONE DI VALLE NON RIGURGITATA

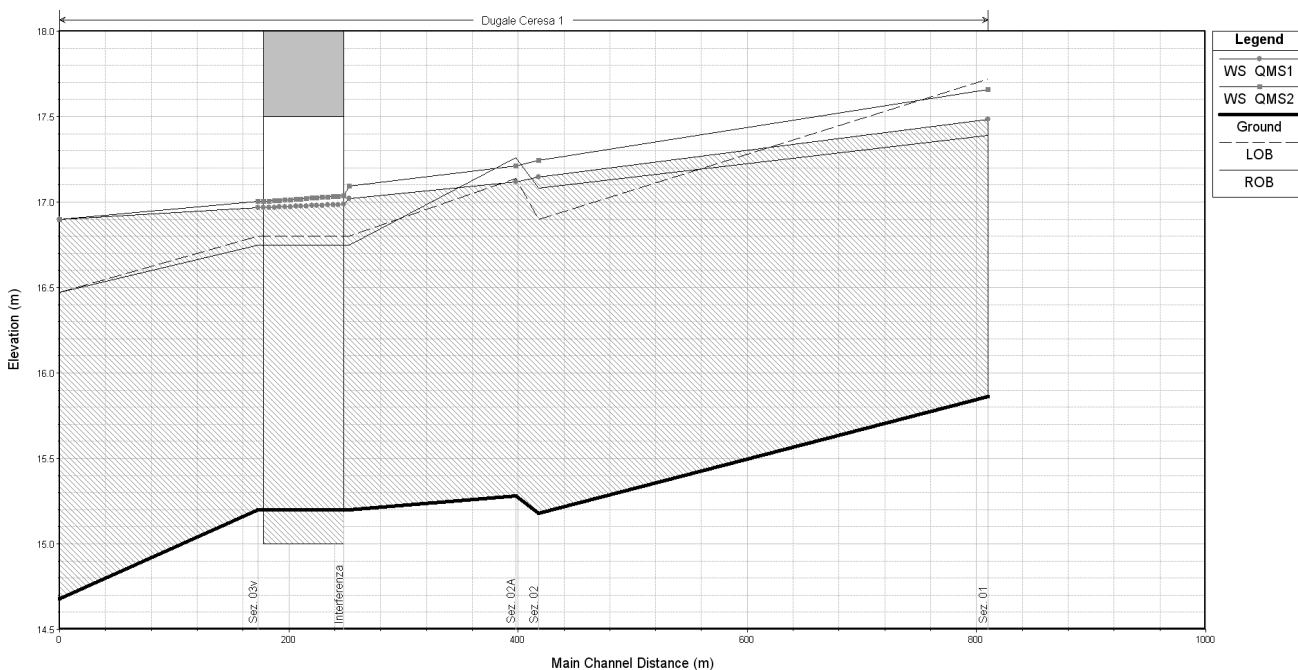


FIGURA 8-66 PROFILO DI RIGURGITO NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 CON CONDIZIONE DI VALLE RIGURGITATA (DIVERSIVO DI BURANA A QUOTA 16.90 MSLM)

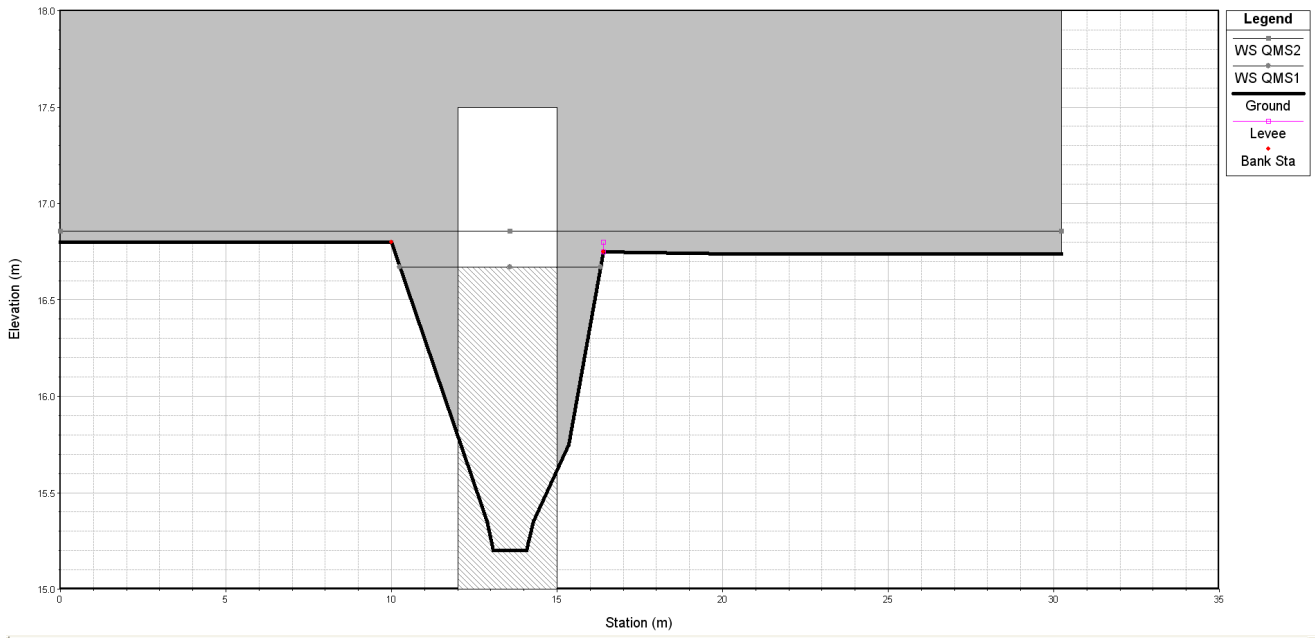


FIGURA 8-67 LIVELLI IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 (QMS1=4.5M³/s E QMS2=5.8M³/s)

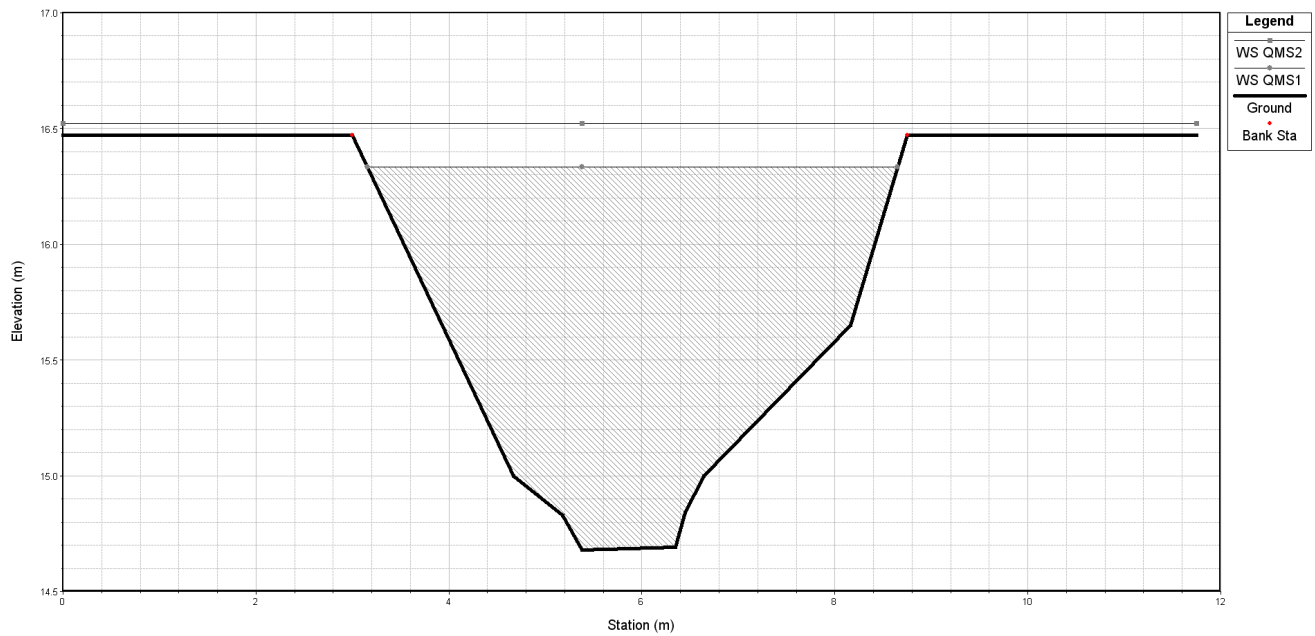


FIGURA 8-68 LIVELLI IDROMETRICI DI RIGURGITO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZ. 2A (MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO) NELLA CONFIGURAZIONE PROGETTUALE 2 (QMS1=4.5M³/s E QMS2=5.8M³/s)

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di due impianti di depurazione per una portata di 28l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 0.6% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.

Per ciascun impianto di depurazione è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico, in entrambi i casi, risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.10. CAVO BRUINO

8.10.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Cavo Bruino trae la propria origine in corrispondenza del Diversivo di Cavezzo poco distante dalla località Castello Ganzerli di Medolla per poi sfociare nel Diversivo di Burana dopo poco più di 3km.

L'intersezione avviene a circa metà strada vicino a località Ca Bianca e poco a valle dell'allacciante Bruino-Reggiana.

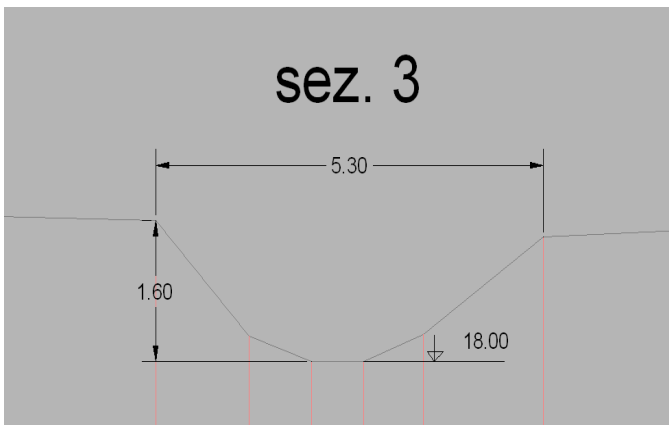


FIGURA 8-69: CAVO BRUINO. SEZ. 3 IN CORRISPONDENZA FOTO A TERGO E POCO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO



FIGURA 8-70: CAVO BRUINO. TRATTO NELLE VICINANZE DELL'ATTRAVERSAMENTO

Il Cavo presenta una sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali..

La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 6.50m base minore 1.0m ed altezza 1.80m

La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 17.76 msm. L'interferenza viene risolta con uno scatolare 3.00X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 17.56msm.

Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m.

Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE	A01A078	
NOME	CAVO BRUINO	
DATA RILIEVO	26/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	San Giacomo Roncole	
COMUNE	Medolla	
PROGRESSIVA	23+178	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1664713.72
	GAUSS BOAGA Y	4970661.59
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	3.178
	SORGENTE	Canale Diversivo di Cavezzo
	FOCE	Canale Diversivo di Burana
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale e riparia erbacea rada
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna con case sparse
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.10.2. Verifiche idrauliche

8.10.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=3,00m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=3,90m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.10.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.



FIGURA 8-71: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.10.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

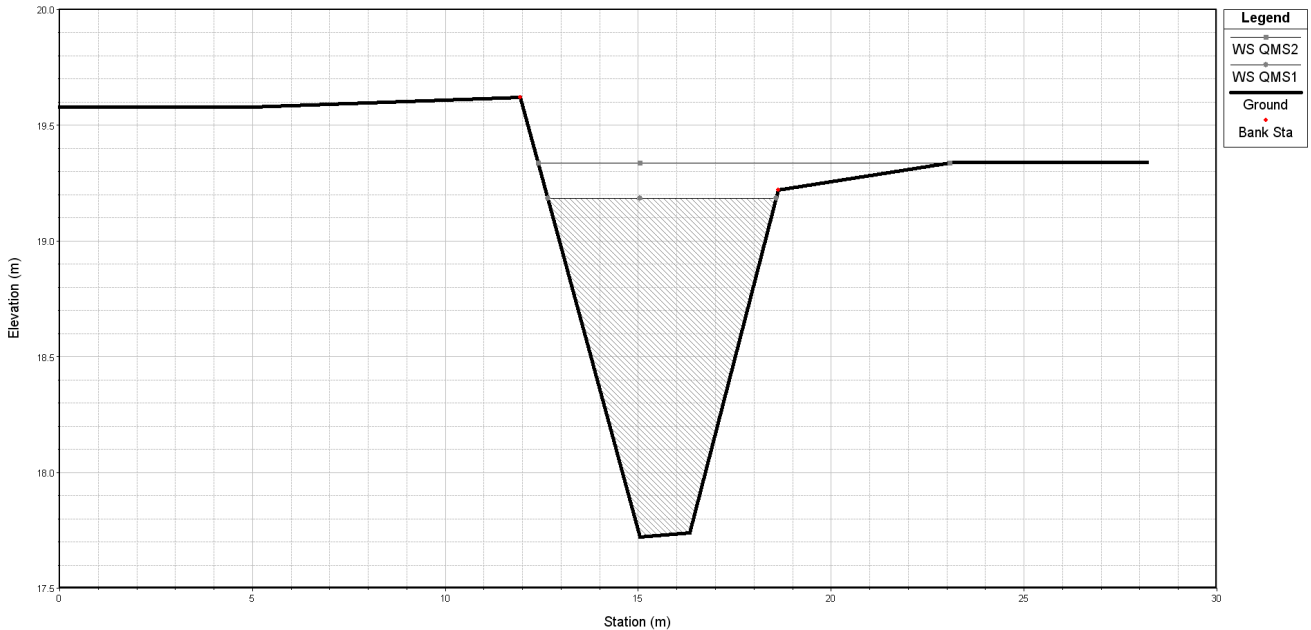


FIGURA 8-72: LIVELLI IDROMETRICI RAGGIUNTI PER QMS1=3.00m³/S E QMS2=3.90m³/S ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.10.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m ³ /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	18.40	2	19.76	19.76	0.00	0.42	0.42	0.0007	19.77	19.77
Sez. 02	410.00	18.13	2	19.52	19.52	0.00	0.45	0.45	0.0003	19.53	19.53
Sez. 03	698.00	18.05	2	19.26	19.25	-0.01	0.55	0.56	0.0010	19.28	19.27
Sez. 04	1028.00	17.72	2	18.95	18.91	-0.04	0.51	0.53	0.0000	18.96	18.92
Scatolare A19	1033.00	17.72	Culvert	18.95	18.91	-0.04	0.51	0.53	0.0000	18.96	18.92
Sez. 04v	1108.00	17.72	2	18.95	18.89	-0.06	0.51	0.55	0.0021	18.96	18.91
Sez. 05	1263.00	17.40	2	18.74	18.74	0.00	0.51	0.51	0.0005	18.76	18.76
Sez. 06A	1518.00	17.28	2	18.38	18.38	0.00	0.73	0.73	0.0034	18.41	18.41
Sez. 07A	1808.00	16.30	2	17.72	17.72	0.00	0.74	0.74	0.0000	17.75	17.75

FIGURA 8-73: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=3.00m³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 63%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

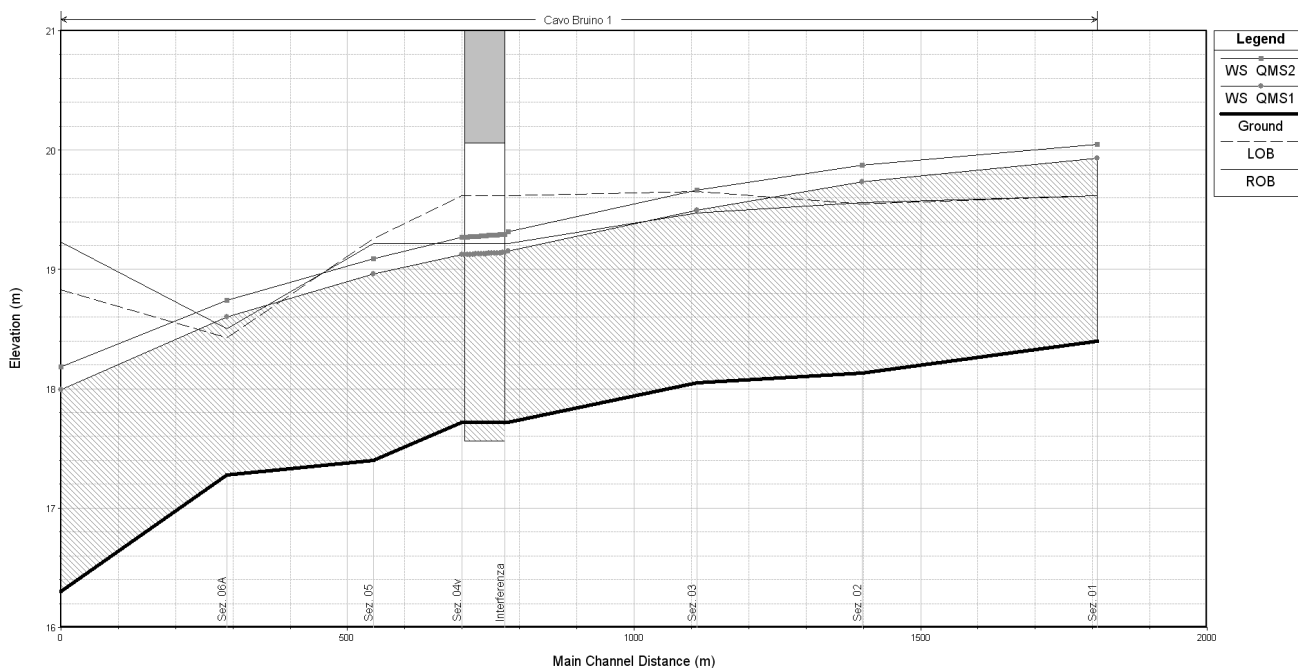


FIGURA 8-74: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=3.00 M3/SEC E QMS2=3.90M3/SEC

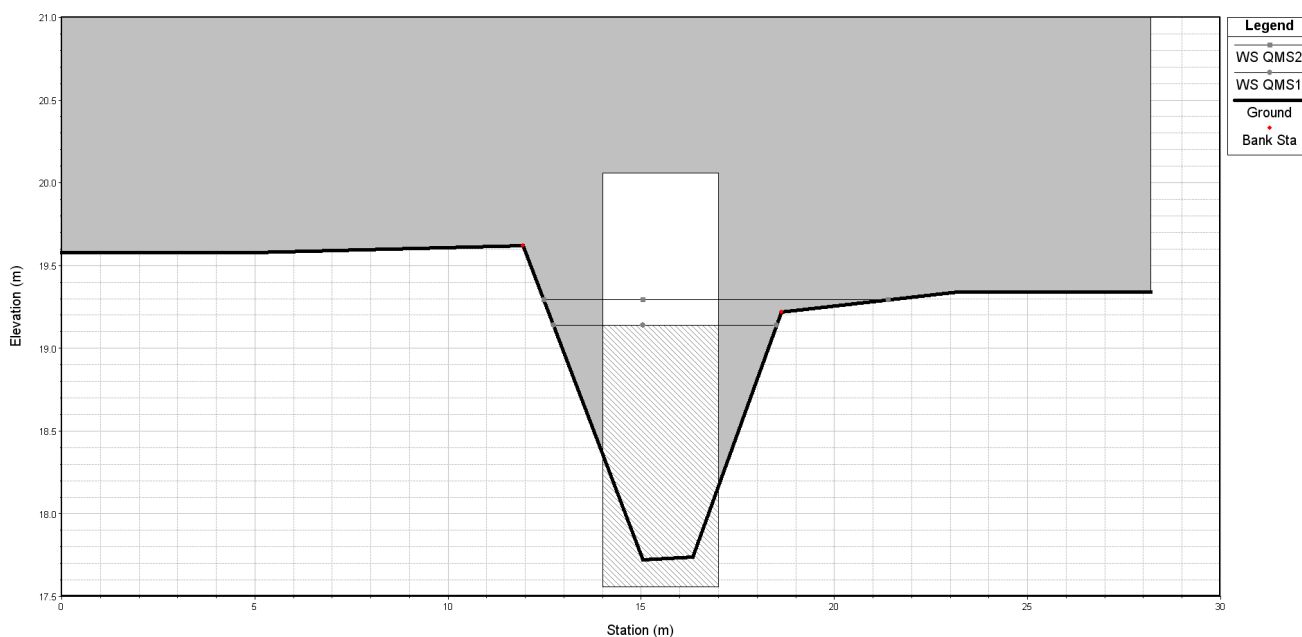


FIGURA 8-75: LIVELLI IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=3.00M3/SEC E QMS2=3.90M3/SEC

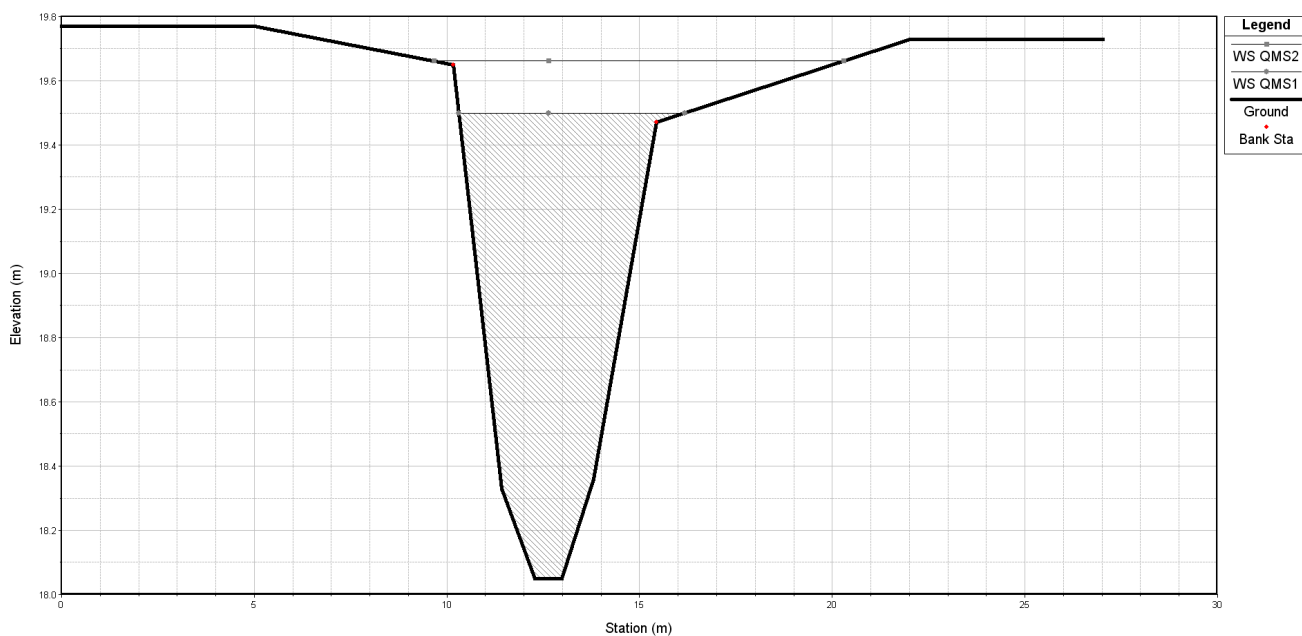


FIGURA 8-76: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 03 PER QMS1=3.00M3/SEC E QMS2=3.90M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 1 impianti di depurazione per una portata complessiva di 20 l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 0.7% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.

8.11. ALLACCIANTE CAVO BRUINO – FOSSA REGGIANA ALTA

8.11.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Cavo allacciante Bruino Fossa Reggia Alta, adduce le sue acque al Cavo Bruino attraverso la Fossa Reggiano Alta. Canale di storica memoria è stato realizzato, con ogni probabilità, per collegare i due canali al fine di raccogliere e scolare le acque generate dalle diverse coltivazione dell'interbacino, ma soprattutto per portare acque al campo. In inverno è generalmente asciutto, per cui la fauna bentonica ed ittica è destinata a morire o a rifugiarsi nei pochi fondoni disponibili. L'intersezione autostradale avviene a poca distanza dal Bruino.



FIGURA 8-77: ALLACCIATE BRUINO-REGGIANA. A Poca DISTANZA DALL'ATTRAVERSAMENTO



FIGURA 8-78: ALLACCIATE BRUINO-REGGIANA. VISTA DI VALLE

Il Cavo presenta una sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. La sezione trapezia del canale nel tratto interessato dall'attraversamento stradale presenta una base maggiore 4.2m base minore 2.2 ed altezza 1.00m . La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 17.87 msm. L'interferenza viene risolta con uno scatolare 2.00X1.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 10cm e quindi posta a 17.75msm. Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A.

Di seguito si riporta una breve scheda sulle caratteristiche fisiche morfologiche del corso d'acqua

CODICE	A01A080	
NOME	ALLACCIANTE CAVO BRUINO - FOSSA REGGIANA ALTA	
DATA RILIEVO	26/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	San Biagio	
COMUNE	San Felice sul Panaro	
PROGRESSIVA	23+470	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1664989.35
	GAUSS BOAGA Y	4970559.51
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	1.194
	SORGENTE	Cavo Bruino
	FOCE	Fossa Reggiana Alta
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea - vegetazione riparia erbacea ed arborea con presenza di querce e olmi
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna con case sparse
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.11.2. Verifiche idrauliche

8.11.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=0,35m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=0,50m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.11.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

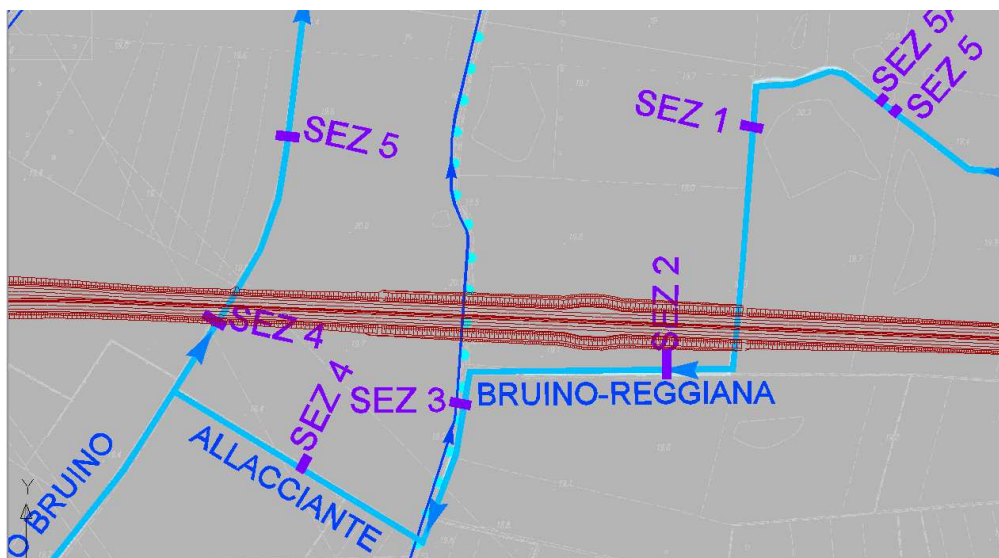


FIGURA 8-79: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.11.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

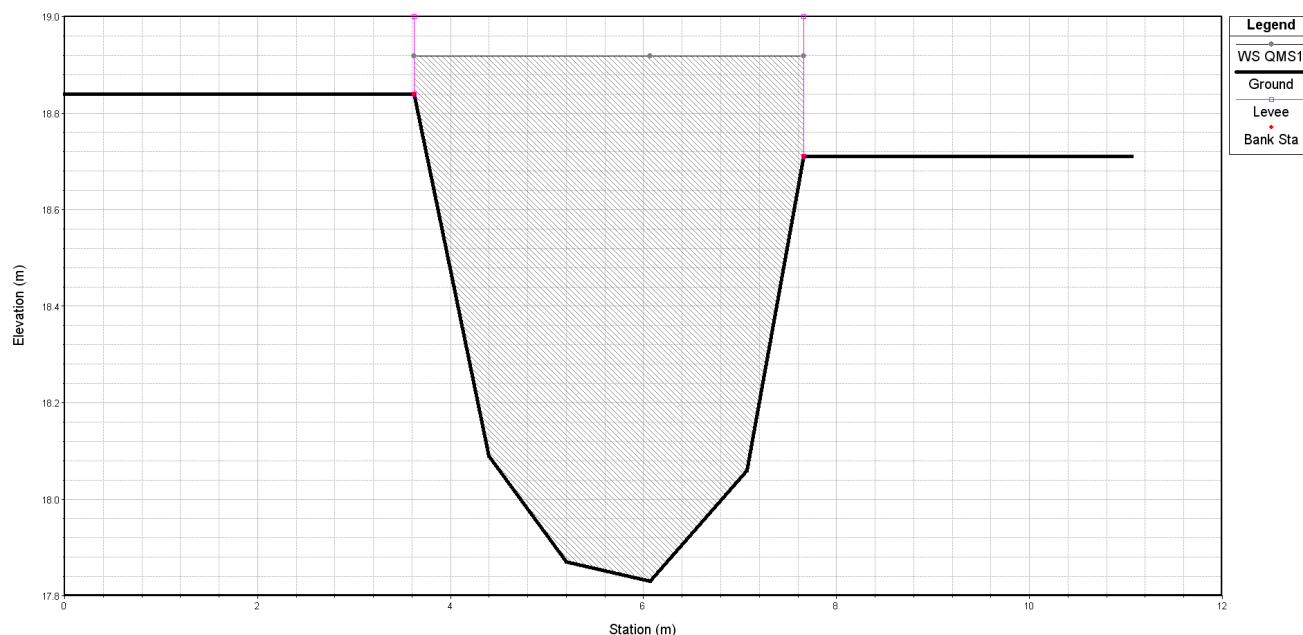


FIGURA 8-80: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER $QMS1=0.35m^3/s$ E $QMS2=0.50m^3/s$ ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.11.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici i S.F.	Livelli idrometrici i S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m ³ /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 04	0.00	17.98	0.35	18.95	18.95	0.00	0.10	0.10	-0.0003	18.95	18.95
Sez. 03	319.00	18.09	0.35	18.93	18.93	0.00	0.14	0.14	0.0010	18.93	18.93
Sez. 02	574.00	17.83	0.35	18.92	18.92	0.00	0.11	0.11	0.0000	18.92	18.92
Sez. 02m	659.00	17.83	0.35	18.92	18.91	-0.01	0.11	0.11	0.0000	18.92	18.91
Scatolare	664.00	17.83	Culvert	18.92	18.91	-0.01	0.11	0.11	0.0000	18.92	18.91
Sez. 02v	739.00	17.83	0.35	18.92	18.91	-0.01	0.11	0.11	-0.0002	18.92	18.91
Sez. 01	936.00	17.86	0.35	18.90	18.90	0.00	0.15	0.15	0.0000	18.90	18.90

FIGURA 8-81: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA $QMS1=0.35m^3/SEC$

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento il valore di riempimento per una portata QMS1 risulta

pari al 74% della sezione di deflusso.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

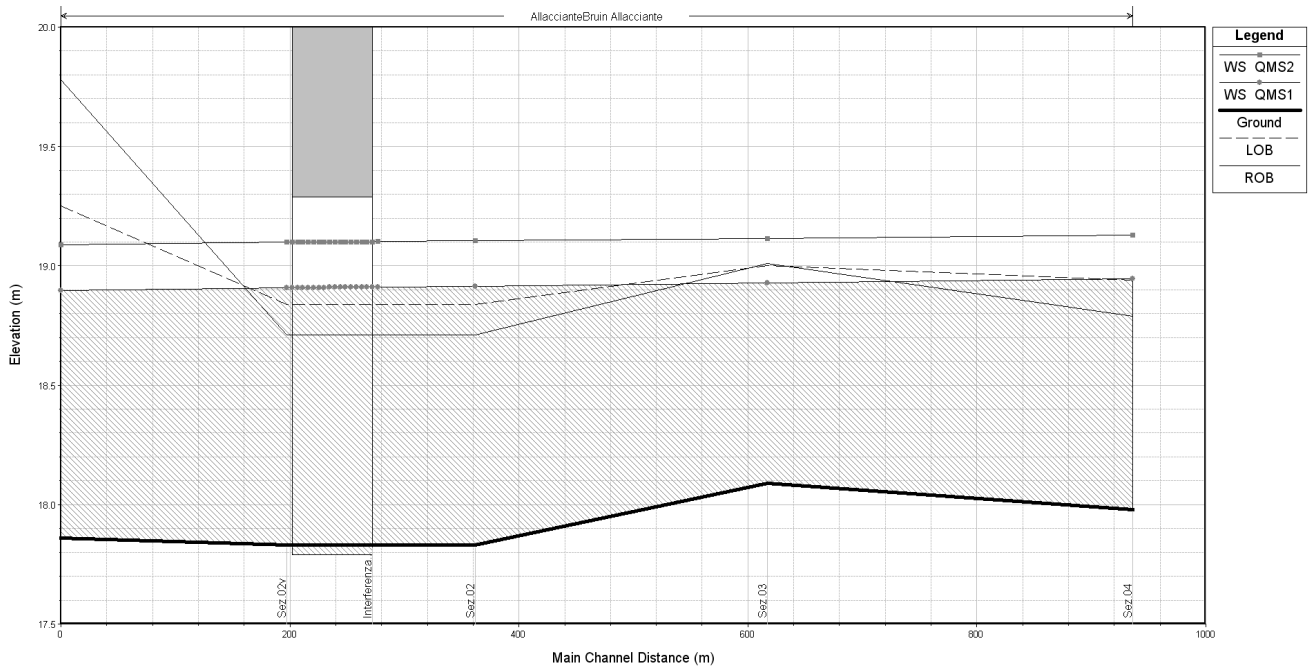


FIGURA 8-82: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=0.35M3/SEC E QMS2= 0.50M3/SEC

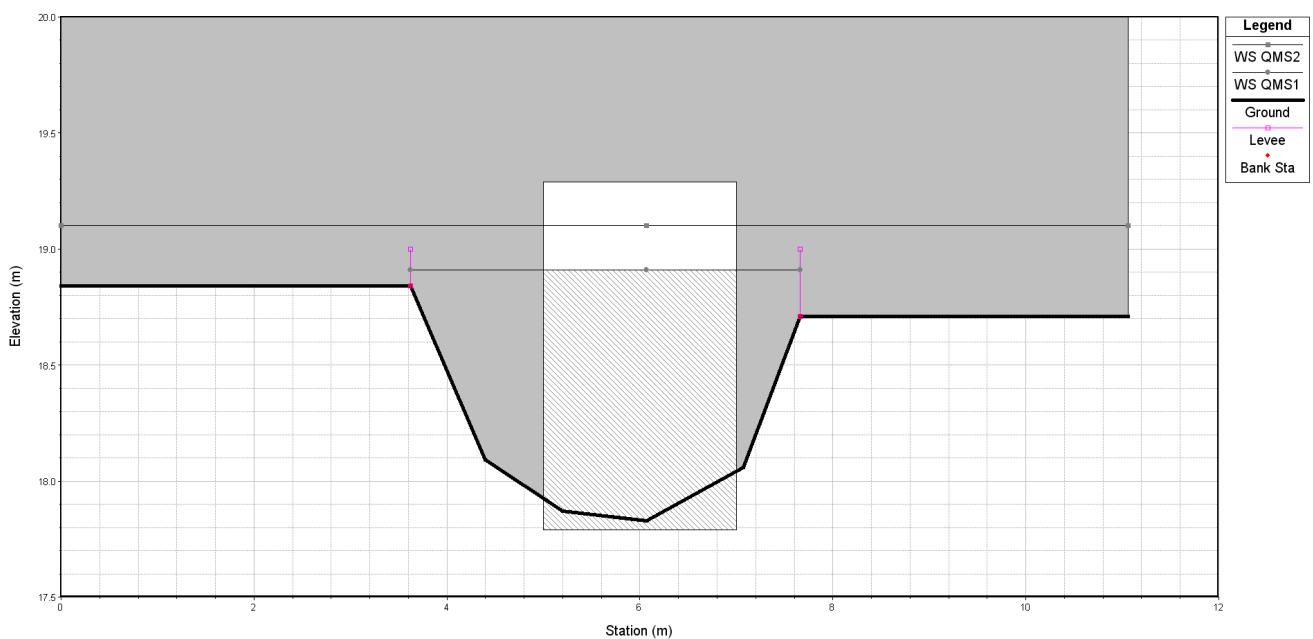


FIGURA 8-83: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER $QMS1=0.35m^3/sec$ E $QMS2=0.50m^3/sec$

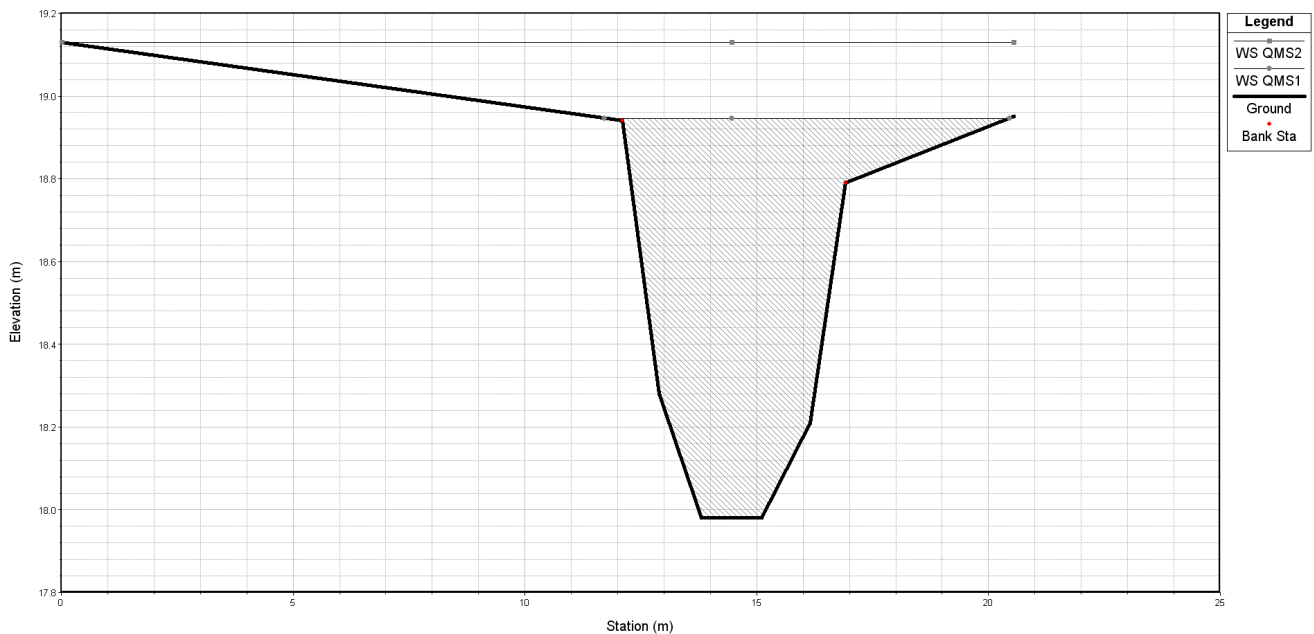


FIGURA 8-84: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 04 PER $QMS1=0.35m^3/sec$ E $QMS2= 0.50m^3/sec$

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 2 impianti di depurazione per una portata complessiva di 32 l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 9.14% valore trascurabile sui profili di rigurgito.

8.12. FOSSA REGGIANA ALTA

8.12.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

La Fossa Reggiana Alta è un canale promiscuo secondario che trae le sue origini dalla Fossa Scavrona e prosegue in direzione Nord della intersezione con il tracciato autostradale .

Proprio poco a valle della Fossa Scavrona e quindi dell'intersezione con l'Allacciante Bruino Reggiana, si configura la intersezione con il tracciato autostradale



FIGURA 8-85: FOSSA REGGIANA ALTA: SUBITO A VALLE DELLA SCARONA



FIGURA 8-86: FOSSA REGGIANA ALTA IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti alberature ed arbusti sui cigli spondali. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane asciutto completamente per cui è un canale morto. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di erba pioniere sulle sponde tipiche degli ambienti ecotonali di transizione e stressati. Svolge l'azione biunivoca sia di colatore che di adduttore delle acque ai fini irrigui.

Nel tratto d'interferenza presenta una sezione in scavo di forma trapezoidale con una base maggiore 5.50m base minore 1.00m ed altezza 1.60m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 17.80 msm. L'interferenza con l'autostrada viene risolta con uno scatolare 3.00X2.50 la cui quota di fondo risulta sprofondata di 20cm e quindi posta a 17.60 msm.

Come concordato con il Consorzio in sede CDS la tombinatura è stata prolungata monte/valle di almeno 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno

10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav
0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	A01A082	
NOME	FOSSA REGGIANA ALTA	
DATA RILIEVO	28/09/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	San Biagio	
COMUNE	San Felice sul Panaro	
PROGRESSIVA	24+602	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1666037.91
	GAUSS BOAGA Y	4970806.32
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	4.539
	SORGENTE	Fossa Scavrona
	FOCE	Fossa Villanova
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di canneti - vegetazione spondale erbacea ed arborea
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna con case sparse
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.12.2. Verifiche idrauliche

8.12.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=3,00m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=3,90m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.12.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

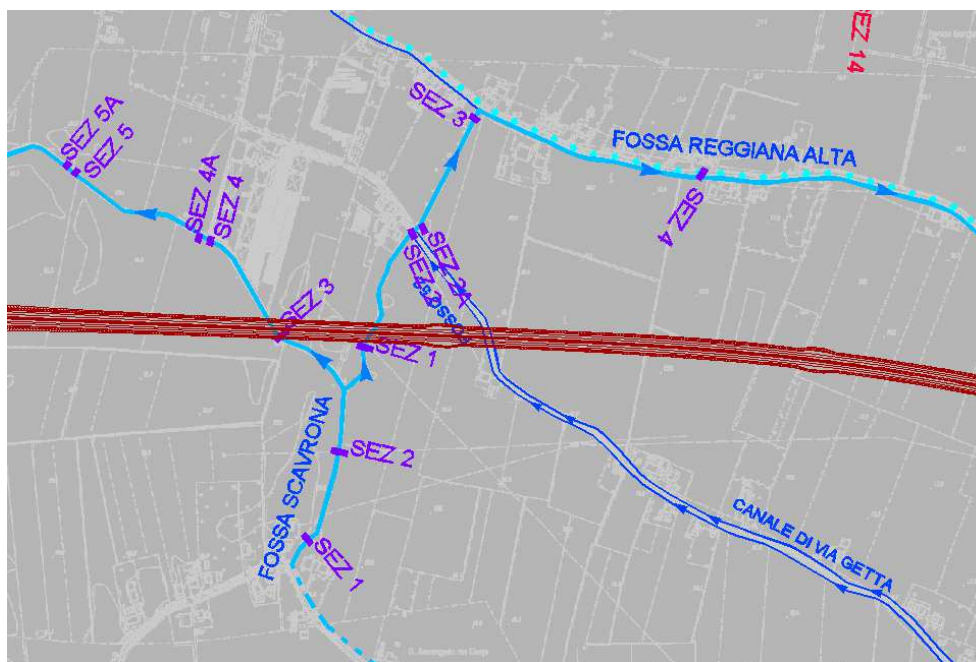


FIGURA 8-87: TRATTO DEL CANALE SIMULATO

8.12.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

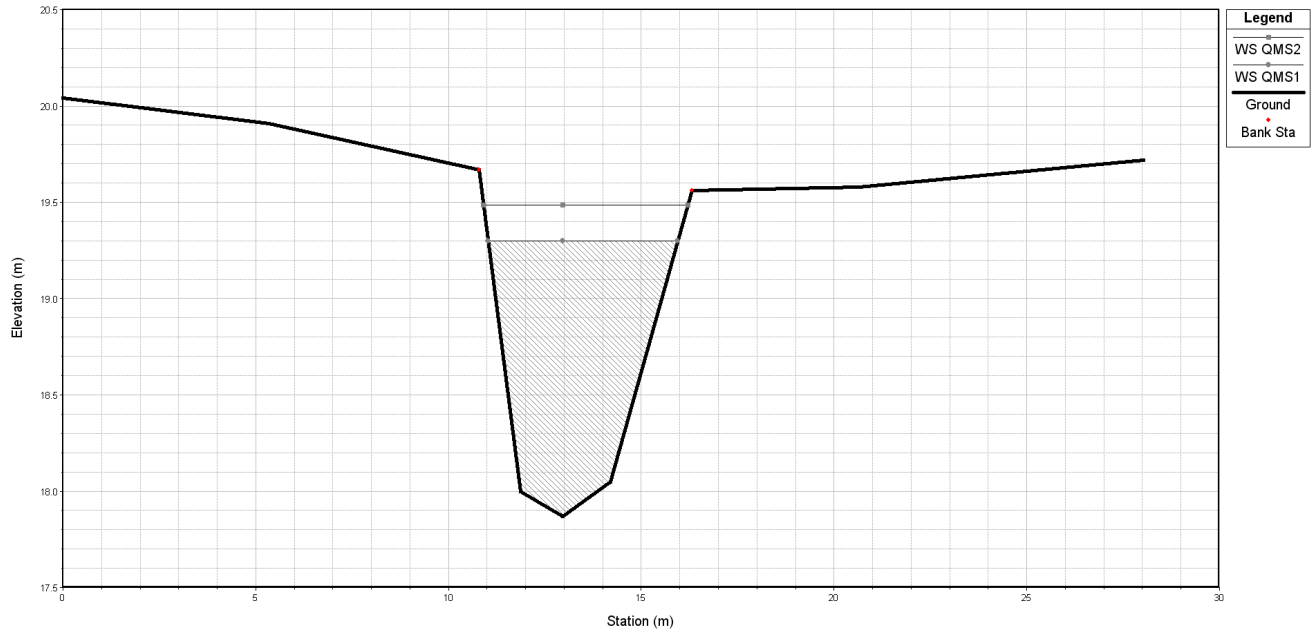


FIGURA 8-88: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=3.00m³/s E QMS2=3.90m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.12.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	17.90	3	19.61	19.60	-0.01	0.48	0.49	-0.0008	19.62	19.61
Sez. 02	160.00	18.03	3	19.50	19.48	-0.02	0.66	0.67	0.0008	19.52	19.50
Sez. 01	349.00	17.87	3	19.30	19.26	-0.04	0.63	0.65	0.0000	19.32	19.28
Scatolare A19	354.00	17.87	Culvert	19.30	19.26	-0.04	0.63	0.65	0.0000	19.32	19.28
Sez. 01	424.00	17.87	3	19.30	19.24	-0.06	0.63	0.67	0.0015	19.32	19.26
Sez. 03	785.00	17.32	3	18.32	18.32	0.00	1.18	1.18	0.0017	18.39	18.39
Sez. 04	1189.00	16.64	3	17.89	17.89	0.00	0.40	0.40	0.0011	17.90	17.90
Sez. 05	1755.00	16.03	3	17.45	17.45	0.00	0.69	0.69	0.0030	17.47	17.47
Sez. 06	2070.00	15.09	3	16.03	16.03	0.00	2.14	2.14	0.0000	16.26	16.26

FIGURA 8-89: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=3.00m³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 66%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

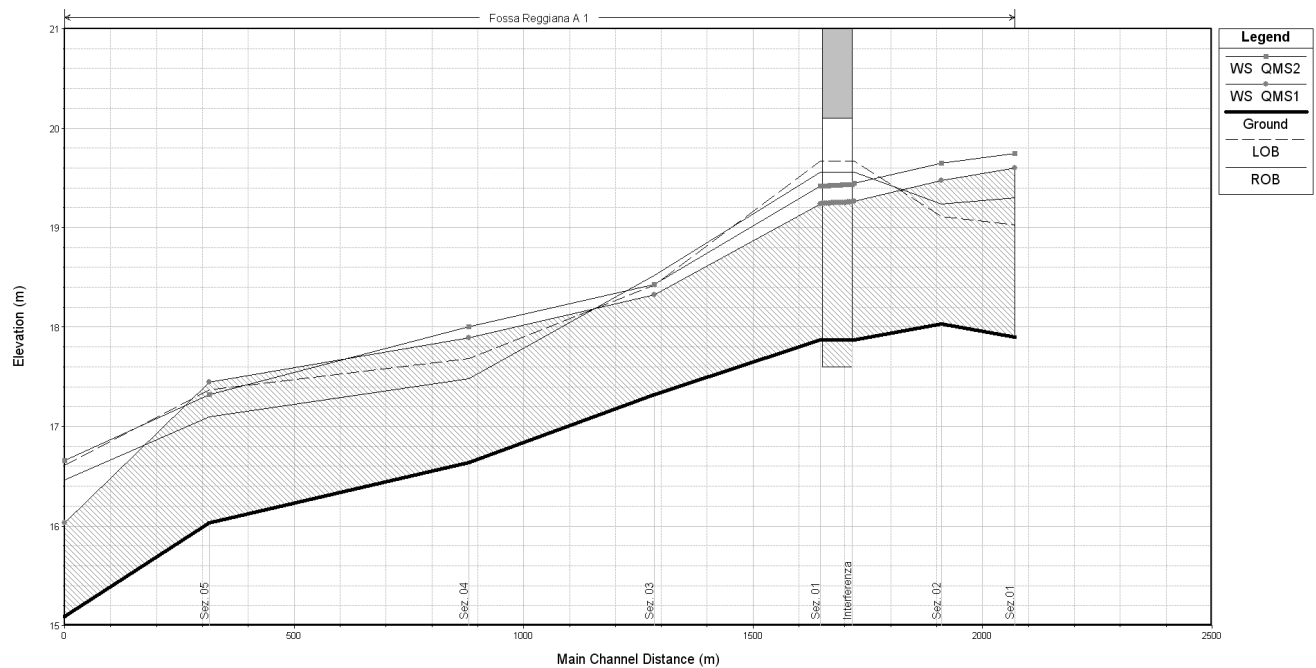


FIGURA 8-90: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=3.00 M3/SEC E QMS2=3.90M3/SEC

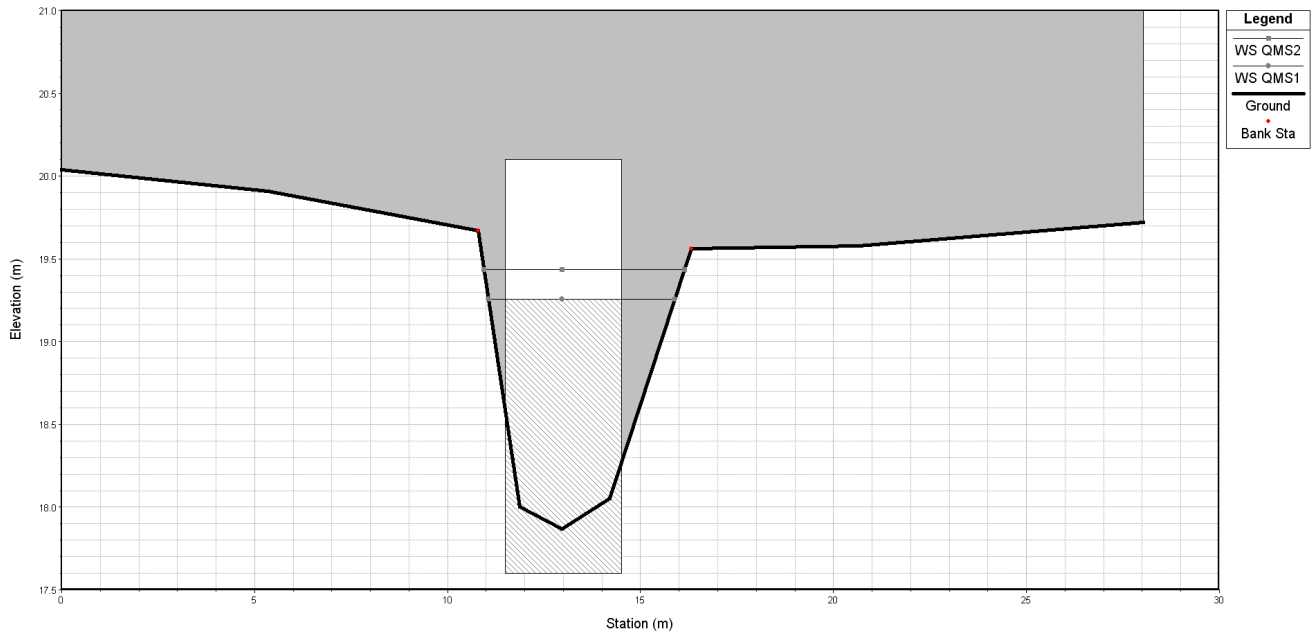


FIGURA 8-91: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=3.00M3/SEC E QMS2=3.9M3/SEC

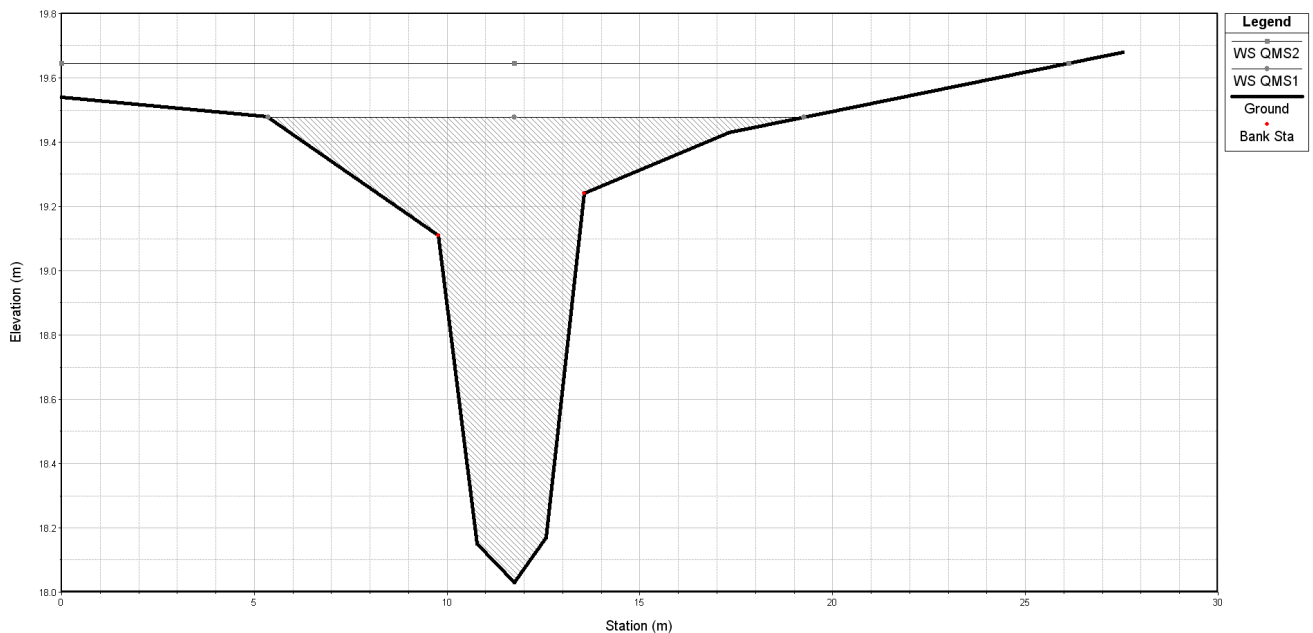


FIGURA 8-92: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=3.00M3/SEC E QMS2= 3.90M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 2 impianti di depurazione per una portata complessiva di 32l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 1.1% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.

8.13. FOSSO CASTELLINA

8.13.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Fosso Castellina scorre in direzione ovest-est, prende acqua dal Diversivo della Burana mediante un manufatto di presa in località Villa Gardè e sfocia nel Fosso Pavignane. E' un canale promiscuo secondario di indubbia importanza soprattutto ai fini irrigui.



FIGURA 8-93: FOSSO CASTELLINA CORRISPONDENZA DELLA CONFLUENZA CON IL FOSSO PAVIGNANE

FIGURA 8-94: CAVO CANALINO NEL TRATTO A MONTE

Il fosso è caratterizzato da una sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti importanti alberature ed arbusti sui cigli spondali. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde.

Il canale non prevede interferenze con l'autostrada in progetto quindi non è stato previsto alcun tombamento lungo tutto il suo percorso. Le sezioni presentano forma trapezoidale con una base maggiore 3.00m base



minore 0.70m ed altezza 1.10m. L'inserimento del cavalcavia V26 e della relativa rotatoria ha implicato la deviazione del Fosso Pavignane, per cui lo sbocco del fosso Castellina avviene circa 30m a monte rispetto alla posizione attuale. In prossimità della confluenza è stata prevista una sistemazione idraulica con rivestimento in massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per 15m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	A01A106
NOME	FOSSO CASTELLINA

DATA RILIEVO	28/09/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
ENTE GESTORE	CONSORZIO DI BONIFICA BURANA	
LOCALITA'	Rivara	
COMUNE	San Felice sul Panaro	
PROVINCIA	MO	
PROGRESSIVA	30+420	
FOTOGRAFIE	A01A106_1	A01A106_2

UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1671919.68
	GAUSS BOAGA Y	4969440.08
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	1.562
	SORGENTE	Canale Diversivo di Burana
	FOCE	Fosso Pavignane
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo sabbioso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea
CARATTERISTICHE	TERRITORIO	aperta campagna



DEL PAESAGGIO	CIRCOSTANTE	
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	<i>corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle</i>
	SCABREZZA ($m^{1/3/s}$)	19-21
NOTE		-

8.13.2. Verifiche idrauliche

8.13.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=0,90m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=1,20m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto non vi sono interferenze con il tracciato autostradale, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.13.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto,

8.13.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 e QMS2 nella configurazione morfologica attuale.

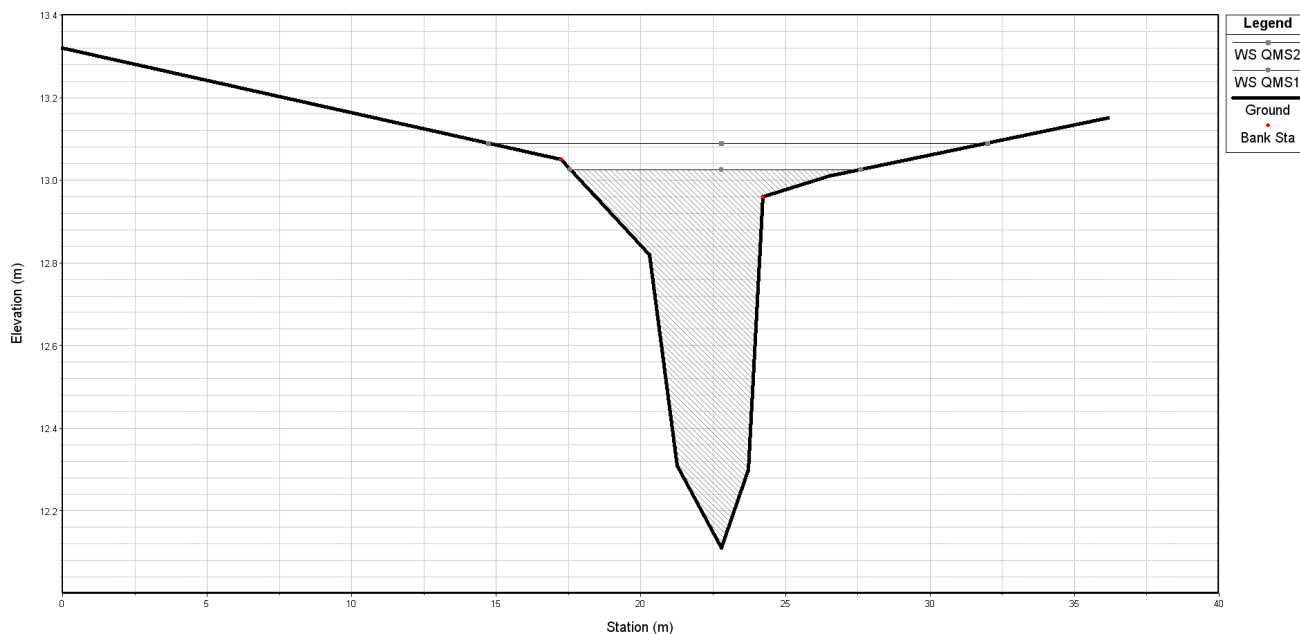


FIGURA 8-96: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=0.90m³/s E QMS2=1.20m³/s ALLA SEZIONE 03

Nella configurazione di stato di fatto si confrontano i principali parametri idraulici con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Velocità S.F.	Pendenza	Carico totale S.F.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m/s]	-	[m]
Sez. 01	0.00	12.44	0.9	13.52	0.30	0.0008	13.53
Sez. 02	300.00	12.21	0.9	13.26	0.45	-0.0041	13.27
Sez. 02A	327.00	12.32	0.9	13.24	0.40	0.0007	13.24
Sez. 03	640.00	12.11	0.9	13.03	0.31	0.0007	13.03
Sez. 04	975.00	11.88	0.9	12.82	0.36	0.0000	12.82

FIGURA 8-97: PARAMETRI IDRAULICI PER LO SCENARIO STATO DI FATTO DURANTE LA QMS1

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS in tutti i casi assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

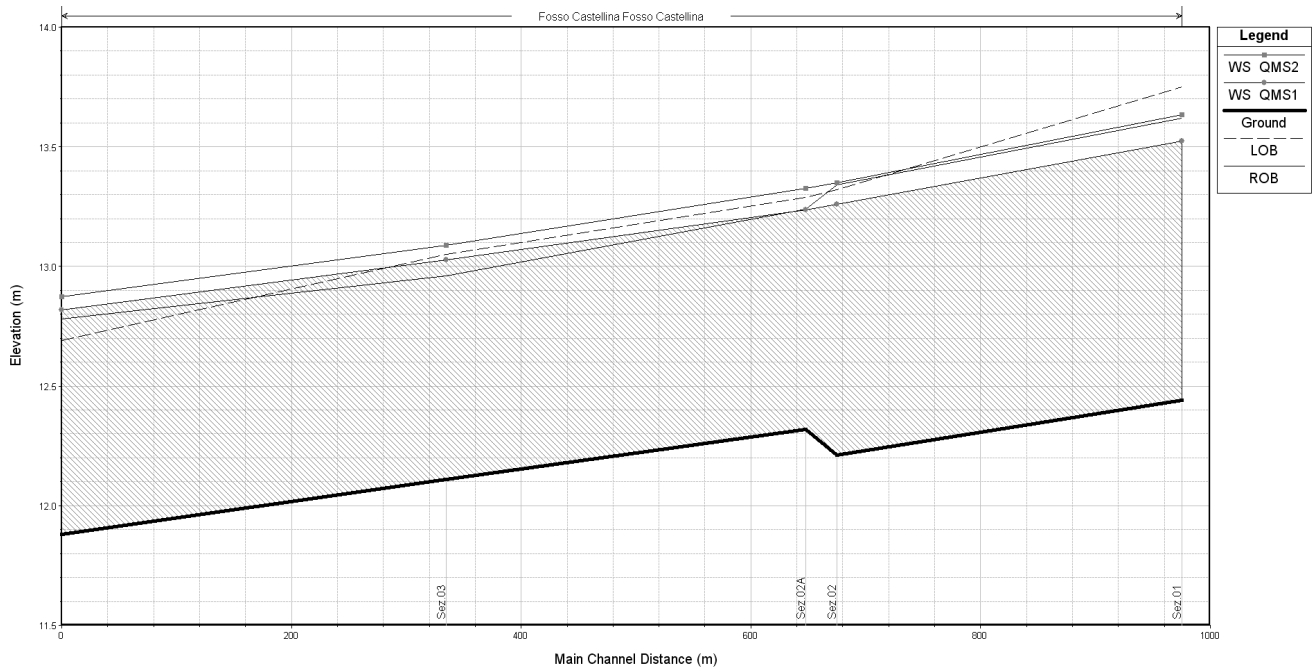


FIGURA 8-98: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1 E QMS2

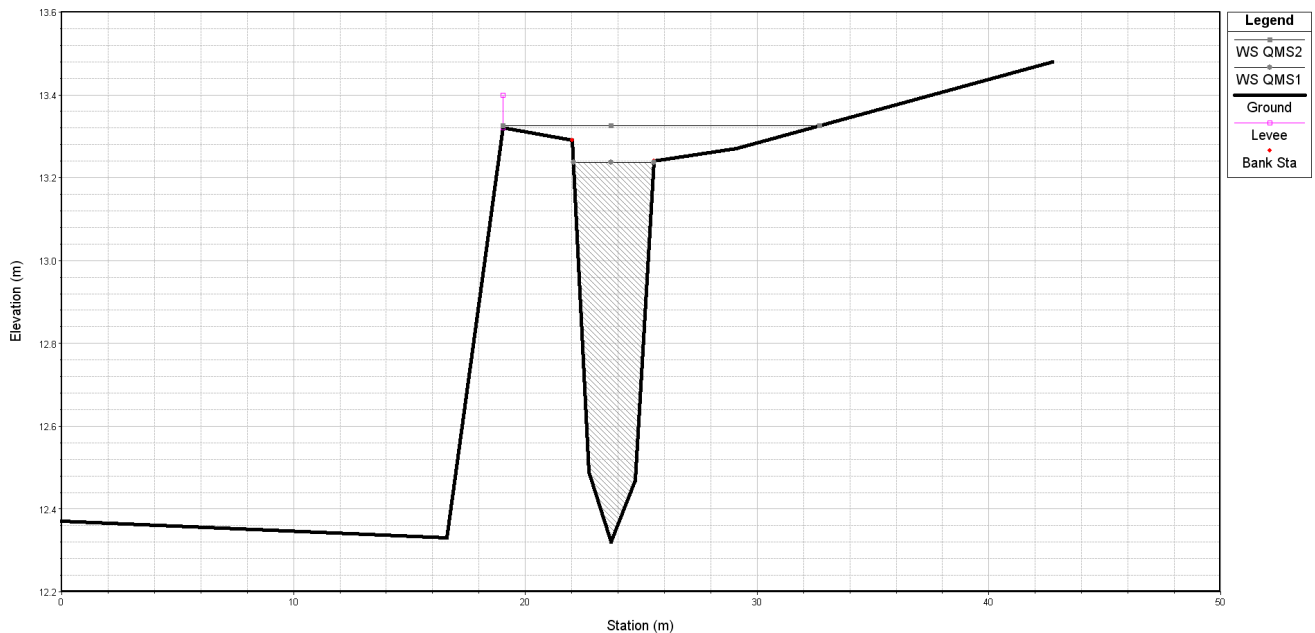


FIGURA 8-99: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 02A PER QMS1 E QMS2

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di due impianti di depurazione per una portata complessiva di 50l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS1 del 5.6%, valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.



Per ciascun impianto di depurazione è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico, in entrambi i casi, risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.14. CAVO CANALINO

8.14.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Cavo Canalino inizia il suo percorso a Medolla per poi proseguire verso Est in direzione Massa Finalese. Sfocia nel Diversivo della Burana in località vivaio Previdi tramite una struttura chiavicale che serve per tenere invasato il Canale nel periodo irriguo. Infatti è un canale promiscuo secondario di indubbia importanza soprattutto ai fini irrigui essendo generalmente più alto del piano di campagna circostante.

Proprio nelle vicinanze dello scarico in Burana troviamo le 3 intersezioni in coincidenza delle due rotatorie di collegamento C07 e V27 con Via degli Estensi



FIGURA 8-100: CAVO CANALINO IN CORRISPONDENZA ROTATORIA C07



FIGURA 8-101: CAVO CANALINO IN CORRISPONDENZA ROTATORIA V27

Tra le due rotatorie entra l'allacciante con il Diversivo di Burana in località Rivara per cui cambiano anche i deflussi, tanto è che in sede di CDS il Consorzio eccepiva richiedendo che il primo l'attraversamento fosse risolto con uno scatolare 2,0x1,50m, mentre gli altri due ricadenti a valle del Diversivo, con uno scatolare 4,00x2,00m.

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in adiacenza alla strada di Via degli Estensi con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti importanti alberature ed arbusti sui cigli spondali. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde.

Nei tratti interferiti le sezione presentano forma trapezoidale con una base maggiore 3.60m base minore 1.30m ed altezza 1.40m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 14.53 msm per la prima rotatoria mentre 13,82 per la seconda di valle. L'interferenza risultano sprofondate di 20cm per entrambi i casi per cui le due quote sono rispettivamente 14.33 msm. nel primo caso e 13,62msm per il secondo.

Per entrambi i casi la tombinatura è stata prolungata monte/valle di circa 4 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	MO6A005	
NOME	CAVO CANALINO	
DATA RILIEVO	28/09/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
COMUNE	San Felice sul Panaro	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1670893.71
	GAUSS BOAGA Y	4967436.24
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	10.566
	SORGENTE	cento abitato di Medolla
	FOCE	Canale Diversivo di Burana
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta coltivata a mais, strada laterale
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	16-19

8.14.2. Verifiche idrauliche

8.14.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile $QMS1=0,60m^3/s$ franco nullo lungo l'intero tratto esaminato, incrementata di $1.4m^3/s$ tra le 2 rotatorie per effetto dell'ingresso dell'Allacciante con il diversivo Burana,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare $QMS2=0,90m^3/s$ e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità ed incremento delle portate dell'allacciante fino a $1,8m^3/s$.

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.14.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;
- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 16-19 $m^{1/3}/sec$ differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 $m^{1/3}/sec$.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

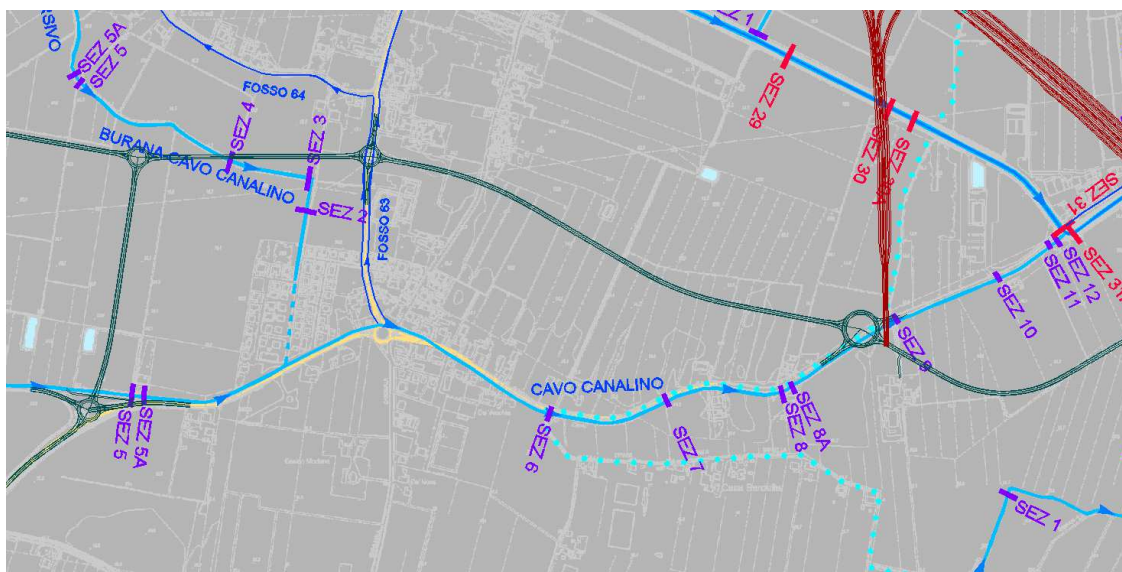


FIGURA 8-102: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.14.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

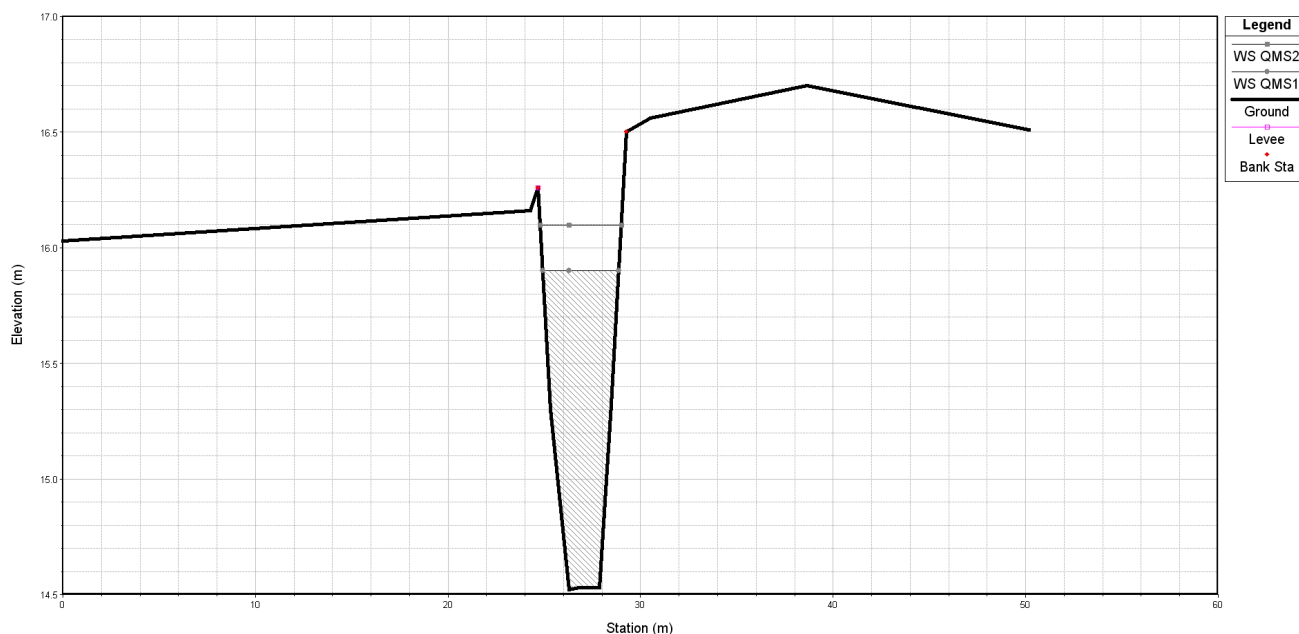


FIGURA 8-103: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=0.60m³/s e QMS2=0.90m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO1 NELLO STATO DI FATTO

8.14.2.4 Risultati delle analisi negli Stato di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m ³ /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 03	0.00	14.57	0.6	15.91	15.90	-0.01	0.16	0.16	0.0010	15.91	15.90
Sez. 04m	50.00	14.52	0.6	15.91	15.90	-0.01	0.15	0.15	0.0000	15.91	15.90
Scatolare C07	55.00	0.00	Culvert	15.91	15.90	-0.01	0.00	0.15	0.0000	15.91	0.00
Sez. 04v	105.00	14.52	0.6	15.90	15.90	0.00	0.15	0.15	0.0000	15.90	15.90
Sez. 05	150.00	14.52	0.6	15.90	15.89	-0.01	0.15	0.15	0.0004	15.90	15.89
Sez. 06	1139.00	14.17	2	15.60	15.58	-0.02	0.48	0.47	0.0009	15.61	15.59
Sez. 07	1403.00	13.92	2	15.44	15.41	-0.03	0.48	0.46	0.0002	15.45	15.42
Sez. 08	1656.00	13.88	2	15.23	15.16	-0.07	0.62	0.57	0.0032	15.25	15.18
Sez. 08A	1681.00	13.80	2	15.21	15.14	-0.07	0.58	0.52	0.0044	15.22	15.15
Sez. 09	1722.00	13.62	2	15.18	15.11	-0.07	0.56	0.51	0.0000	15.19	15.12
Scatolare V27	1732.00	13.62	Culvert	15.18	15.11	-0.07	0.00	0.51	0.0000	15.19	15.12
Sez. 09 int	1737.00	13.62	2	15.18	15.11	-0.07	0.56	0.51	0.0000	15.19	15.12
Scatolare V27	1747.00	13.62	Culvert	15.17	15.11	-0.06	0.00	0.51	0.0000	15.19	0.00
Sez. 09 v	1772.00	13.62	2	15.17	15.10	-0.07	0.56	0.51	0.0002	15.19	15.12
Sez. 10	1961.00	13.58	2	14.93	14.93	0.00	0.62	0.62	0.0020	14.95	14.95
Sez. 11	2091.00	13.32	2	14.82	14.82	0.00	0.48	0.48	-0.0020	14.83	14.83
Sez. 12	2111.00	13.36	2	14.80	14.80	0.00	0.51	0.51	0.0000	14.82	14.82

FIGURA 8-104: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1

Si è verificato per il valore di portata QMS1 i valori di riempimento sono rispettivamente pari al 93% della sezione di deflusso dello scatolare della viabilità C07, al 75% della sezione di deflusso dello scatolare di monte della viabilità V27 e al 74% della sezione di deflusso dello scatolare di valle della viabilità V27.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS in tutti i casi assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

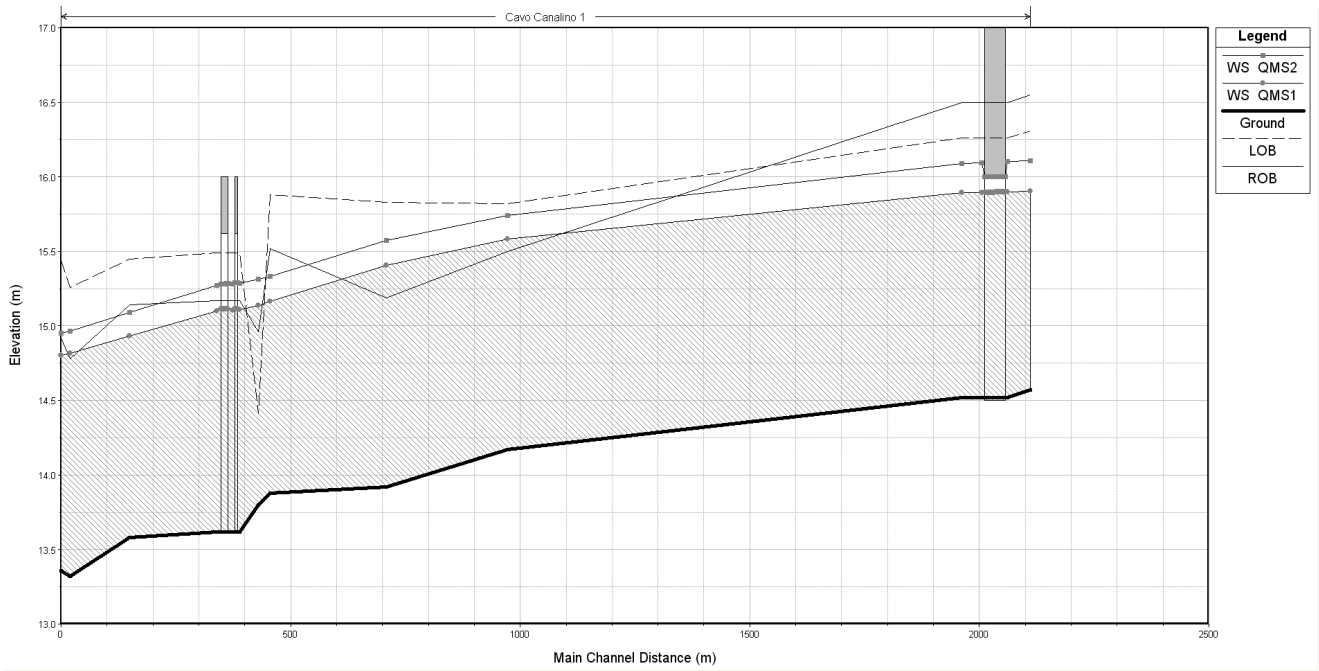


FIGURA 8-105: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1 E QMS2

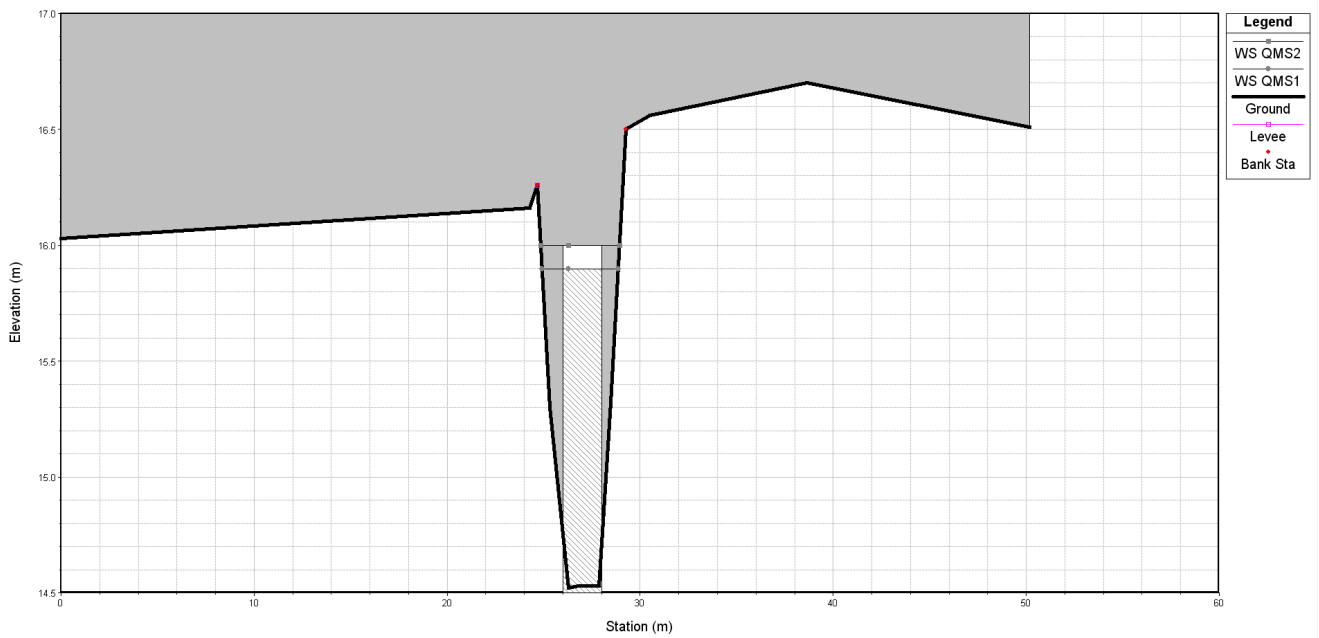


FIGURA 8-106: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO1 PER QMS1=2.00M3/SEC E QMS2=2.70M3/SEC

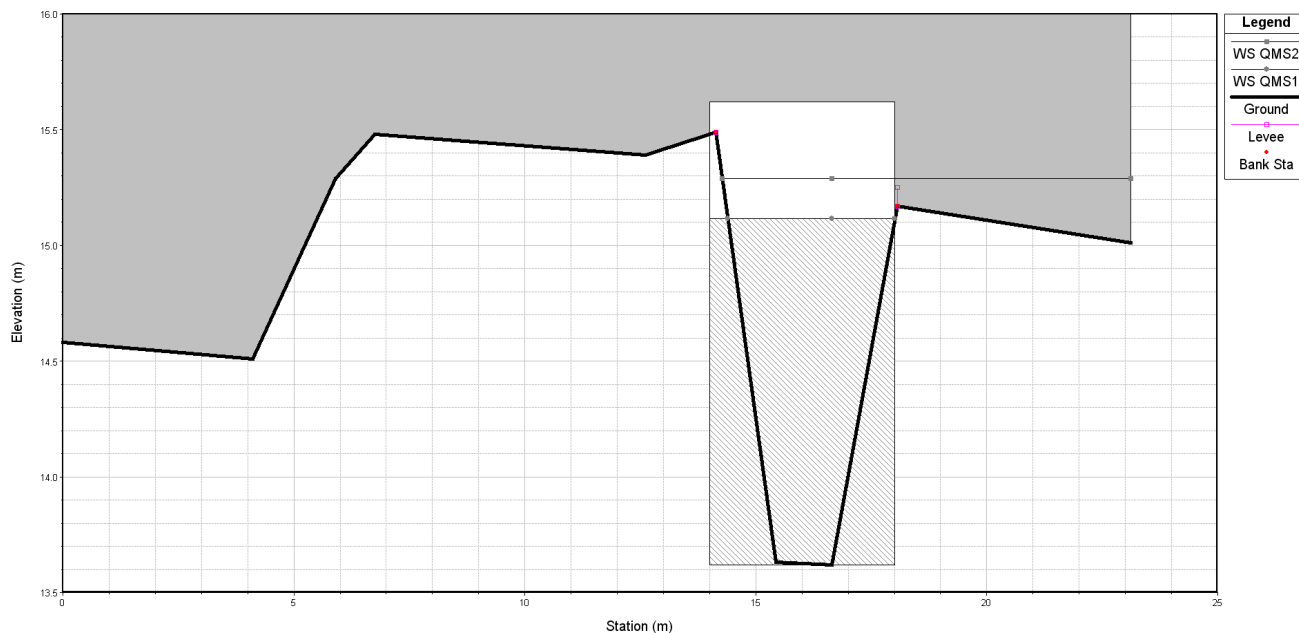


FIGURA 8-107: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO2 PER QMS1=2.00M3/SEC E Q30=QMS2=2.7M3/SEC

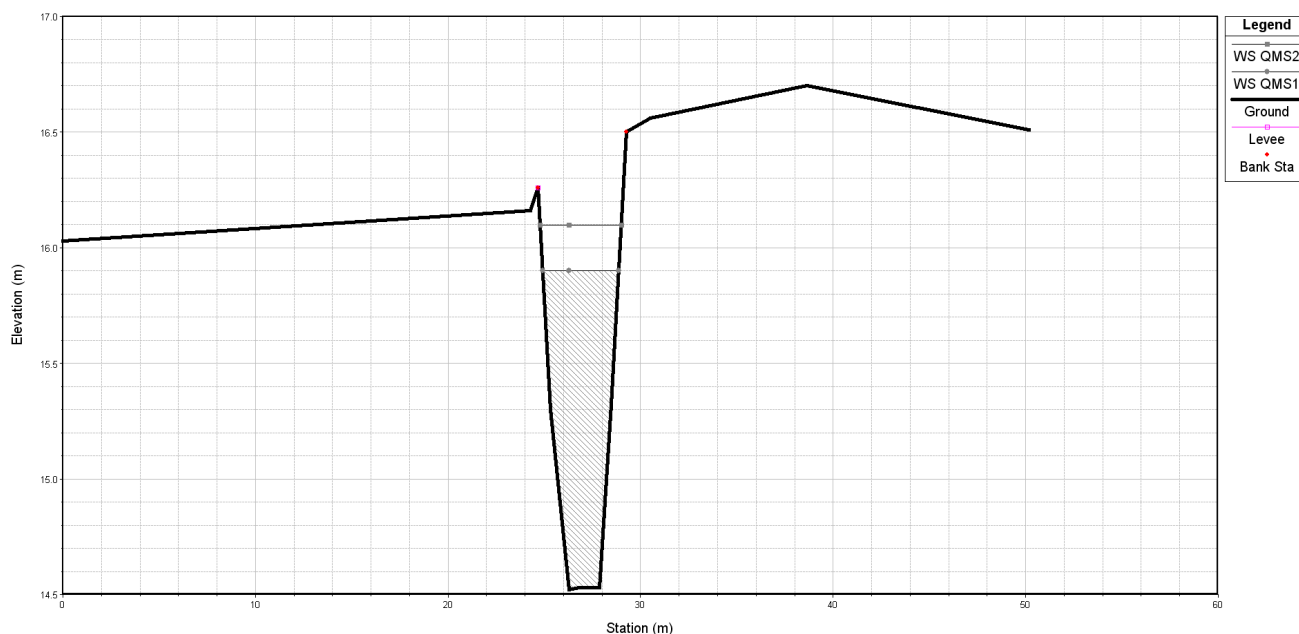


FIGURA 8-108: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 04 IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO1 PER QMS1 E QMS2

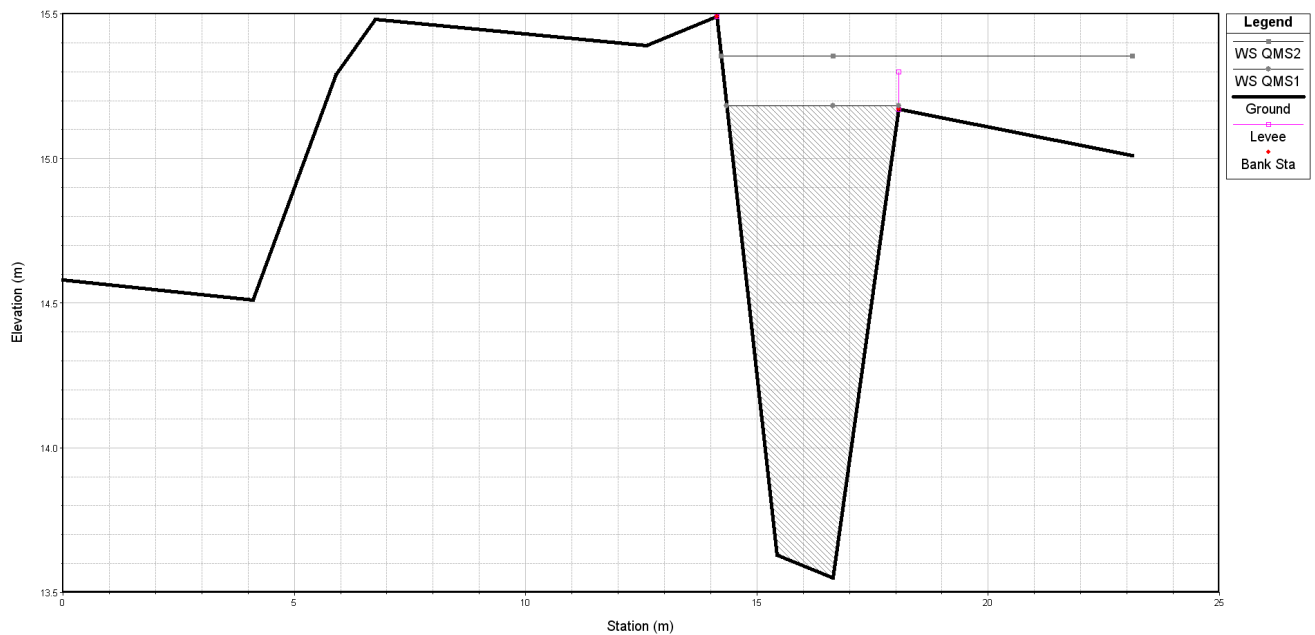


FIGURA 8-109: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 09 IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO2 PER QMS1=2.00M3/SEC E QMS2= 2.70M3/SEC

8.15. ALLACCIANTE CANALE DIVERSIVO DI BURANA CON CAVO CANALINO

8.15.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

L'allacciante Burana-Canalino è un canale che trae le sue origini proprio nella Burana e quindi prosegue la sua corsa verso Sud a cielo aperto fino a Rivara dove viene intubato fino alla scarico nel Canalino.

E' un canale prevalentemente asciutto che svolge la funzione di canale prevalentemente di tipo irriguo fino a Rivara. Limitati sono i deflussi provenienti dai campi limitrofi, viceversa quando entra nel quartiere di Rivara riceve scarichi pluviali importanti di buona parte dell'agglomerato urbano sotteso. Questo giustifica il concreto apporto al Cavo Canalino.



FIGURA 8-110: CAVO ALLACCIANTE ALLE PORTE DI RIVARA



FIGURA 8-111: CAVO ALLACCIANTE SUBITO A VALLE DELLA BURANA

Il canale, nel tratto d'interferenza con la strada complementare C07, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti importanti alberature ed arbusti sui cigli spondali. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde. Nei tratti interferiti le sezione presentano forma trapezoidale con una base maggiore 4.20m base minore 1.10m ed altezza 1.20m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 15.00 msm. L'interferenza con la strada viene risolta con uno scatolare 1.50x1.50 la cui quota di fondo è posta a 14,80 sprofondata di 20cm.

La tominatura è stata prolungata monte/valle di circa 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di

pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	MO6A006	
NOME	ALLACCIANTE CANALE DIVERSIVO DI BURANA - CAVO CANALINO	
DATA RILIEVO	28/09/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	Rivara	
COMUNE	San Felice sul Panaro	
PROGRESSIVA	30+495	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1671150.07
	GAUSS BOAGA Y	4967944.45
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	1.536
	SORGENTE	Canale Diversivo di Burana
	FOCE	Cavo Canalino
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta coltivata a mais, strada laterale
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	22-25

8.15.2. Verifiche idrauliche

8.15.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=1,40m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=1,80m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.15.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le

eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 22-25 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 m^{1/3}/sec.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

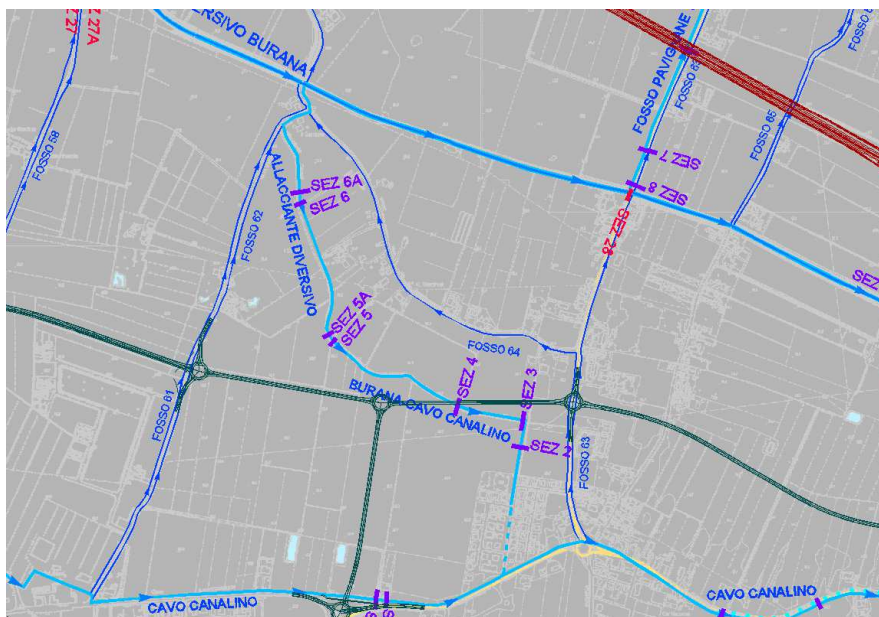


FIGURA 8-112: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.15.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

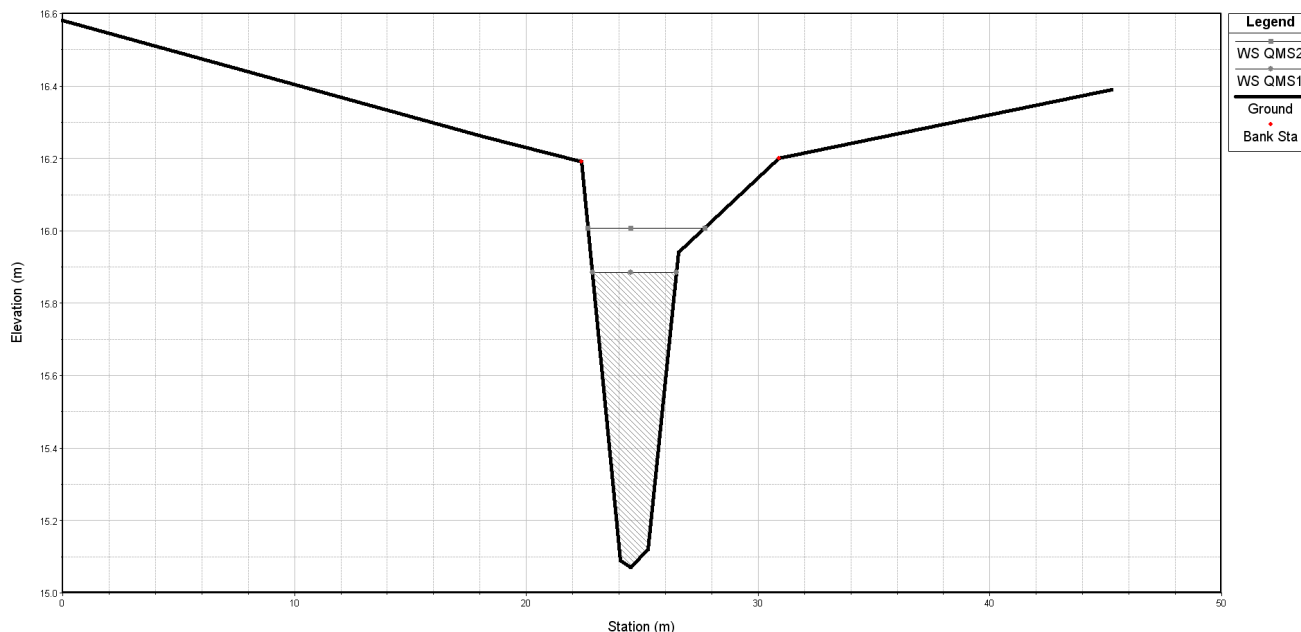


FIGURA 8-113: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=1.40M³/S E QMS2=1.80M³/S ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.15.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 06A	0.00	15.30	1.4	16.59	16.60	0.01	0.45	0.45	0.0117	16.60	16.60
Sez. 06	30.00	14.95	1.4	16.58	16.58	0.00	0.41	0.41	-0.0009	16.59	16.58
Sez. 05A	390.00	15.28	1.4	16.35	16.36	0.01	0.56	0.57	0.0191	16.36	16.36
Sez. 05	413.00	14.84	1.4	16.33	16.33	0.00	0.47	0.47	-0.0007	16.34	16.33
Sez. 04m	736.00	15.07	1.4	19.90	19.93	0.03	0.74	0.62	0.0000	15.91	16.00
Scatolare	741.00	15.07	Culvert	19.90	19.93	0.03	0.74	0.62	0.0000	15.91	16.00
Sez. 04	791.00	15.07	1.4	15.88	15.91	0.03	0.74	0.74	0.0022	15.91	15.91
Sez. 03	965.00	14.69	1.4	15.57	15.59	0.02	0.62	0.62	0.0030	15.59	15.59
Sez. 02	1043.00	14.46	1.4	15.50	15.51	0.01	0.44	0.44	0.0000	15.51	15.51

FIGURA 8-114: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=1.40M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 69%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

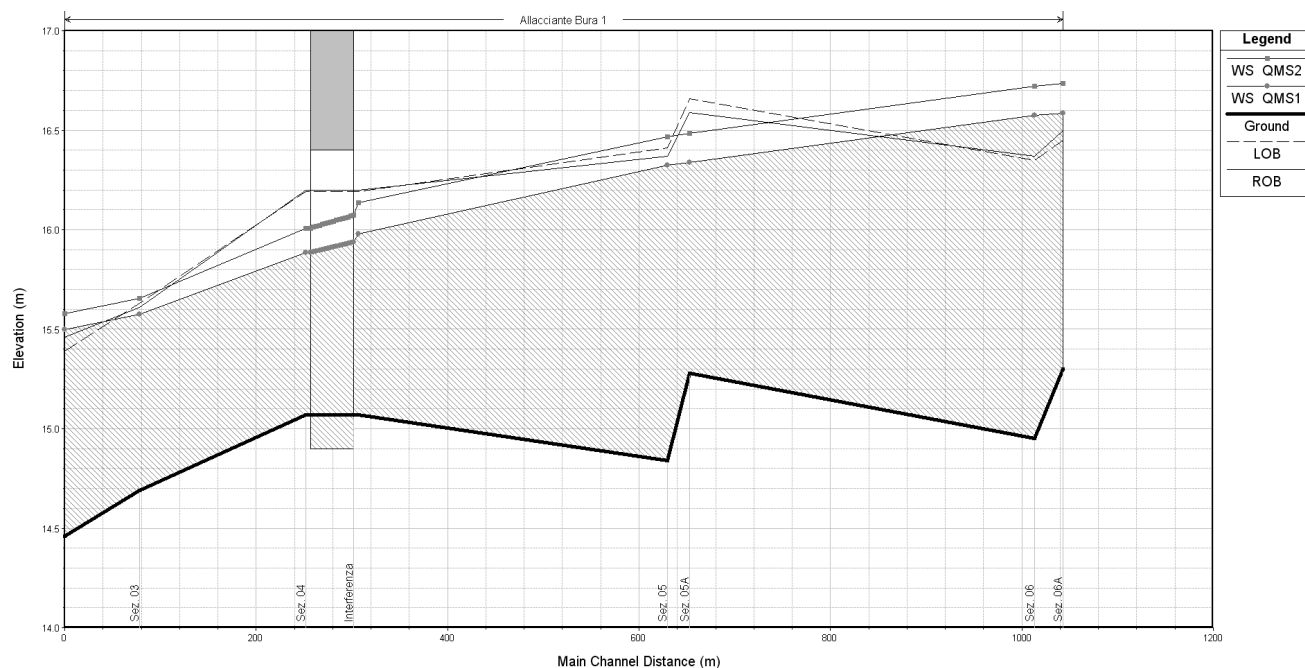


FIGURA 8-115: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS=QMS1=1.40 M3/SEC E QMS2=1.80M3/SEC

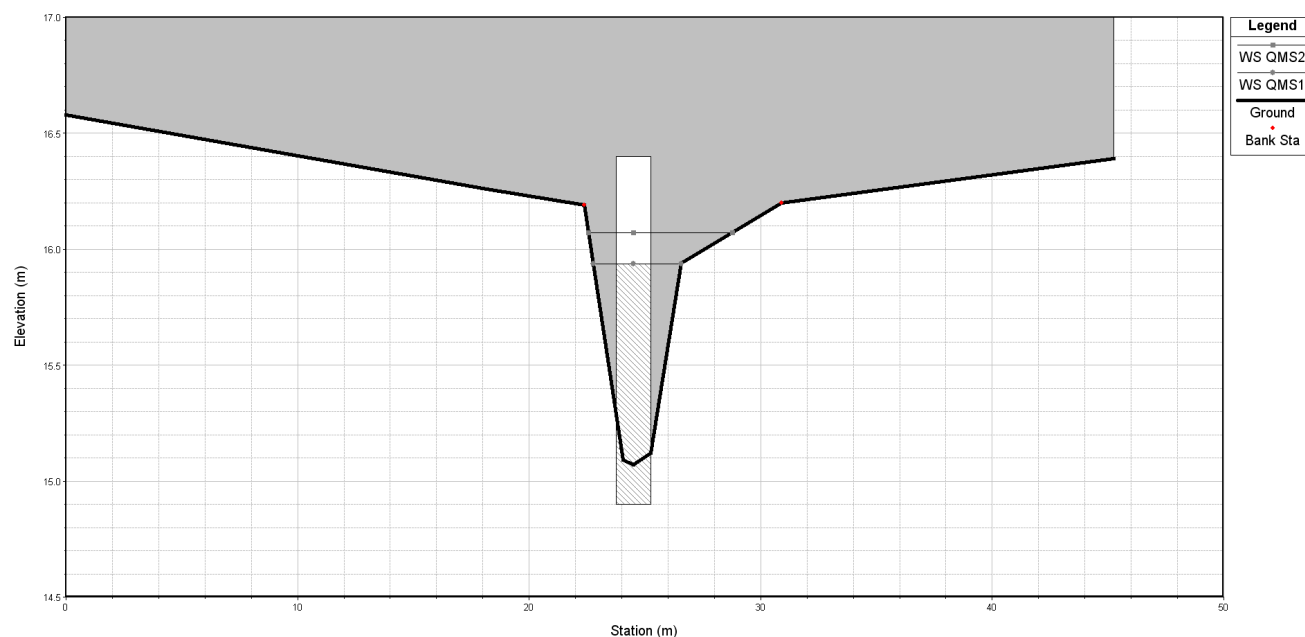


FIGURA 8-116: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=1.40M3/SEC E QMS2=1.80M3/SEC

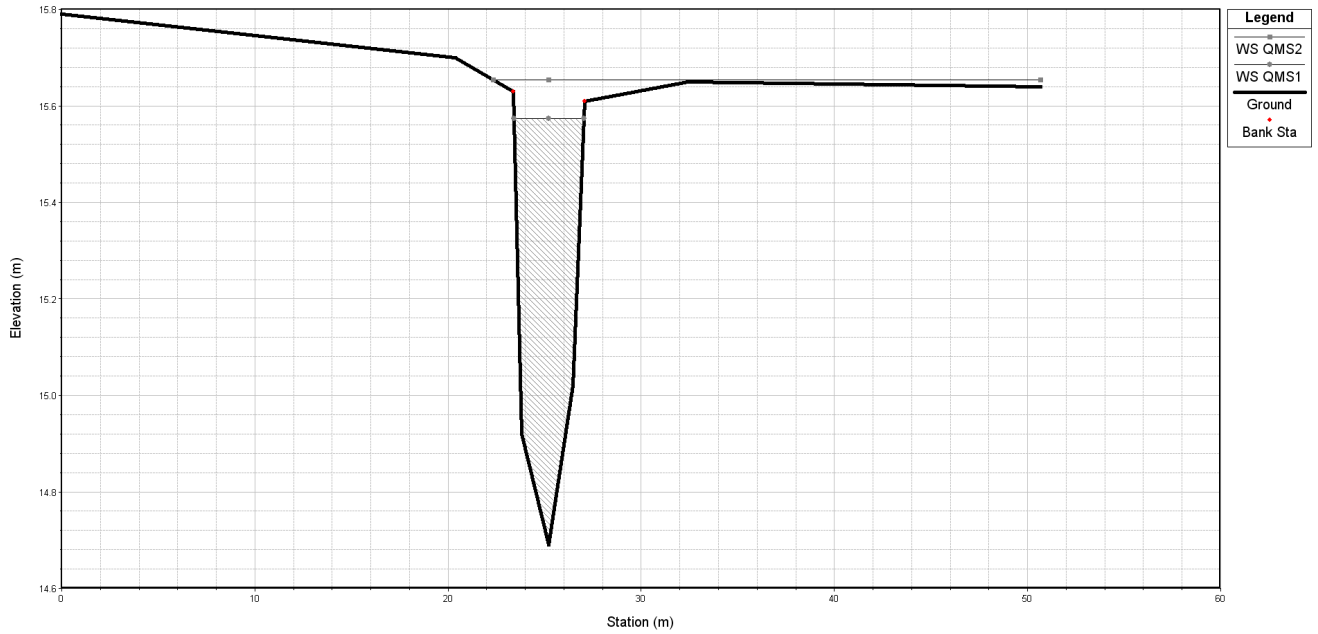


FIGURA 8-117: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 03 PER QMS1=1.40M3/SEC E QMS2= 1.80M3/SEC

8.16. FOSSO PAVIGNANE

8.16.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Fosso Pavignane inizia il suo percorso in località Casa Vigarani del Comune di San Felice sul Panaro direttamente dal Diversivo di Burana tramite un sostegno sullo stesso. Prosegue verso Nord fiancheggiando Via Grande. Pur essendo di tipo promiscuo è un canale prevalentemente di tipo irriguo. Infatti la diretta presa dalla Burana garantisce acque per l'irrigazione dei fossi attigui tramite sostegni compreso lo scarico nel Castellina.

Proprio nelle vicinanze della presa dalla Burana troviamo il cavalcavia di via Grande dove si colloca la prima delle 3 intersezioni. Poco più a valle è la stessa autostrada ad interferire con il canale, poi proseguendo verso Nord ritroviamo di nuovo il cavalcavia di Via Grande con la sua rotatoria finale ad interagire con lo stesso Fosso.



FIGURA 8-118: FOSSO PAVIGNANE: UNO DEI TANTI TOMBINI



FIGURA 8-119: FOSSO PAVIGNANE: IN AFFIANCAMENTO A VIA GRANDE

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in adiacenza alla strada di Via Grande con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite sfalciate regolarmente; sono assenti importanti alberature ed arbusti sui cigli spondali.

Nei tratti interferiti le sezioni presentano forma trapezoidale con una base maggiore 3.60m base minore 1.30m ed altezza 1.00m. La quota di fondo in corrispondenza degli attraversamenti è posta rispettivamente da Sud verso Nord a 13.10 msm, 12.80msm sotto l'autostrada e 12,00 con l'interferenza della rotatoria finale. Tutte le interferenze risultano sprofondate di 20cm per cui le quote sono rispettivamente 12.90 msm., 12,60 msm e 11,80 msm per l'ultimo attraversamento. Gli attraversamenti sono stati risolti tramite scatolari 2,00x2,00 per il primo e secondo attraversamento, mentre per quello a Nord il fosso è stato suddiviso in due

rami di cui il primo con tubazione diam1000 per portare acqua alla Cascina Corte Bassa, mentre il secondo con uno scatolare 1,50x1,00 che poi di fatto si collega con lo scarico del Castellina e quindi prosegue la sua corsa verso Nord. Entrambi i flussi sono governabili tramite sostegni con paratoie provviste di volantino di manovra.

Per tutti i casi la tominatura è stata prolungata monte/valle di circa 4 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_OWS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	A01A107	
NOME	FOSSO PAVIGNANE	
DATA RILIEVO	26/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	Rivara	
COMUNE	San Felice sul Panaro	
PROGRESSIVA	30+447	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1671918.01
	GAUSS BOAGA Y	4969382.09
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	3.674
	SORGENTE	Canale Diversivo di Burana
	FOCE	area di campagna con centro abitato di Rivara poco distante
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta con case sparse
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.16.2. Verifiche idrauliche

8.16.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.16.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione dei manufatti di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 $m^{1/3}/sec$ differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 $m^{1/3}/sec$.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.



FIGURA 8-120: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.16.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena $QMS1=1.00m^3/s$ nella configurazione morfologica attuale. La configurazione tiene conto della confluenza del Fosso Castellina posta a valle dell'Attraversamento autostradale, quindi la portata risulta $QMS1=1.90m^3/s$.

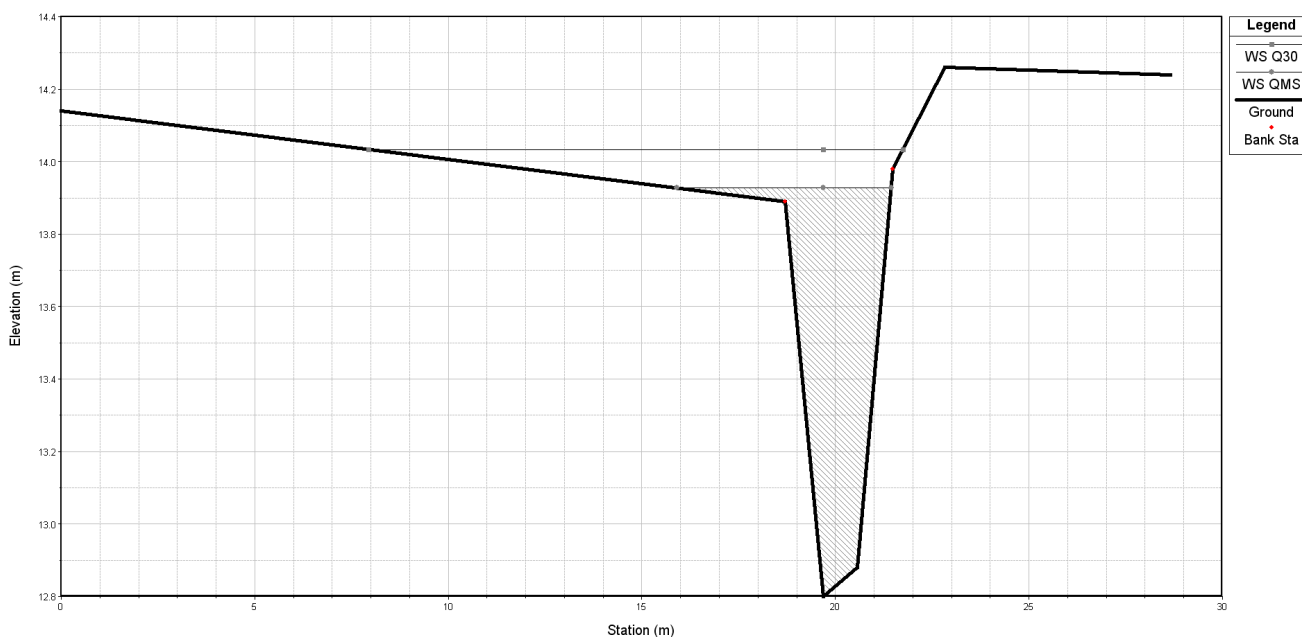


FIGURA 8-121: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER $QMS1=1.00m^3/s$ ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO1 NELLO STATO DI FATTO

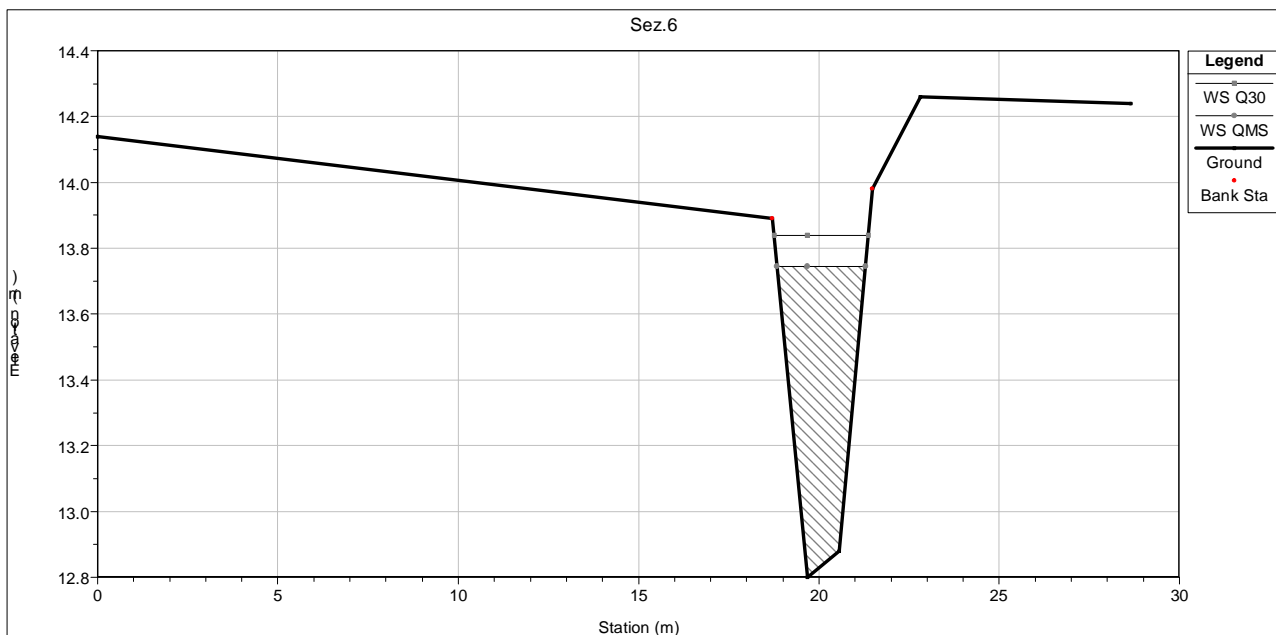


FIGURA 8-122: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER $QMS=QMS1=0.70m^3/s$ ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE

DELL'ATTRAVERSAMENTO2 NELLO STATO DI FATTO

8.16.2.4 Risultati delle analisi negli Stati di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1. La simulazione tiene conto della suddivisione del corso d'acqua a valle dell'attraversamento autostradale e del contributo del Fosso Castellina

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 08	0.00	13.22	1	14.24	14.14	-0.10	0.37	0.43	0.0019	14.25	14.15
Sez. 07 m	10.42	13.20	1	14.18	14.12	-0.06	0.42	0.60	0.0006	14.19	14.14
Scatolare V26	15.42	13.20	Culvert	14.18	14.12	-0.06	0.42	0.60	0.0000	14.19	14.14
Sez. 07 v	150.42	13.11	1	14.18	14.12	-0.06	0.42	0.51	0.0014	14.19	14.13
Sez. 06m	365.39	12.80	1	13.93	13.93	0.00	0.50	0.50	0.0000	13.94	13.94
Scatolare A23	370.39	12.80	Culvert	13.93	13.93	0.00	0.50	0.50	0.0000	13.94	13.94
Sez. 06	397.39	12.80	1	13.93	13.92	-0.01	0.50	0.51	0.0002	13.94	13.93
Sez. 05A	510.53	12.78	1	13.81	13.83	0.02	0.42	0.40	0.0000	13.82	13.84
Sez. 05m	521.47	12.78	1	13.80	13.82	0.02	0.47	0.45	0.0000	13.81	13.83
Sez. 05	529.47	12.78	1	13.79	13.81	0.02	0.47	0.46	0.0011	13.80	13.82
Sez. 04A	716.17	12.58	1	13.35	13.15	-0.20	0.91	1.69	0.0289	13.39	13.29
Sez. 04 m	729.68	12.19	1	13.34	13.03	-0.31	0.41	0.85	0.0000	13.35	13.07
Sez. 04	736.68	12.19	0.5	13.33	13.03	-0.30	0.42	0.43	0.0012	13.34	13.04
Sez. 03 m	890.83	12.00	0.5	13.20	12.95	-0.25	0.34	0.32	0.0000	13.20	12.96
Interferenza	895.83	12.00	Culvert	13.19	12.95	-0.24	0.34	0.32	0.0000	13.20	12.96
Sez. 03 v	1020.83	12.00	1.4	13.19	12.90	-0.29	0.34	0.98	0.0014	13.20	12.95
Sez. 02A	1078.19	11.92	1.4	12.95	12.78	-0.17	0.92	0.90	0.0378	13.00	12.82
Sez. 02m	1091.42	11.42	1.4	12.93	12.77	-0.16	0.68	0.62	0.0000	12.95	12.79
Sez. 02	1099.42	11.42	1.4	12.91	12.76	-0.15	0.70	0.63	0.0012	12.93	12.78
Sez. 01	1428.08	11.02	1.4	12.44	12.33	-0.11	0.53	0.51	0.0000	12.45	12.35

FIGURA 8-123: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1

Si è verificato per il valore di portata QMS1 i valori di riempimento sono rispettivamente pari al 56% della sezione di deflusso dello scatolare della viabilità V27, al 66% della sezione di deflusso dello scatolare autostradale e al 95% della sezione di deflusso dello scatolare di valle.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

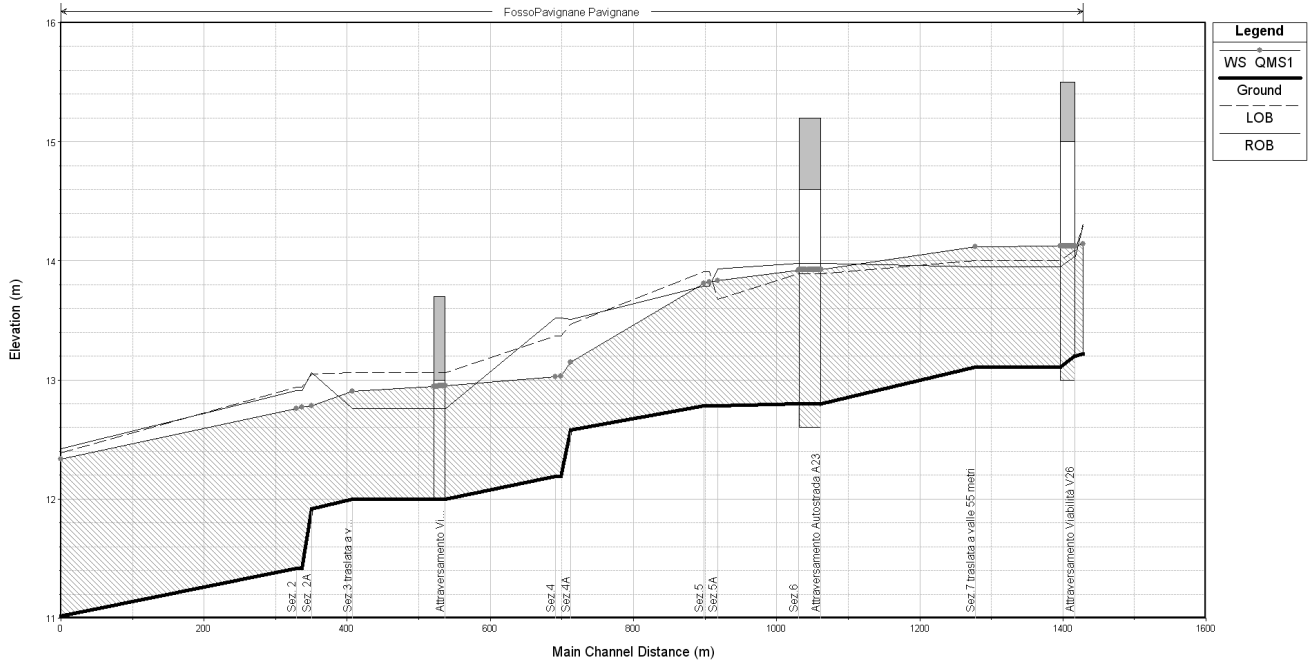


FIGURA 8-124: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1 E QMS2

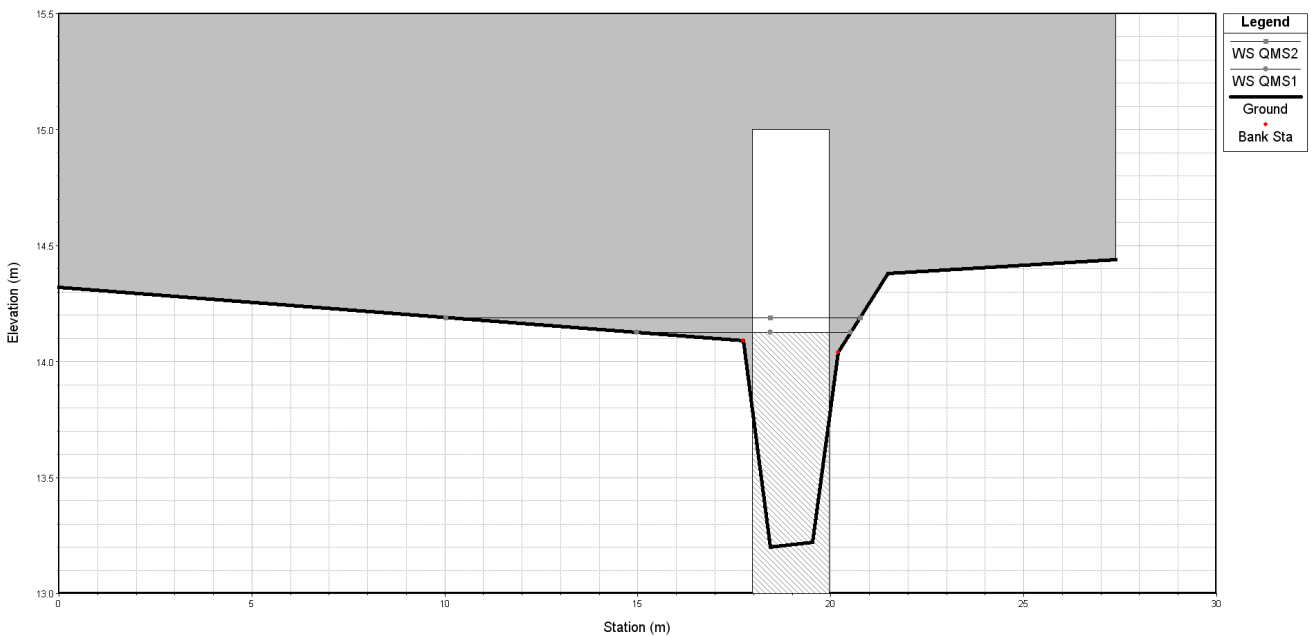


FIGURA 8-125: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAmento1 PER QMS1 E QMS2

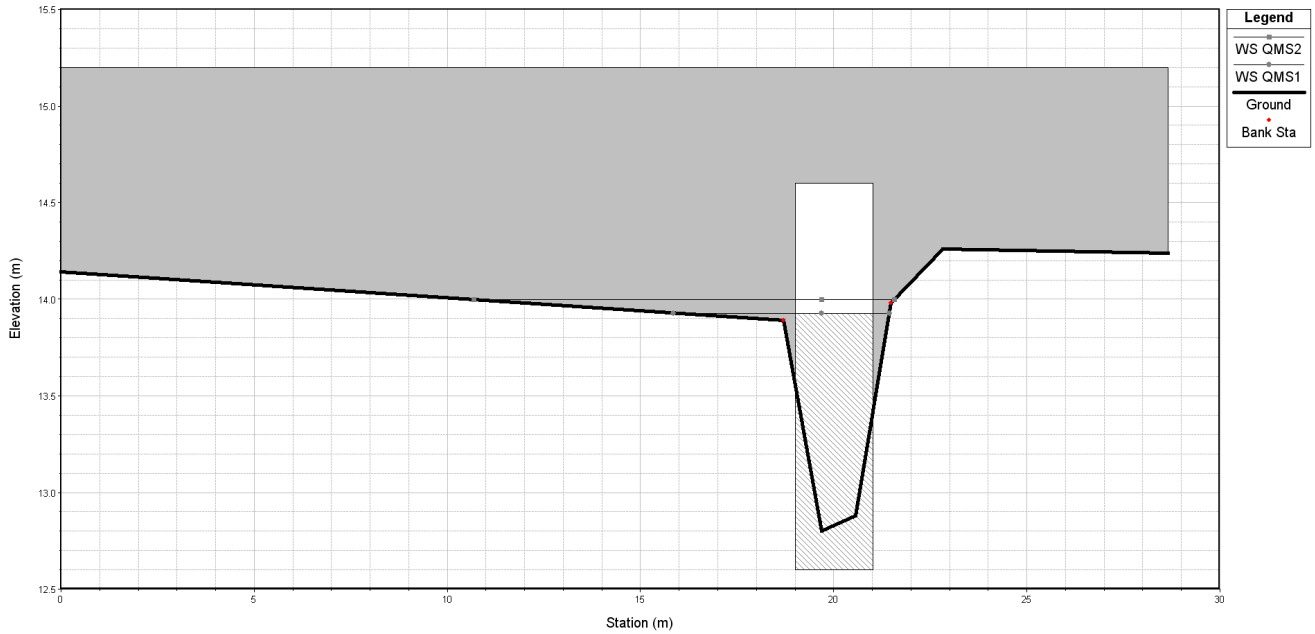


FIGURA 8-126: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO2 PER QMS1 E QMS2

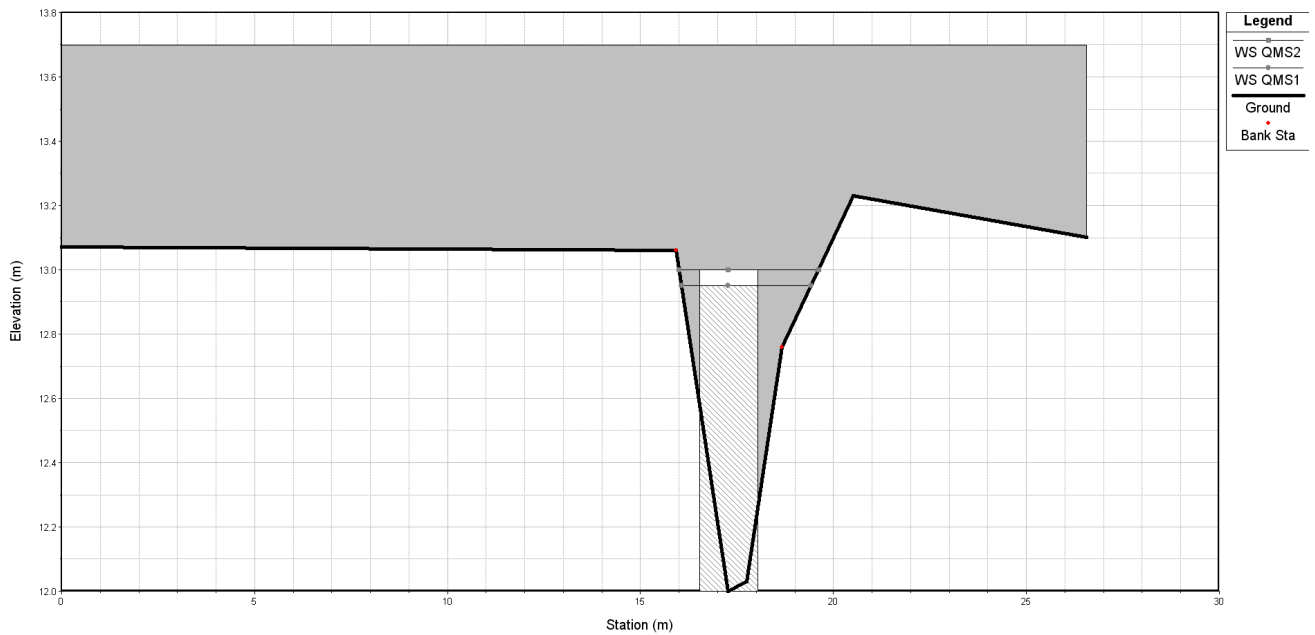


FIGURA 8-127: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO3 PER QMS1 E QMS2

8.17. FOSSO LUNGO

8.17.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il fosso Lungo trae la sua origine direttamente dalla Burana in comune di San Felice sul Panaro poco più ad Nord-Est di Rivara e quindi prosegue la sua corsa verso Nord a cielo aperto verso il canale Acque Alte Reggiane.

E' un canale di tipo promiscuo anche se svolge prevalentemente la funzione di acquedotto. L'interferenza con l'autostrada avviene poco lontano dalla presa nel Diversivo di Burana..



FIGURA 8-128: FOSSO LUNGO: PASSO CARRAIO



FIGURA 8-129: FOSSO LUNGO NEL TRATTO DI INTERSEZIONE

Il canale, nel tratto d'interferenza con l'autostrada, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite ricche di vegetazione. Il Fosso presenta una ricca vita acquatica condizionata però dall'apporto di importanti quantità di sostanze organiche provenienti dal dilavamento dei terreni circostanti. Nonostante tutto è un canale che presenta una buona qualità ambientale.

Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde ed anche in alcuni tratti (come quello della foto) con una ricca vegetazione ripariale che funge anche da importante fascia tampone da preservare e potenziare. Proseguendo verso valle il Fosso perde parte della sua naturalità ed è invaso da coline di elofite con prevalenza di phragmites australis.

Nel tratto interferito la sezione presenta una forma trapezoidale con una base maggiore 6.50m base minore 2.15m ed altezza 1.00m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 10.70 msm.

L'interferenza con la strada viene risolta con uno scatolare 2.00x2.00m la cui quota di fondo è posta a 10.50 sprofondata di 20cm.

La tombinatura è stata prolungata monte/valle di circa 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE		A01A114	
NOME		FOSSO LUNGO	
DATA RILIEVO	26/08/2011		
PROPRIETA'	demaniale		
LOCALITA'	Rivalta		
COMUNE	San Felice sul Panaro		
PROGRESSIVA	31+310		
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1672409.94	
	GAUSS BOAGA Y	4968501.96	
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-	
	LUNGHEZZA (m)	5.686	
	SORGENTE	Canale Diversivo di Burana	
	FOCE	Diramatore Imperiale Reggiana	
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo	
	TIPO SEZIONE	In scavo	
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	
	EROSIONI	assenza di erosioni	
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario	
	USO	promiscuo	
	GRANULOMETRIA	limo argilloso	
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea ed arborea con presenza di salici, sanguinella e canneto	
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta	
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle	
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	18-20	

8.17.2. Verifiche idrauliche

8.17.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=2.10m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=2.70m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.17.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le

eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 18-20 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 m^{1/3}/sec.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

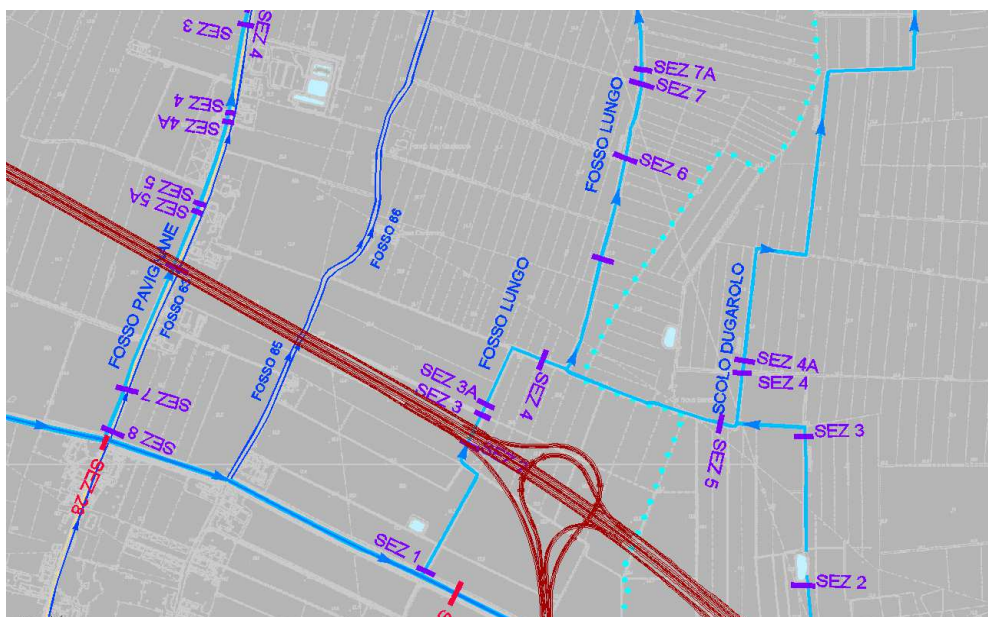


FIGURA 8-130: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.17.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

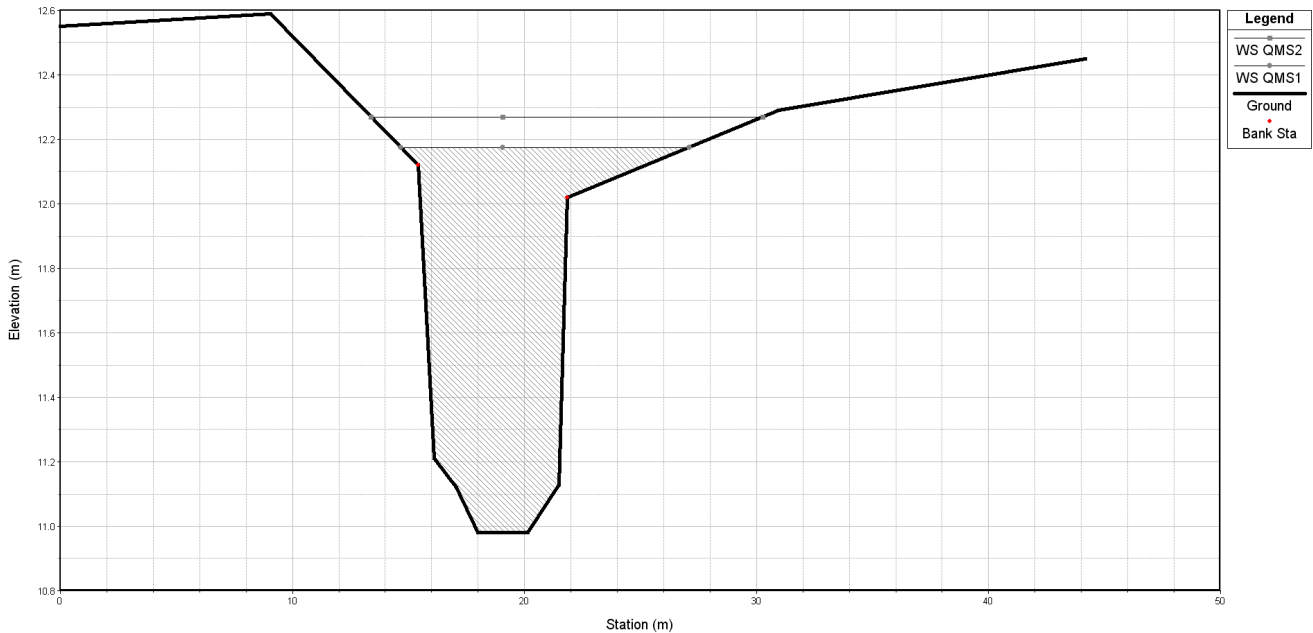


FIGURA 8-131: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=2.10m³/s e QMS2=2.70m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.17.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici i S.F.	Livelli idrometrici i S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	10.23	2.1	12.33	12.31	-0.02	0.52	0.53	-0.0031	12.35	12.32
Sez. 02m	245.00	10.98	2.1	12.18	12.24	0.06	0.31	0.29	0.0000	12.18	12.24
Interferenza	250.00	10.98	Culvert	12.18	12.24	0.06	0.31	0.29	0.0000	12.18	12.24
Sez. 02	325.00	10.98	2.1	12.18	12.17	-0.01	0.31	0.31	0.0069	12.18	12.18
Sez. 03	395.00	10.50	2.1	12.16	12.16	0.00	0.22	0.22	-0.0184	12.17	12.17
Sez. 03A	420.00	10.96	2.1	12.16	12.16	0.00	0.31	0.31	0.0001	12.16	12.16
Sez. 04	624.00	10.94	2.1	12.09	12.09	0.00	0.29	0.29	0.0012	12.09	12.09
Sez. 05	935.00	10.56	2.1	11.89	11.89	0.00	0.33	0.33	0.0014	11.90	11.90
Sez. 06	1160.00	10.24	2.1	11.69	11.69	0.00	0.36	0.36	0.0019	11.69	11.69
Sez. 07	1325.00	9.92	2.1	11.51	11.51	0.00	0.52	0.52	-0.0097	11.53	11.53
Sez. 07A	1356.00	10.22	2.1	11.46	11.46	0.00	0.63	0.63	0.0000	11.48	11.48

FIGURA 8-132: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=2.10M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di riempimento per una portata QMS1 risulta pari al 72% della sezione di deflusso.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

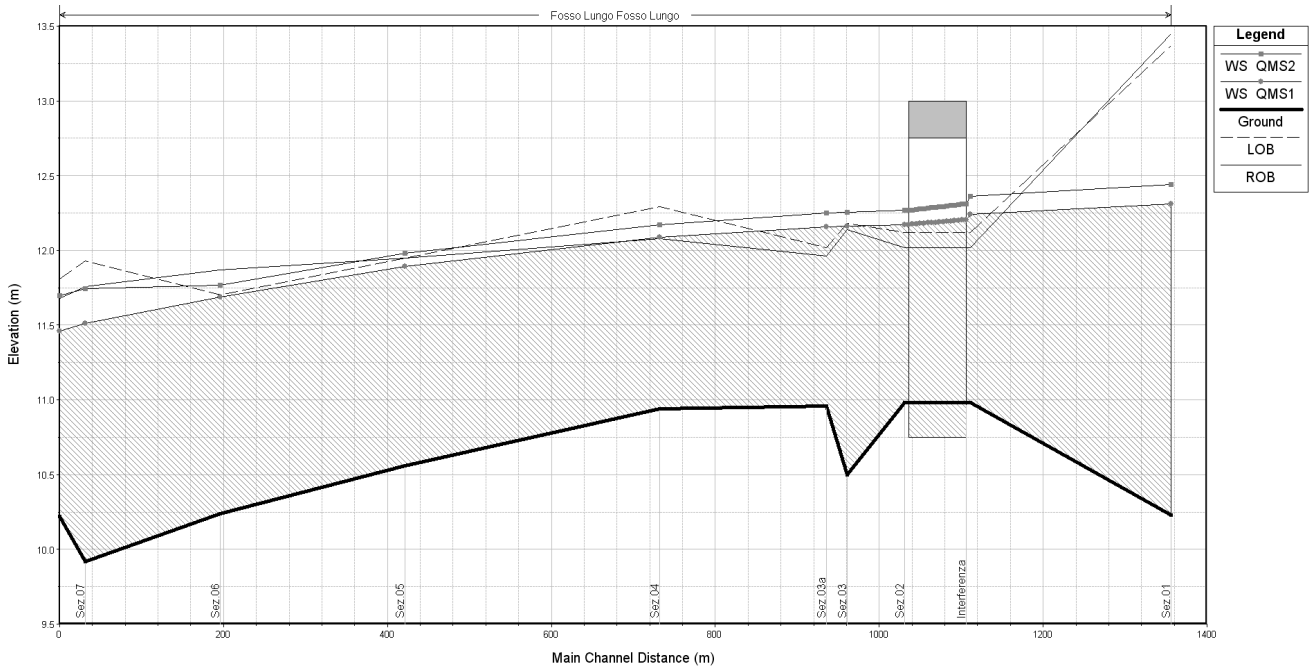


FIGURA 8-133: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=2.10 M3/SEC E QMS2=2.70M3/SEC

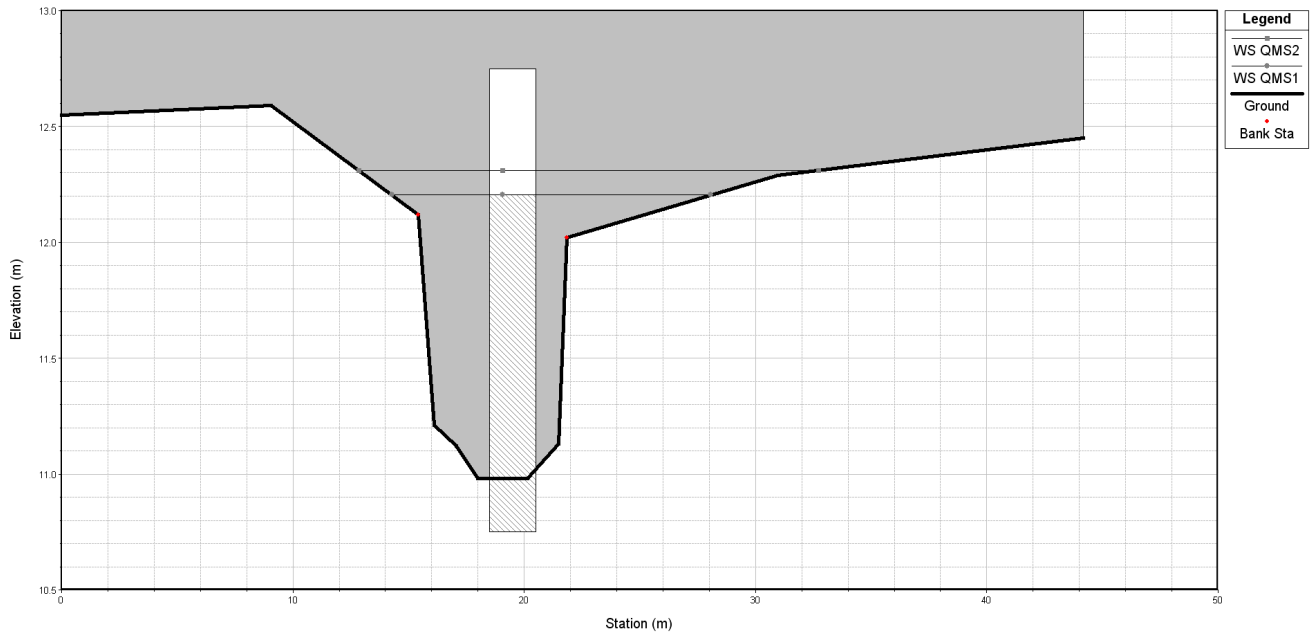


FIGURA 8-134: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=2.10 M3/SEC E QMS2=2.70M3/SEC

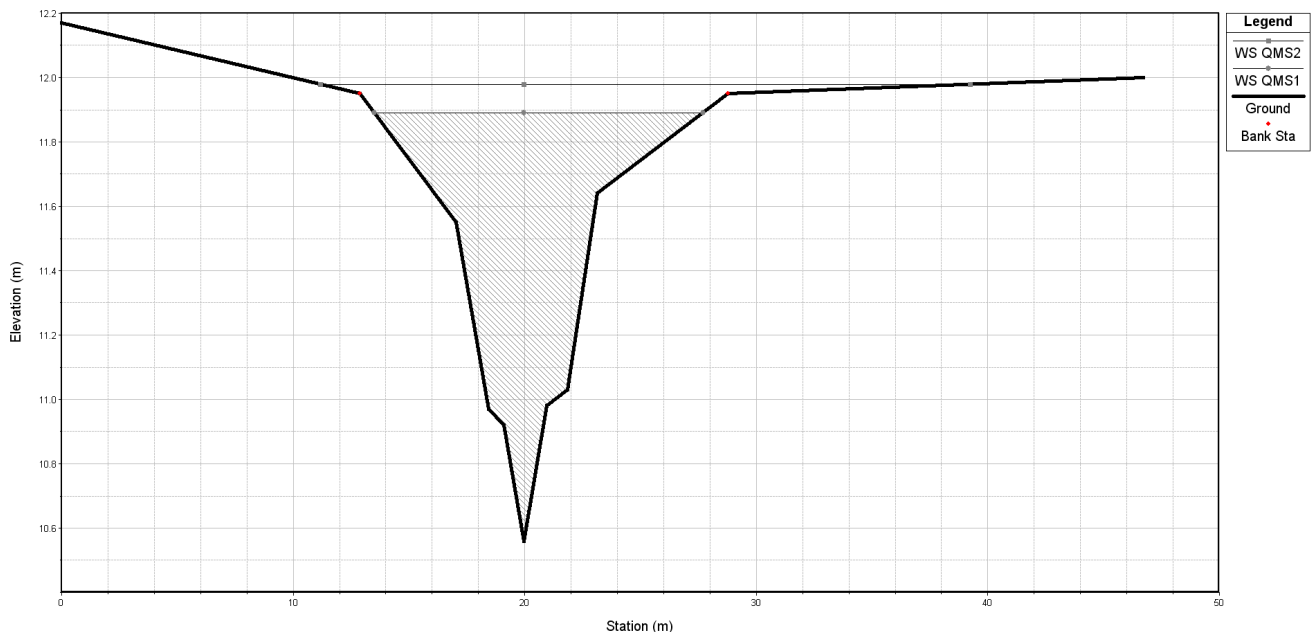


FIGURA 8-135: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 05 IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS=QMS1=2.10M3/SEC E Q30=QMS2= 2.70M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 2 impianti di depurazione per una portata complessiva di 46l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 2.2% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.



AUTOSTRADA
REGIONALE
CISPADANA

REGIONE EMILIA ROMAGNA
AUTOSTRADA REGIONALE CISPADANA
dal casello di Reggiolo-Rolo sulla A22 al casello di Ferrara Sud sulla A13

PROGETTO DEFINITIVO

IDROLOGIA E IDRAULICA
IDRAULICA CORSI D'ACQUA SECONDARI E MINORI
**RELAZIONE IDRAULICA PER LA RETE IDRICA GESTITA
DAL CONSORZIO DI BONIFICA BURANA**

Per ciascun impianto di depurazione è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico, in entrambi i casi, risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.18. SCOLO SANT'ALO'

8.18.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Lo scolo Sant'Alò nasce dalla Fossa Rabbiosa in località il Cantone in comune di San Felice sul Panaro e quindi prosegue la sua corsa verso Nord a cielo aperto verso il canale Diversivo di Burana a Massa Finalese. E' un canale di tipo promiscuo e riceve lo scolo di numerosi terreni circostanti tanto da mandarlo in crisi di sovente, in considerazione di questa problematica il Consorzio ha vietato qualunque apporto di acque drenante la superficie autostradale in progetto. I modesti tombini dei passi carrai modulano le portate verso valle e comportano rigurgiti verso monte. L'interferenza con l'autostrada e con la viabilità di collegamento V27 avviene a circa metà strada del suo percorso in località Fondo Canova.



FIGURA 8-136: SCOLO SANT'ALÒ: PASSO CARRAIO



FIGURA 8-137: : SCOLO SANT'ALÒ NEL TRATTO DI INTERSEZIONE

Il canale, nel tratto d'interferenza, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite ricche di vegetazione. Il Fosso presenta una buona vita acquatica condizionata però dall'apporto di importanti quantità di nutrienti provenienti dal dilavamento dei terreni circostanti. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde ed anche in alcuni tratti con una discreta cortina vegetazionale ripariale che funge anche da importante fascia tampone da preservare e potenziare. Proseguendo verso Nord il Fosso riceve numerosi apporti e perde parte della sua naturalità.

Nel tratto interferito la sezione presenta una forma trapezoidale con una base maggiore 3.10m base minore 0.6m ed altezza 1.30m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento della V27 è posta a 12.16

msm. mentre quello con l'autostrada poco più a valle a quota 12,13msm. Entrambe le interferenze sono risolte con altrettanti tombini scatolari 3.00x2.50m le cui quote di scorrimento sono sprofondate di 20cm.

Nel caso dell'attraversamento con l'autostrada e per meglio compensare la stretta curva a 90° è stato leggermente deviato al fine anche accorciarne il percorso oltre che a garantire un minimo di obliquità nel passaggio.

La tombinatura è stata prolungata monte/valle di circa 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	A01A118	
NOME	SCOLO SANT'ALO'	
DATA RILIEVO	26/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	Massa Finalese	
COMUNE	Finale Emilia	
PROGRESSIVA	32+450	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1673296.91
	GAUSS BOAGA Y	4967790.25
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	4.570
	SORGENTE	Fossa Rabbiosa
	FOCE	Cavo Canalazzo
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite-vegetazione riparia erbacea e arbustiva
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna coltivata a mais - frutteti e vigneti
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.18.2. Verifiche idrauliche

8.18.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=1.80m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=2.30m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.18.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 m^{1/3}/sec.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

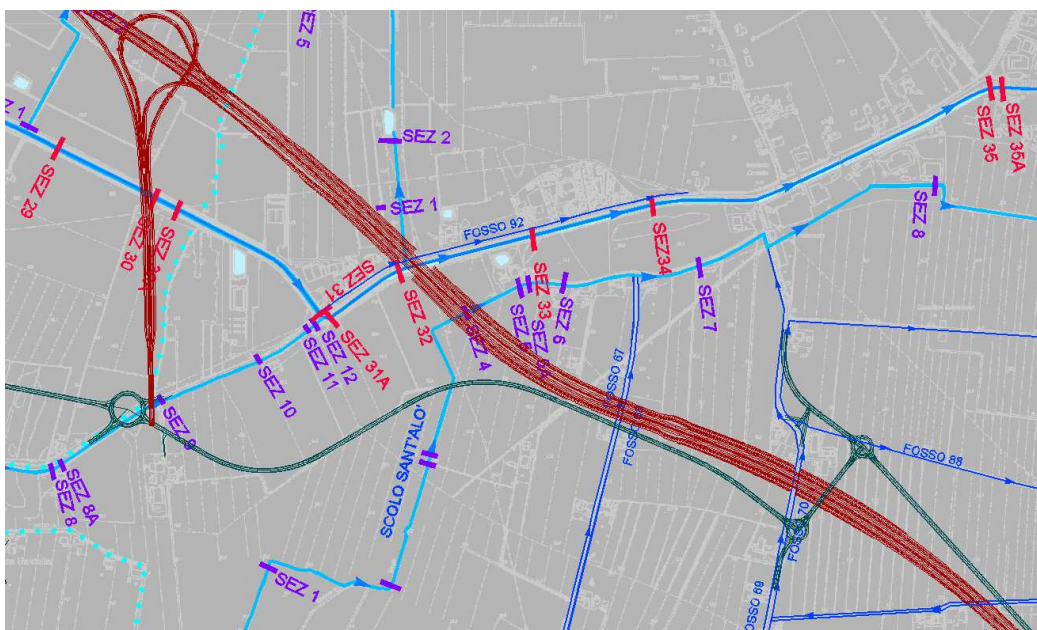


FIGURA 8-138: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.18.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

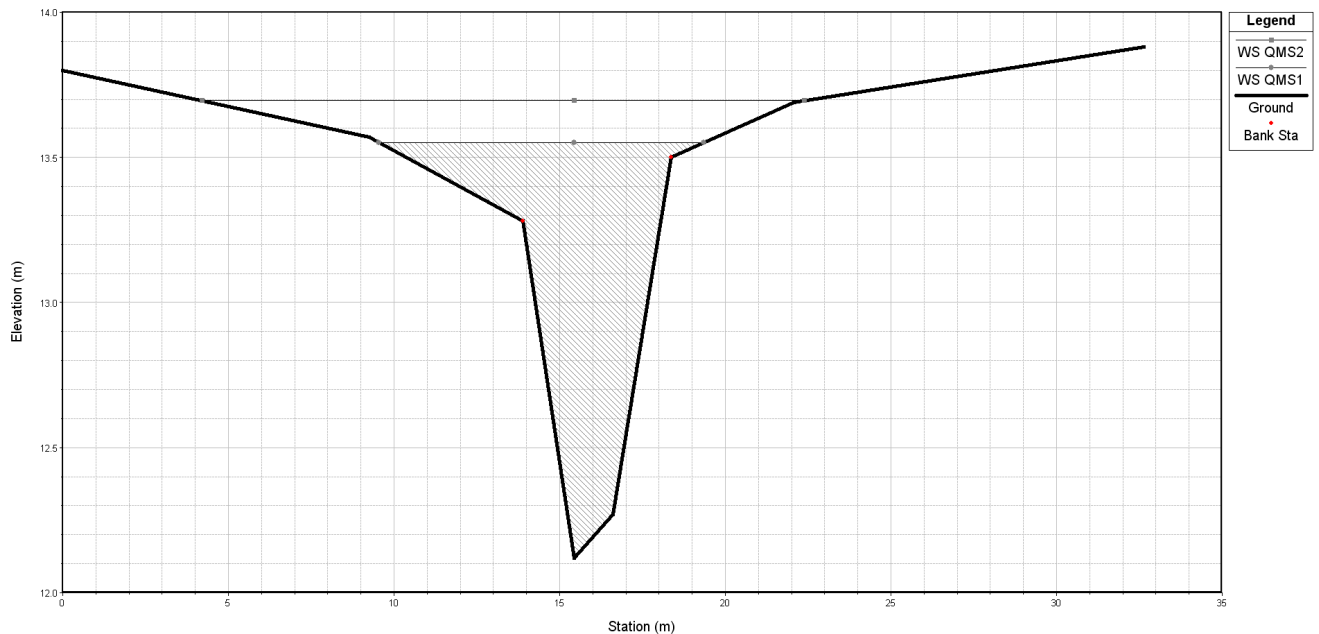


FIGURA 8-139: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=1.80m³/s e QMS2=2.30m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.18.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici i S.F.	Livelli idrometrici i S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez. 01	0.00	12.63	1.8	14.07	14.07	0.00	0.43	0.43	0.0006	14.08	14.08
Sez. 02	304.00	12.44	1.8	13.89	13.88	-0.01	0.48	0.49	0.0011	13.90	13.89
Sez. 03	594.00	12.12	1.8	13.73	13.68	-0.05	0.42	0.49	-0.0043	13.74	13.69
Sez. 03A	617.00	12.22	1.8	13.73	13.67	-0.06	0.38	0.42	0.0004	13.73	13.68
Sez. 04A	886.00	12.12	1.8	13.55	13.54	-0.01	0.42	0.43	0.0000	13.56	13.55
Scatolare	891.00	12.12	Culvert	13.55	13.54	-0.01	0.42	0.43	0.0000	13.56	13.55
Sez. 04	1036.00	12.12	1.8	13.56	13.52	-0.04	0.42	0.44	0.0017	13.56	13.53
Sez. 05	1136.00	11.95	1.8	13.48	13.47	-0.01	0.46	0.46	-0.0032	13.48	13.48
Sez. 05A	1158.00	12.02	1.8	13.46	13.45	-0.01	0.46	0.46	0.0006	13.46	13.46
Sez. 06	1237.00	11.97	1.8	13.41	13.40	-0.01	0.47	0.47	0.0009	13.41	13.41
Sez. 07	1550.00	11.69	1.8	13.10	13.08	-0.02	0.59	0.59	0.0005	13.10	13.10
Sez. 08	2160.00	11.41	1.8	12.64	12.63	-0.01	0.39	0.39	0.0000	12.64	12.64

FIGURA 8-140: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=1.80M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento il valore di portata QMS1 risulta all'interno del 70% della sezione di deflusso. Il valore di riempimento è pari al 63%.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

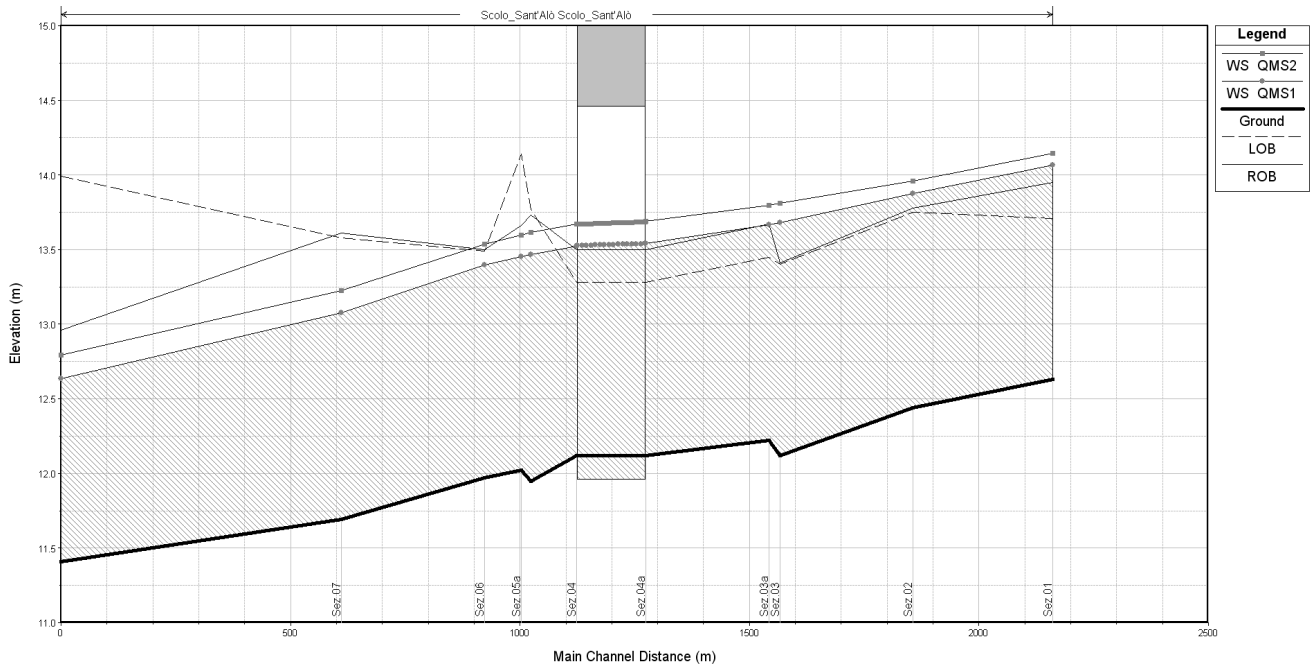


FIGURA 8-141: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=1.80 M3/SEC E QMS2=2.30M3/SEC

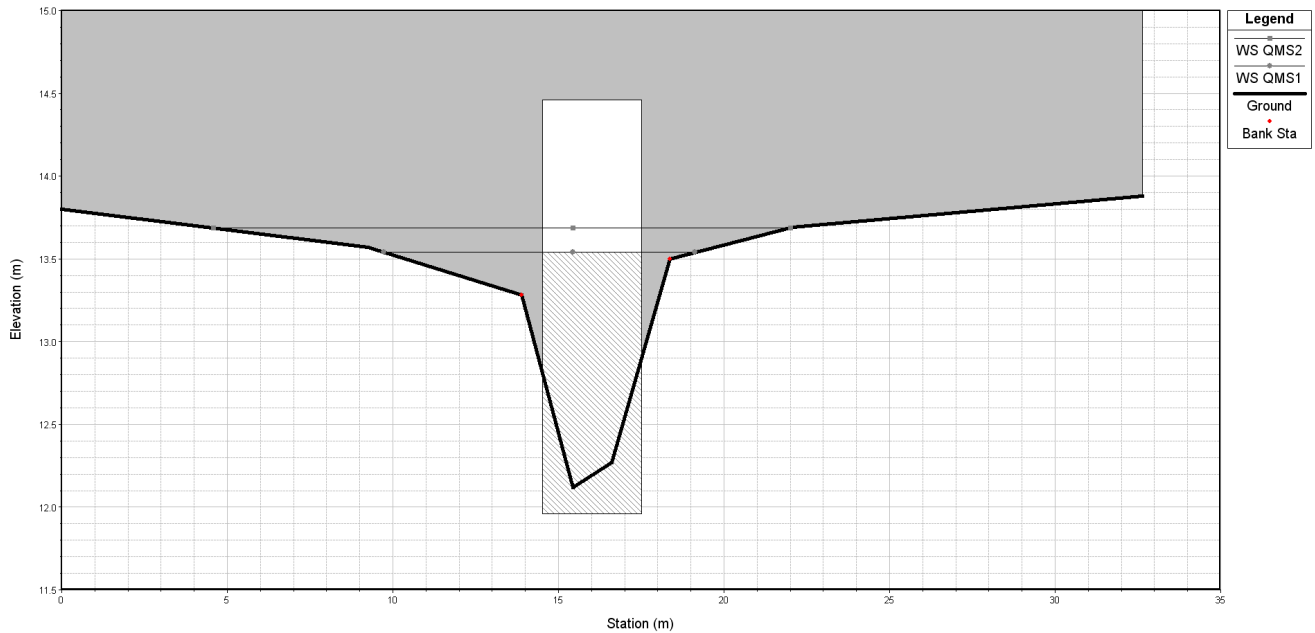


FIGURA 8-142: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=1.80M3/SEC E QMS2= 2.30M3/SEC

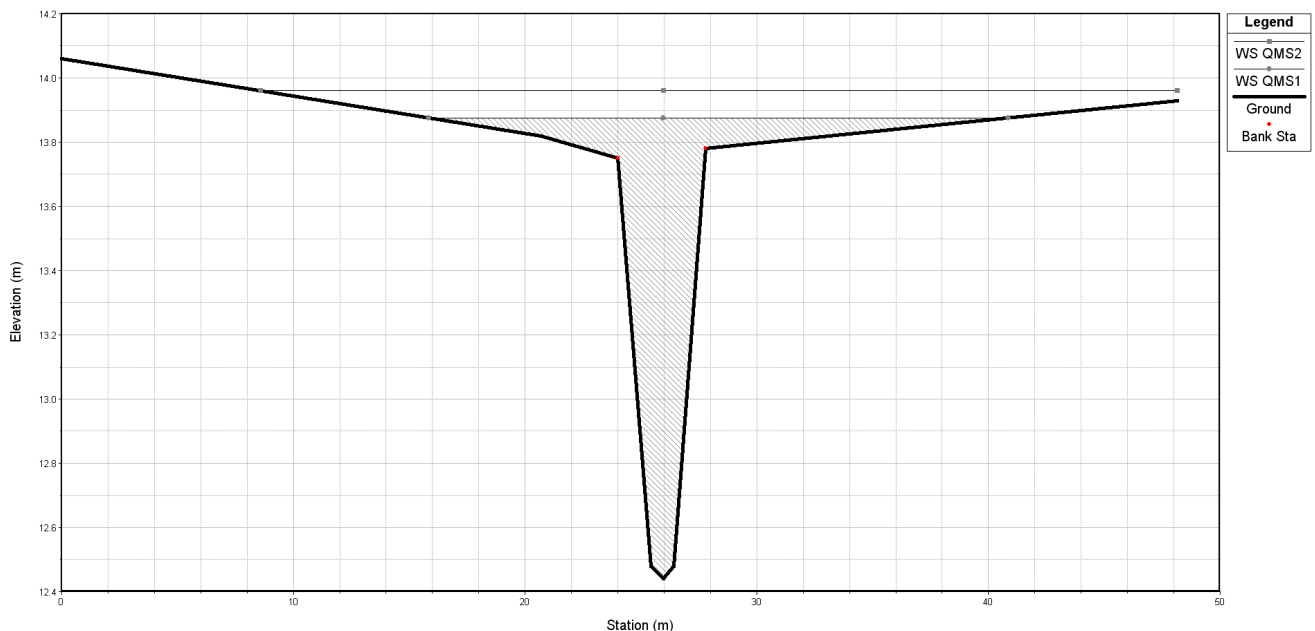


FIGURA 8-143: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 02 PER QMS1=1.80M3/SEC E QMS2= 2.30M3/SEC

Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 2 impianti di depurazione per una portata di 46l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 3% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito

8.19. CAVO CANALAZZO

8.19.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

Il Cavo Canalazzo trae la sua origine dall'unione della Fosse Allacciante e Rabbiosa nelle vicinanze dell'impianto idrovoro di Dogaro.

Scorre in direzione Nord verso Massa Finalese con un andamento tortuoso ricco di prese e coli. E' infatti un colo ad uso promiscuo anche se la sua vocazione principale è quella di colatore.

L'interferenza con l'autostrada e l'attigua strada complementare C08 in località Lograzzo viene risolta con un unico manufatto mantenendone l'assetto fluviale.



FIGURA 8-144: CAVO CANALAZZO: PONTICELLO STORICO



FIGURA 8-145: CAVO CANALAZZO NEL TRATTO DI INTERSEZIONE

Il canale, nel tratto d'interferenza con l'autostrada, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite con presenza di elofite che denotano la trofia delle acque. Il Canale presenta una vita acquatica condizionata dall'apporto di importanti quantità di sostanze organiche provenienti dal dilavamento dei terreni circostanti. Nonostante tutto è un canale che presenta una sufficiente qualità ambientale.

Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde. Proseguendo verso valle il Canale perde parte della sua naturalità.

Nel tratto interferito la sezione presenta una forma trapezoidale con una base maggiore 9.10m base minore 2.00m ed altezza 2.10m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 11.16 msm. L'interferenza con la strada viene risolta con uno scatolare 3.00x2.50 la cui quota di fondo è posta a 10.96 sprofondata di 20cm.

La tombinatura è stata prolungata monte/valle di circa 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettagli nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE		A01A124	
NOME		CAVO CANALAZZO	
DATA RILIEVO	26/08/2011		
PROPRIETA'	demaniale		
LOCALITA'	Massa Finalese		
COMUNE	Finale Emilia		
PROGRESSIVA	34+367		
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1674845.00	
	GAUSS BOAGA Y	4966706.93	
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-	
	LUNGHEZZA (m)	8.228	
	SORGENTE	Fossa Rabbiosa	
	FOCE	Cavo Galliera	
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	Modesta sinuosità	
	TIPO SEZIONE	In scavo	
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale	
	EROSIONI	erosione localizzata	
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario	
	USO	promiscuo	
	GRANULOMETRIA	limo argilloso	
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza di macrofite - vegetazione fascia riparia erbacea	
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta con case sparse	
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTORNO	AL	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	20-22	

8.19.2. Verifiche idrauliche

8.19.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS=3.80m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=4.90m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.19.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 20-22 m^{1/3}/sec differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 m^{1/3}/sec.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.

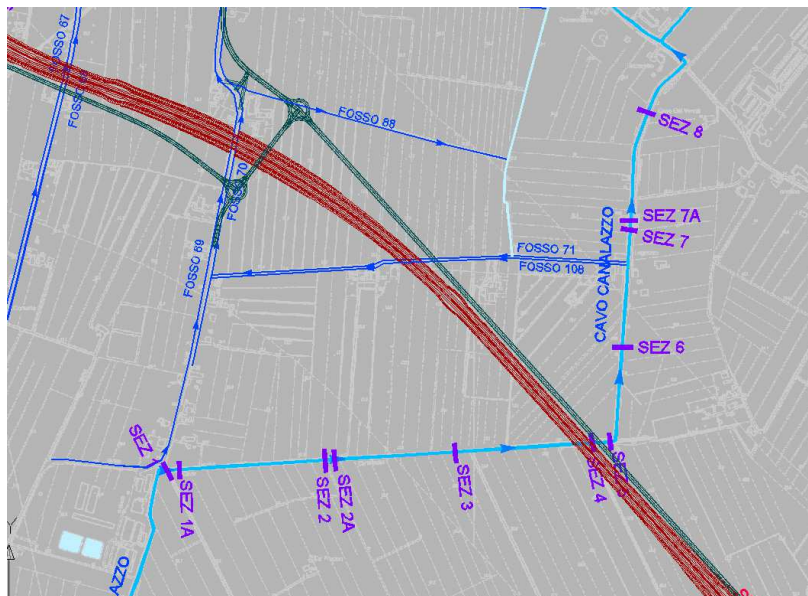


FIGURA 8-146: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.19.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

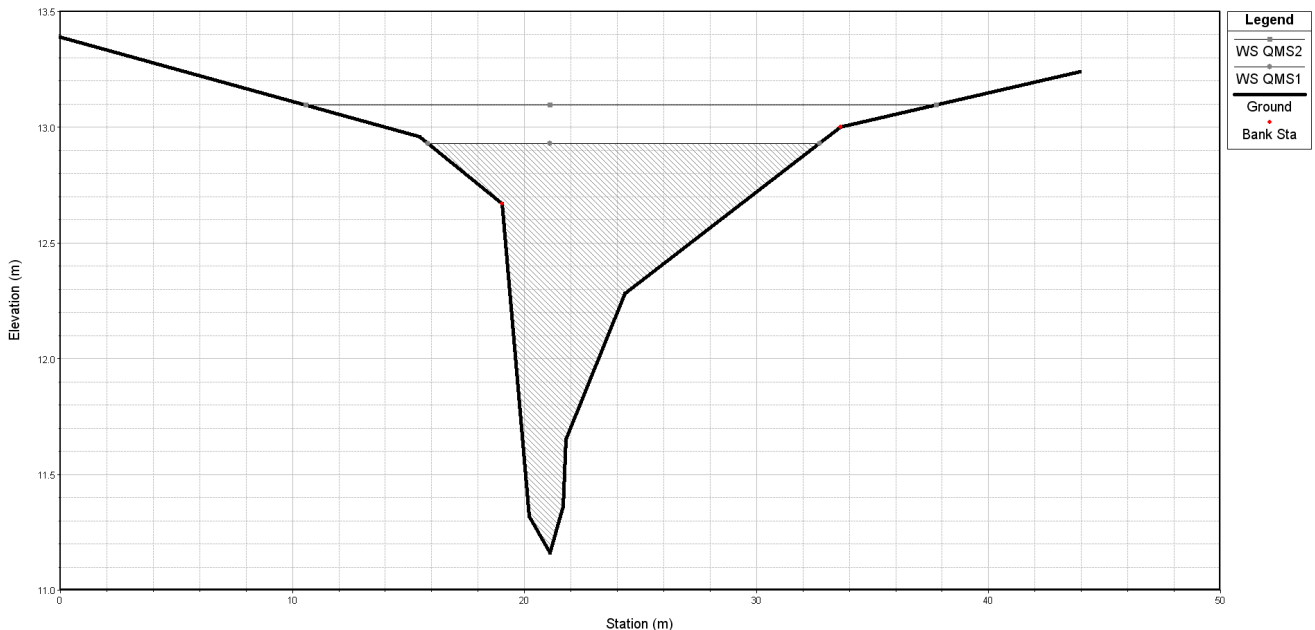


FIGURA 8-147: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=3.80m³/s E QMS2=4.90m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.19.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici i S.F.	Livelli idrometrici i S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.1	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m³/s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez01	0.00	11.60	3.8	13.41	13.40	-0.01	0.34	0.34	0.0047	13.42	13.41
Sez01A	30.00	11.46	3.8	13.41	13.40	-0.01	0.32	0.36	0.0003	13.41	13.40
Sez.02	430.00	11.34	3.8	13.32	13.31	-0.01	0.37	0.38	-0.0036	13.33	13.31
Sez02A	452.00	11.42	3.8	13.31	13.29	-0.02	0.48	0.49	0.0005	13.32	13.31
Sez03	734.00	11.27	3.8	13.15	13.12	-0.03	0.49	0.51	0.0004	13.17	13.13
Sez04m	1001.00	11.16	3.8	12.93	12.96	0.03	0.42	0.40	0.0000	12.94	12.97
Interferenza	1006.00	11.16	Culvert	12.93	12.96	0.03	0.42	0.40	0.0000	12.94	12.97
Sez04	1056.00	11.16	3.8	12.93	12.93	0.00	0.42	0.42	-0.0007	12.94	12.93
Sez05	1097.00	11.19	3.8	12.88	12.88	0.00	0.69	0.69	0.0010	12.90	12.90
Sez06	1325.00	10.96	3.8	12.64	12.64	0.00	0.63	0.63	0.0003	12.66	12.66
Sez07	1600.00	10.87	3.8	12.36	12.36	0.00	0.65	0.65	0.0016	12.38	12.38
Sez08	1880.00	10.42	3.8	12.07	12.07	0.00	0.64	0.64	0.0000	12.09	12.09

FIGURA 8-148: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=3.80M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di riempimento per una portata QMS1 risulta pari al 79% della sezione di deflusso.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

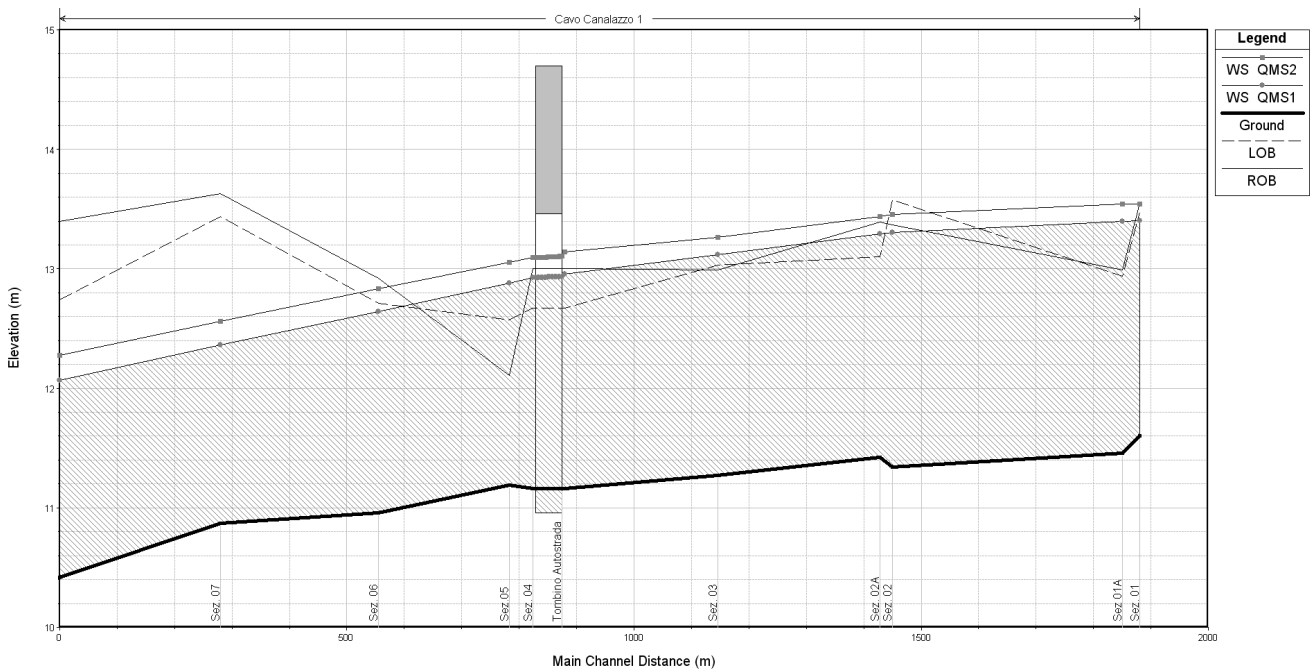


FIGURA 8-149: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=3.80 M3/SEC E QMS2=4.90M3/SEC

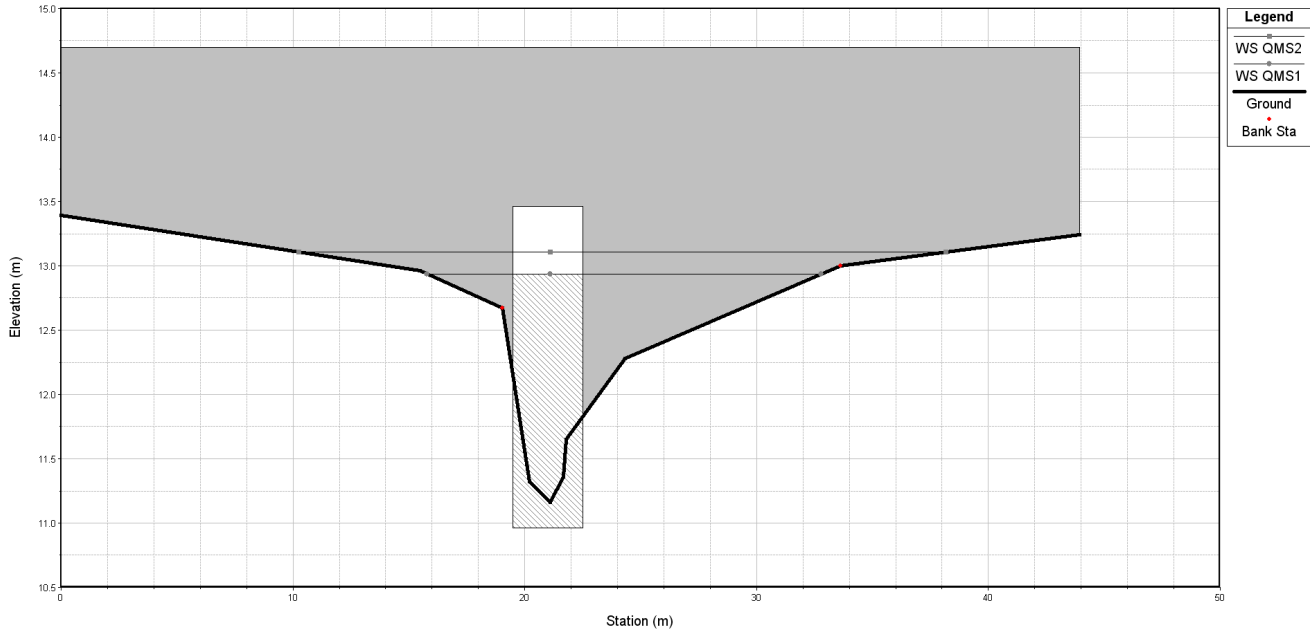


FIGURA 8-150: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=3.80M3/SEC E QMS2= 4.90M3/SEC

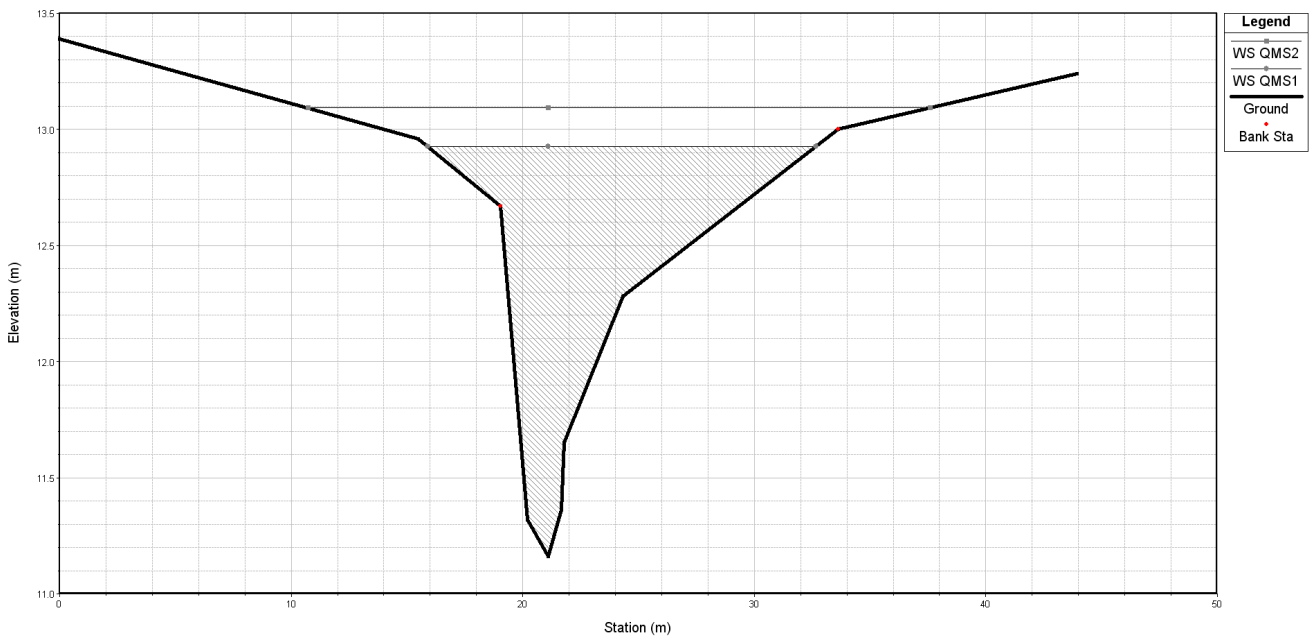


FIGURA 8-151: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 04MONTE IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=3.80M3/SEC E QMS2= 4.90M3/SEC



Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 3 impianti di depurazione per una portata di 240l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 6.3% valore insignificante e trascurabile sui profili di rigurgito.

Per ciascun impianto di depurazione è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

8.20. FOSSETTA VECCHI

8.20.1. Caratteristiche idrografiche, geometriche, morfologiche ed ambientali dell'alveo

La fossetta Vecchi è un canale che scorre in direzione Sud-Nord costretto ad ovest dal canale Vallicella ed ad Est dal Fiume Panaro. In realtà rappresenta il canale di gronda di destra Vallicella. Intercetta il canale Beniamina perpendicolarmente al Vallicella in località Ca' Vecchia vicino a Massa Finalese

Scorre con forma sinuosa ritagliandosi una vocazione promiscua, ma prettamente di scolo delle acque.

L'interferenza con l'autostrada e l'attigua strada complementare C08 viene risolta con un unico manufatto mantenendone l'assetto fluviale.



FIGURA 8-152: FOSSETTA VECCHI: PASSO CARRAIO IN MURATURA



FIGURA 8-153: FOSSETTA VECCHI NEL TRATTO DI INTERSEZIONE

Il canale, nel tratto d'interferenza con l'autostrada, scorre in aperta campagna con sezione in scavo di forma trapezoidale con fondo in terra e sponde inerbite ricche di vegetazione. Il Fosso presenta una sufficiente vita acquatica condizionata però dall'apporto di importanti quantità di sostanze organiche provenienti dal dilavamento dei terreni circostanti. Nonostante tutto è un canale che presenta una discreta qualità ambientale. Nel tratto di attraversamento nel periodo non irriguo rimane sempre un modesto tirante d'acqua per cui è un canale dove è presente un minimo di vita acquatica anche se condizionato da importanti variazioni di livello. L'alveo è caratterizzato dalla presenza di specie erbacee tipiche degli ambienti ripariali su entrambe le sponde. Proseguendo verso valle la Fossetta perde parte della sua naturalità.

Nel tratto interferito la sezione presenta una forma trapezoidale con una base maggiore 6.00m base minore 1.50m ed altezza 1.60m. La quota di fondo in corrispondenza dell'attraversamento è posta a 11.47 msm. L'interferenza con la strada viene risolta con uno scatolare 4.00x2.50 la cui quota di fondo è posta a 11.27 sprofondata di 20cm.



La tombinatura è stata prolungata monte/valle di circa 6 m mentre gli imbocchi e gli sbocchi sono stati risolti con un manufatto di contenimento costituito da un muro in CA con le ali ben intestate nelle sponde e nel fondo. Analogamente sia a monte che a valle le sponde ed il fondo sono state rivestite con massi di pezzatura da 50 a 150kg/cad intasati di calcestruzzo per almeno 10m. Si rimanda un maggior dettaglio nella Tavola progettuale: Tav 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A.

CODICE	A01A126	
NOME	FOSSETTA VECCHI	
DATA RILIEVO	26/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
LOCALITA'	Massa Finalese	
COMUNE	Finale Emilia	
PROGRESSIVA	35+382	
UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1675529.07
	GAUSS BOAGA Y	4965955.35
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	-
	LUNGHEZZA (m)	4.663
	SORGENTE	Fossa Scimmia
	FOCE	Cavo Dogaro
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	In scavo
	TIPO ALVEO	alveo artificiale in scavo a sezione trapezoidale
	EROSIONI	assenza di erosioni
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	promiscuo
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	vegetazione spondale erbacea con presenza macrofite
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	campagna aperta
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI AL CONTORNO	corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)	19-21

8.20.2. Verifiche idrauliche

8.20.2.1 Definizione delle portate di progetto

Le portate di riferimento adottate per la modellazione idraulica, secondo lo schema precedentemente definito, si riferiscono a quelle massime sostenibili all'interno, rispettivamente, della configurazione attuale del canale in prossimità dell'attraversamento in progetto e della configurazione che prevede l'adeguamento arginale e/o spondale dei tratti che nel limitano il deflusso. Tali portate di progetto valgono, rispettivamente:

1. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato $QMS1=2.00m^3/s$,
2. massima portata sostenibile incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare e che tiene conto di eventuali adeguamenti in quota dei tratti di maggior criticità $QMS2=2.60m^3/s$;

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente considerando il fatto che le opere idrauliche in progetto non determinano significativa riduzione del volume d'alveo disponibile per la laminazione delle piene, sono state effettuate simulazioni idrauliche in moto permanente (stazionario).

I valori di scabrezza assunti tengono conto della combinazione di diversi fattori che intervengono nella caratterizzazione delle perdite distribuite durante un evento di piena:

- caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo,
- caratteristiche morfologiche e geometriche del tratto d'alveo e brusche variazioni di geometria della sezione;
- caratterizzazione della copertura vegetale presente nelle zone spondali.

Sulla base dei sopralluoghi effettuati, dei riferimenti bibliografici che si riconducono ai principali studi in materia si sono quindi assunti valori opportuni della scabrezza in funzione non solo della copertura vegetale ma anche del tipo e granulometria del materiale presente in alveo.

8.20.2.2 Scenari simulati

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica idraulica sono le seguenti:

- stato di fatto, che considera la morfologia attuale del corso d'acqua, senza l'introduzione di alcuna opera in progetto;
- stato di progetto 1, che prevede l'introduzione del manufatto di attraversamento compreso le

eventuali deviazioni e come portata la QMS1 dello stato di fatto;

- stato di progetto 2, che, oltre a prevedere l'introduzione del manufatto di attraversamento in progetto, tiene conto dell'incremento del 30% del valore di portata QMS assimilabile alla possibilità che vengano realizzate opere di adeguamento spondale nel tratto modellato a monte e a valle dell'attraversamento in progetto.

Per l'implementazione degli scenari sopra esposti, i parametri idraulici di calcolo sono:

- rappresentazione geometrica del corso d'acqua: ricavata dal rilievo topografico eseguito ad hoc per la progettazione definitiva (2011) , nonché, per lo stato di progetto, dalla geometria di progetto;
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte,
- condizione di valle: moto uniforme
- scabrezza secondo G.-Strickler pari a 19-21 $m^{1/3}/sec$ differenziata tra sponde e alveo, mentre nei tratti dove è presente lo scatolare e quindi il rivestimento in massi cementati il coefficiente di scabrezza si porta a 25 $m^{1/3}/sec$.

La tabella ed i grafici seguenti illustrano i risultati ottenuti andando ad individuare sia la portata massima ammissibile lungo tutto il tratto simulato nella configurazione morfologica attuale, sia nelle configurazioni di progetto. Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano calcolate le velocità medie della corrente nei singoli tratti dell'alveo sia in condizioni di alveo attuale che di progetto.



FIGURA 8-154: TRATTO DEL CANALE SIMULATO CON UBICAZIONI SEZIONI

8.20.2.3 Risultati delle analisi nello Stato di Fatto

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto in occasione del raggiungimento del massimo livello di piena QMS1 nella configurazione morfologica attuale.

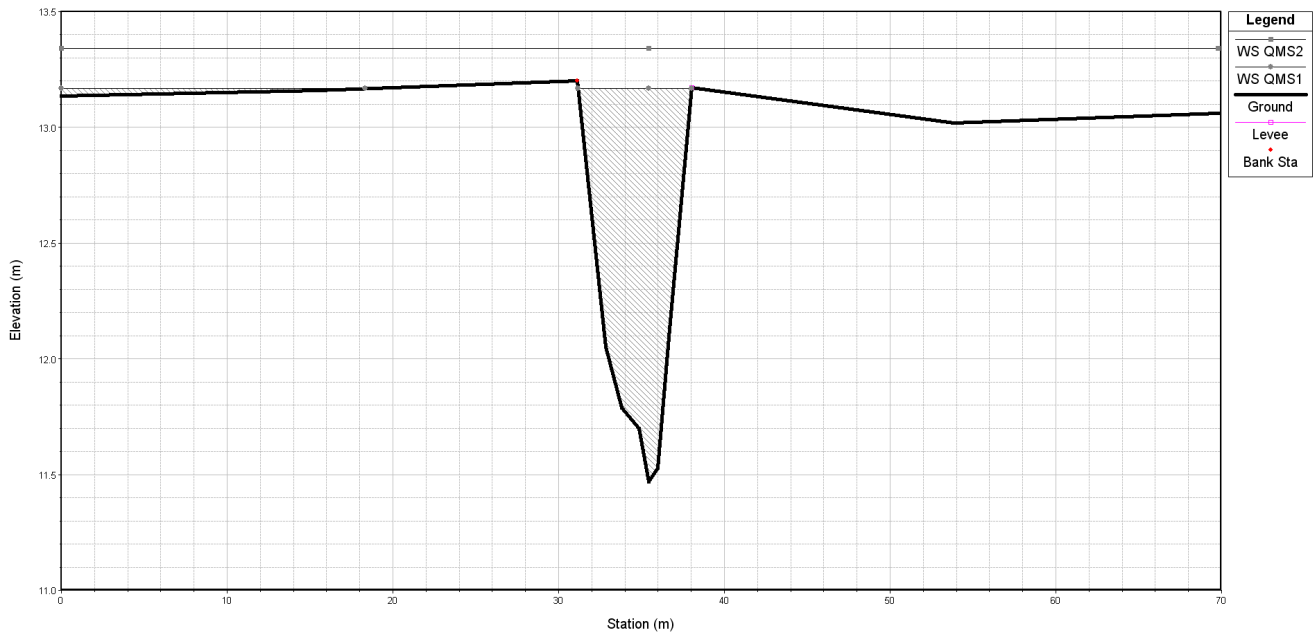


FIGURA 8-155: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS1=2.00m³/s E QMS2=2.60m³/s ALLA SEZIONE TRASVERSALE SUBITO A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO NELLO STATO DI FATTO

8.20.2.4 Risultati delle analisi negli State di Progetto

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 si confrontano i principali parametri idraulici nella condizione di progetto 1 e stato di fatto con il transito della QMS1:

Sezione Topografica	Progressiva	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici i S.F.	Livelli idrometrici i S.P.	ΔH	Velocità S.F.	Velocità S.P.	Pendenza	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.
	[m]	[m s.l.m.]	[m ³ /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m]	[m/s]	[m/s]	-	[m]	[m]
Sez 01	0.00	11.48	2	13.29	13.28	-0.01	0.25	0.25	-0.0209	13.30	13.28
Sez.01A	21.10	11.92	2	13.29	13.28	-0.01	0.22	0.23	0.0026	13.29	13.28
Sez. 02	227.50	11.38	2	13.28	13.26	-0.02	0.19	0.20	-0.0168	13.28	13.26
Sez. 02a	249.50	11.75	2	13.27	13.26	-0.01	0.23	0.24	0.0012	13.27	13.26
Sez. 03	500.60	11.45	2	13.22	13.20	-0.02	0.28	0.28	-0.0043	13.22	13.20
Sez. 03a	533.00	11.59	2	13.21	13.19	-0.02	0.23	0.24	0.0007	13.21	13.19
Sez. 04	705.00	11.47	2	13.17	13.15	-0.02	0.28	0.28	0.0006	13.17	13.16
Scatolare	710.00	11.47	Culvert	13.16	13.15	-0.01	0.28	0.28	0.0000	13.17	13.16
Sez. 05	854.50	11.38	2	13.15	13.15	0.00	0.26	0.26	0.0005	13.16	13.15
Sez. 06	964.70	11.32	2	13.14	13.14	0.00	0.22	0.22	-0.0148	13.14	13.14
Sez. 06A	993.10	11.74	2	13.13	13.13	0.00	0.27	0.27	0.0015	13.13	13.13
Sez. 07	1355.50	11.18	2	13.08	13.08	0.00	0.21	0.21	-0.0161	13.08	13.08
Sez. 07A	1378.50	11.55	2	13.07	13.07	0.00	0.26	0.26	0.0000	13.08	13.08

FIGURA 8-156: PARAMETRI IDRAULICI A CONFRONTO TRA STATO DI FATTO SF E STATO DI PROGETTO SP DURANTE LA QMS1=2.00M³/SEC

Si è verificato che per il manufatto di attraversamento autostradale il valore di riempimento per una portata QMS1 risulta pari al 71% della sezione di deflusso.

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un incremento del 30% della QMS assimilabile all'adeguamento spondale/arginale nelle sezioni più critiche a monte dell'attraversamento.

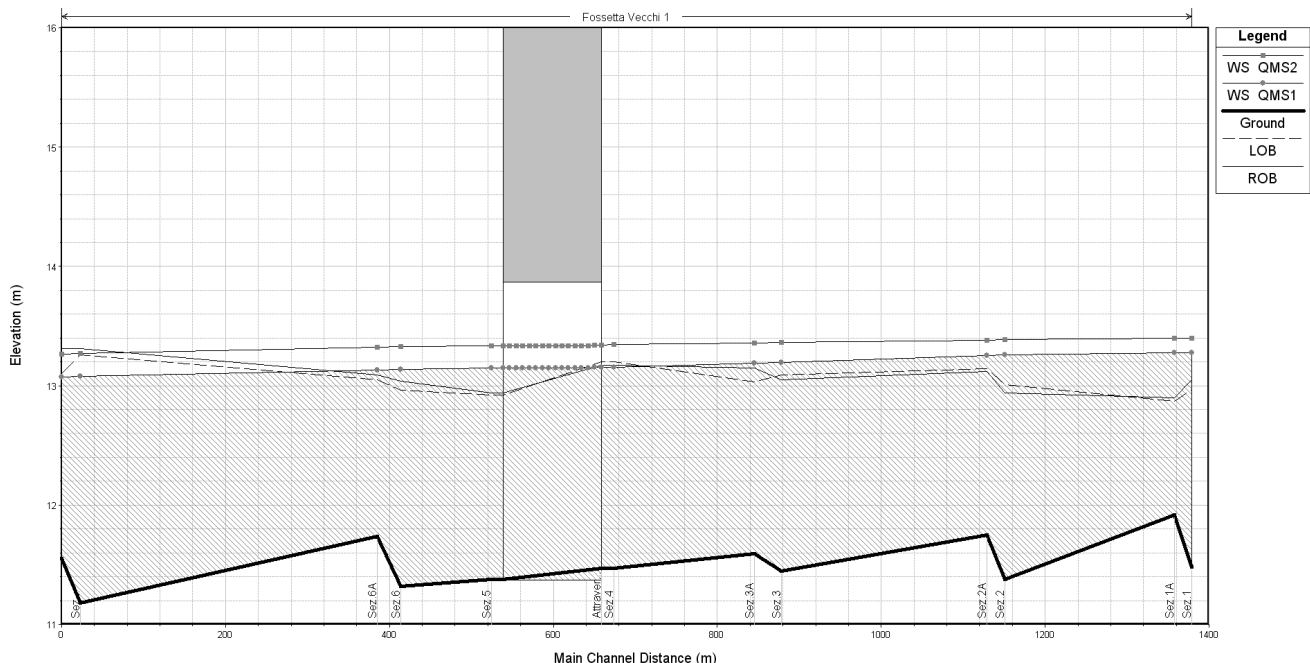


FIGURA 8-157: PROFILI DI RIGURGITO A CONFRONTO TRA QMS1=2.00 M3/SEC E QMS2=2.60M3/SEC

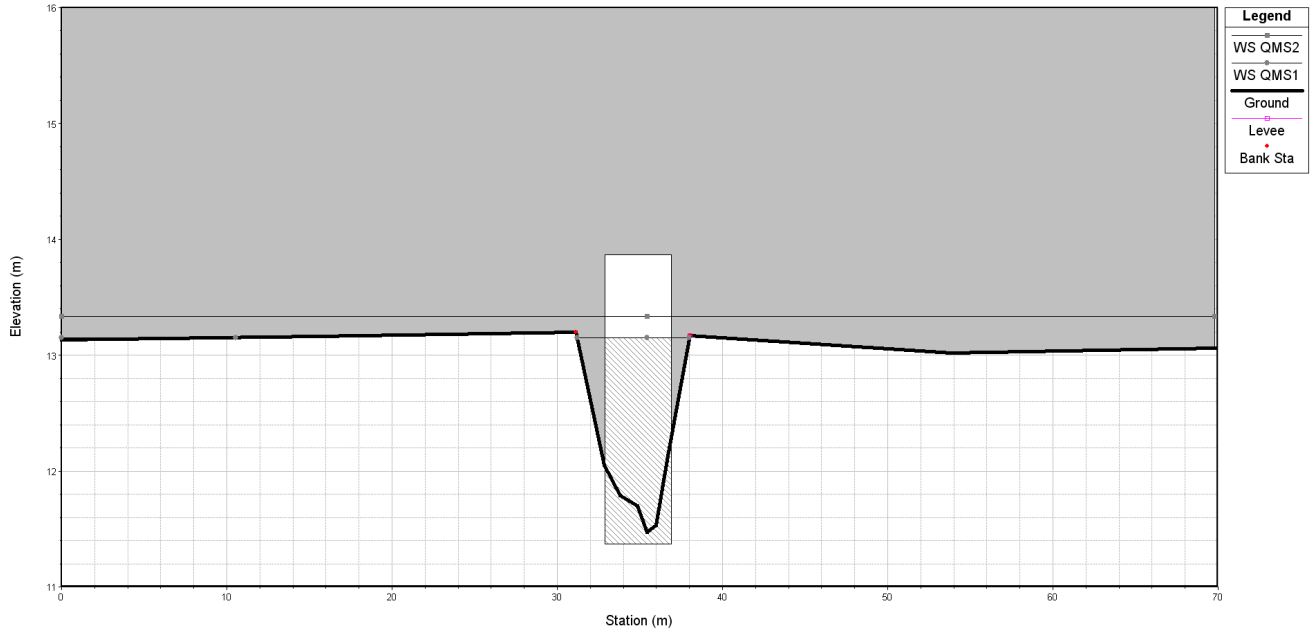


FIGURA 8-158: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=2.00M3/SEC E QMS2=2.60M3/SEC

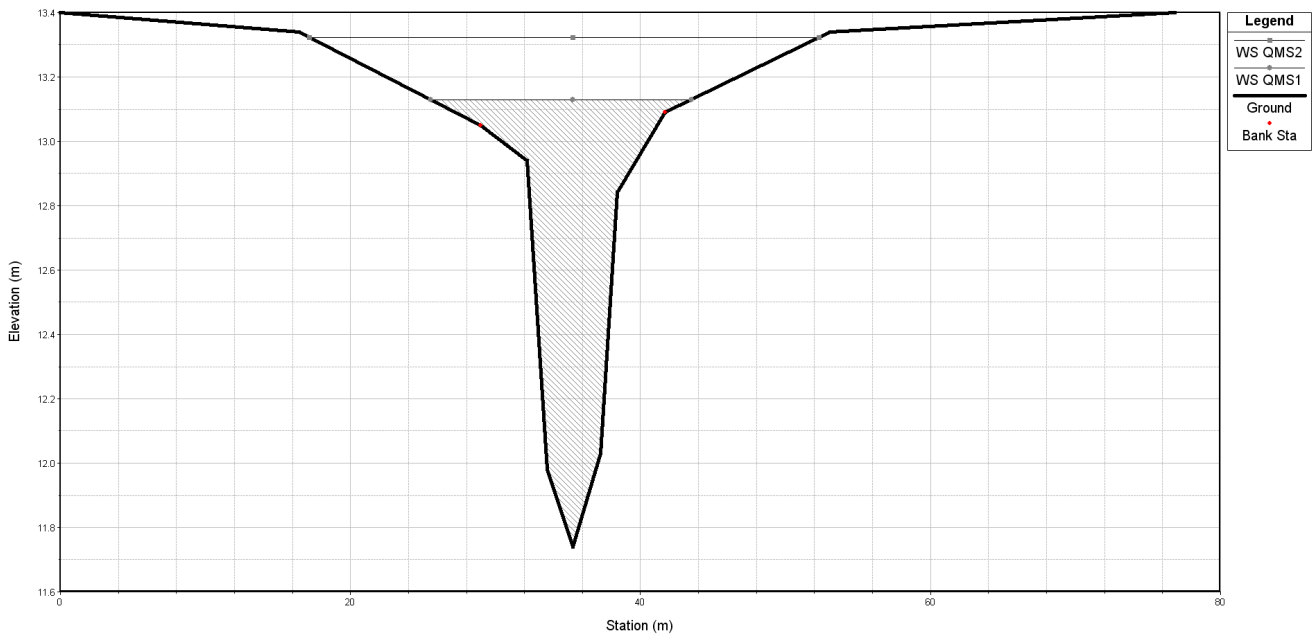


FIGURA 8-159: LIVELLO IDROMETRICI IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE 06A IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO PER QMS1=2.60M3/SEC E QMS2= 2.60M3/SEC



Questo corso d'acqua riceve inoltre il contributo di scarico di 1 impianto di depurazione per una portata di 125l/sec che di fatto incrementa il valore della QMS del 6.3% valore trascurabile sui profili di rigurgito.

Inoltre è stato previsto l'inserimento di un clapèt in corrispondenza dello scarico per evitare fenomeni di rigurgito, in quanto la quota di scarico risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla QMS1.

9. FOSSI MINORI

Di seguito si esaminano i fossi minori quasi tutti di proprietà privata, che interagiscono con l'autostrada ed opere di collegamento, mediante tombini circolari o scatoari di modeste dimensioni, e che sono sempre territorialmente di competenza del Consorzio di Bonifica Burana. Le verifiche di seguito enucleate sono state risolte col metodo del Moto uniforme, ovvero applicando le canoniche ma sempre valide, formule di Chezy. Anche per questi canali come per i precedenti è stato svolto un attento censimento che ha comportato sia la definizione dell'assetto geometrico rilevato attraverso sezioni trasversali che di rilievo celerimetrico, sia la definizione dei parametri idraulici di contesto quali la scabrezza e la pendenza.

9.1. DEFINIZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO

Lo studio del comportamento idrodinamico dei canali artificiali in esame prevede la verifica in condizioni di moto uniforme del grado di riempimento dei tombini circolari presenti in ciascun attraversamento stradale. L'analisi del rilievo topografico ha permesso di individuare le caratteristiche geometriche dei fossi in esame. Sono state ricostruite le sezioni trapezoidali a monte di ciascun canale e successivamente sono state individuate le diverse pendenze dei canali in prossimità dell'attraversamento.

Note le caratteristiche geometriche dei fossi è stato possibile determinare la portata massima sostenibile mediante la formula di Chezy riportata di seguito.

$$Q = AKsR^{2/3}\sqrt{i}$$

Il valore del coefficiente di Strickler attribuito al tratto di alveo è pari a $Ks = 20-25m^{1/3}/s$.

9.1.1. Verifiche idrauliche

La verifica del comportamento idrodinamico dei fossi in esame, nell'ipotesi di moto uniforme, è stata realizzata individuando il grado di riempimento $A2$ del tombino per la relativa portata massima sostenibile.

$$A2 = \frac{A_{defl}}{A_{tombino}}$$

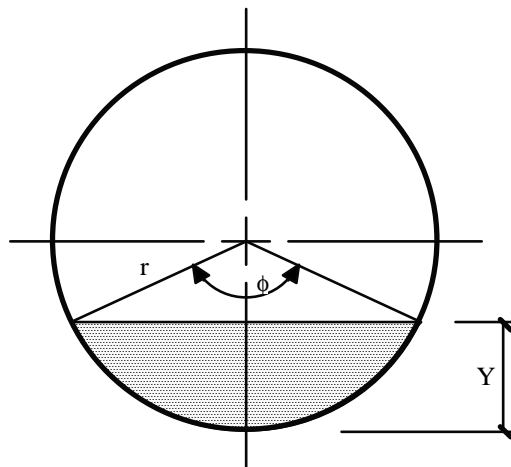


FIGURA 9-1 : SEZIONE TIPOLOGICA DI UN TOMBINO CIRCOLARE

Noto il diametro di ciascun tombino è stato possibile calcolare l'area bagnata della sezione al variare dell'angolo φ :

$$A_{defl} = \frac{r}{2}(\varphi - \sin \varphi)$$

il perimetro bagnato della condotta:

$$P = r\varphi$$

il raggio idraulico della sezione:

$$R = \frac{A}{P}$$

ed infine la relativa portata mediante la formula di Chezy.

Procedendo per tentativi, al variare dell'angolo φ , è stata individuata l'area bagnata A_{defl} e successivamente il grado di riempimento $A2$ di ciascun tombino circolare per una portata pari alla portata massima sostenibile.

La tabella seguente riporta, per ciascun fosso analizzato, i dati geometrici delle sezioni dei fossi e le portate massime sostenibili. In particolare b , B e h rappresentano i valori della base maggiore, della base minore e dell'altezza della sezione trapezoidale. Sono inoltre riportati la progressiva chilometrica (Pk), il diametro, la portata massima sostenibile, e il grado di riempimento del tombino stradale ($A2$), in termine di superficie occupata dall'acqua sull'area di deflusso totale. Infine la pendenza è stata ricavata in parte dal rilievo topografico ed in parte dall'analisi dei rilievi al 2000 in 3d derivante dalla fotointerpretazione del volo appositamente eseguito.

WBS	NOME	PK (Km)	b (m)	B (m)	H (m)	OPERA	LARGH (m)	ALTEZZA (m)	Q sostenibile	% Riempimento
C03CTS05	FOSSO PRADELLA	01+680	0.8	3.5	0.7	TOMB. SCATOLARE	1.50	1.50	0.86	24.1
A15ATC33	FOSSO 40	11+924	0.4	1	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.08	22.1
A15ATCM1	FOSSO 41	12+218	0.8	3	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.70	68.3
A15ATC39	FOSSO 97	12+920	0.5	1.5	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.25	28.9
V12VTC23	FOSSO 42	14+158	0.3	2.2	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.22	33.8
A15ATC48	CANALE FIENIL VECCHIO	14+627	1.3	2.7	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.20	0.65	55.3
A16ATCL3	FOSSO 43	15+545	0.4	2.3	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.14	17.7
V14VTC31	FOSSO DI VIA BACCARELLA	15+787	0.4	2.3	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.17	36.0
C04CTC01	FOSSO 103	R4 00+018,00	0.5	1.5	0.5	TOMB. CIRCOLARE		0.80	0.15	48.8
V14VTC32	FOSSO 44	15+844	0.3	1.7	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.23	30.7
A17ATCO4	FOSSO 45	17+092	0.4	2.5	0.2	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.07	13.0
C05CTC06	FOSSO 77	00+325,00	0.5	2.4	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.19	16.5
C05CTC07	FOSSO 78	00+380,00	0.5	2	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.37	34.8
C05CTC08	FOSSO 79	00+455,00	0.5	2	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.36	34.7
C05CTC03	FOSSO 81	V3 00+030,33	0.8	3	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.47	66.6
C05CTC04	FOSSO 82	00+100,00	0.5	2.5	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.40	50.3
C05CTC05	FOSSO 83	00+170,00	0.5	2.4	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.42	50.2
C05CTC09	FOSSO 84	00+585,00	0.5	2.5	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.41	51.3
A17ATCO5	FOSSO 46	17+102	0.3	1.3	0.4	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.10	20.2
V17VTS20	FOSSO DI S.S. 12 IN SX	18+565	0.8	3.6	1.4	TOMB. SCATOLARE	1.50	1.50	1.30	52.5
V18VTC37	FOSSO DI VIA BOLOGNA	18+850	0.4	2.5	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.19	46.6
V19VTC40	FOSSO 47	19+270	0.6	2.5	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.51	49.3
V20VTC43	FOSSO 49	19+520	0.3	1.2	0.4	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.12	17.7
V20VTC45	FOSSO 50	19+643	0.3	1.1	0.3	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.07	12.1
V21VTC46	FOSSO 51	20+295	0.2	1.8	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.22	27.3
V22VTC53	FOSSO 52	21+500	0.4	2.1	0.3	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.04	18.2
V22VTC56	CANALE DI VIA GETTA	21+522	0.5	2.3	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.11	37.3
V23VTC58	CANALE DI VIA BIGNARDI	22+610	0.4	2.1	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.23	40.1
A20ATC61	FOSSO 54	23+212	0.5	2	1	TOMB. CIRCOLARE		1.20	0.53	45.1
A21ATC66	FOSSO 55	24+095	0.6	2	0.3	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.13	18.6
A21ATC69	FOSSO 56	24+543	0.3	2.4	0.6	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.21	40.5

C07CTC10	FOSSO 57	00+096,00	1.6	3	0.8	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.36	66.6
C07CTC11	FOSSO 58	00+038,00	0.4	2.9	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.29	53.6
A23ATC84	FOSSO 59	26+100	0.5	1.9	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.23	28.9
C07CTC13	FOSSO 62	00 +040,00	0.2	1.5	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.08	21.0
A23ATC89	FOSSO 63	27+413	0.3	1.8	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.18	25.3
V52VTC79	FOSSO 65	27+715	0.3	1.9	0.7	TOMB. CIRCOLARE		0.80	0.20	58.5
V52VTC78	FOSSO 66	27+710	0.3	1.8	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.13	38.4
A24ATC93	FOSSO 92	29+100	0.4	1.2	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.11	20.6
A25ATC94	FOSSO 67	29+685	0.4	2.9	0.8	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.70	69.4
A25ATC95	FOSSO 68	29+695	0.4	3	1	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.82	69.3
V27VTC70	FOSSO 69	00+190,00	0.3	2	0.7	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.29	44.7
A25ATC99	FOSSO 70	30+200,00	0.3	2.3	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.20	34.0
A25ATCA2	FOSSO 71	30+570	0.3	1.5	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.11	25.3
V29VTC89	FOSSO 72	34+000	0.3	2	0.5	TOMB. CIRCOLARE		1.00	0.17	31.3

TABELLA 9-1: DATI GEOMETRICI, PORTATE MASSIME SOSTENIBILI E PERCENTUALI DI RIEMPIMENTO DEI TOMBINI ANALIZZATI

Nel caso in cui in un corso d'acqua minore vengano scaricate le acque di piattaforma autostradale, opportunamente depurate, occorre prevedere l'inserimento di un clapè in corrispondenza dello sbocco della tubazione posta a valle dell'impianto di trattamento. Il manufatto regolatore è stato previsto per evitare fenomeni di rigurgito all'interno dell'impianto di trattamento, in quanto la quota di scarico risulta minore rispetto alla quota raggiunta dalla Q sostenibile del canale recettore.

In particolare il clapè è stato previsto a valle dell'impianto di trattamento che scarica le acque di piattaforma nel Canal Fienil Vecchio.

10. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA ED OPERE CONNESSE

Gli interventi di sistemazione idraulica sono stati progettati nel rispetto delle prescrizioni impartite dallo stesso Consorzio di Bonifica in sede di CDS, sia durante gli incontri.

Si rimanda alle seguenti tavole le diverse opere idrauliche progettate:

- 1) Tav: 0729_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_04_A: visualizza la sistemazione e la tipologia adottata per gli imbocchi di monte e di valle e di conseguenza la relativa protezione idraulica
- 2) Tav: 0731_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_06_A illustra la sistemazione idraulica e la tipologia adottata per gli imbocchi di monte e di valle e di conseguenza la relativa protezione idraulica per i corsi d'acqua privati
- 3) Tav 0733_PD_0_000_0WS0_0_WW_TP_08_A . definisce le tipologie di attraversamento poderali e le controtubazioni per garantire il passaggio delle tubazioni irrigue in pressione;
- 4) Tav. 0734_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_09_A: definisce le tipologie di scarico delle acque tra i fossi di collegamento idraulico, esterne alla recinzione, ed i canali di bonifica
- 5) Tav: 0732_PD_0_000_0WS00_0_WW_TP_07_A: definisce le diverse tipologie di paratoie distinte come mono e bisettore in funzione della sezione.