



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

CODICE C.U.P. E81B08000060009

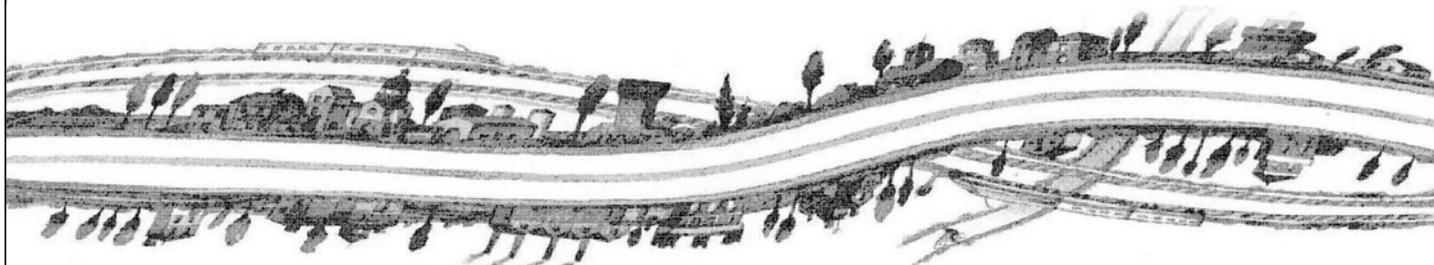
## PROGETTO DEFINITIVO

**VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE  
D04-08 (EX 1FE) RACCORDO BONDENO - CENTO - AUTOSTRADA CISPADANA  
IDROLOGIA E IDRAULICA**

IDRAULICA CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

CANALE COLLETTORE DI BURANA

RELAZIONE IDRAULICA



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.
5317	PD	0	D08	DWS12	0	WW	RI	01	A

DATA: **MAGGIO 2012**

SCALA: **varie**

---

## INDICE

1.	PREMESSA.....	2
2.	INQUADRAMENTO NORMATIVO .....	3
3.	CRITERI GENERALI .....	4
3.1.	Articolazione dello studio.....	4
4.	L'APPLICAZIONE DEI MODELLI UTILIZZATI .....	6
4.1.	Il modello per la propagazione dell'onda di piena .....	6
5.	AMBITO DI RIFERIMENTO.....	9
5.1.	Il comprensorio di Bonifica .....	9
5.2.	Tracciato stradale interferente con il corso d'acqua (viabilità di adduzione D08) .....	10
6.	INQUADRAMENTO TERRITORIALE CANALE COLLETTORE DI BURANA .....	11
6.1.	Caratteristiche idrografiche.....	11
6.2.	Caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo e tendenza morfo-evolutiva .....	11
7.	DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO E DELLE CONDIZIONI DI VALLE	16
8.	VERIFICHE IDRAULICHE .....	18
8.1.	Attraversamento ed opere idrauliche connesse .....	18
8.2.	Verifica di compatibilità idraulica stato di fatto/stato di progetto.....	19
8.2.1.	Verifica del franco di sicurezza dell'attraversamento.....	20
8.2.2.	Valutazione della compatibilità idraulica.....	23
8.3.	Verifica di compatibilità idraulica in presenza di opere provvisionali.....	26
9.	INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA .....	27
10.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE PRESCRIZIONI DEL CONSORZIO .....	28

---

## 1. PREMESSA

---

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo dell'Autostrada Regionale Cispadana, ed in particolare della viabilità di adduzione D08 al sistema autostradale costituita dalla **Strada di collegamento Bondeno-Cento - Autostrada Cispadana**, 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 e il Canale Collettore di Burana, corso d'acqua interferito dalle viabilità in progetto.

Questo percorso progettuale è stato coordinato e condiviso con l'Ente Gestore del corso d'acqua interessato dall' interferenza (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 della Direttiva dell'Autorità di Bacino del fiume Po e del Regolamento interno di polizia idraulica dell'Ente gestore;
- ❑ i franchi imposti tra livelli idrometrici per piene prefissate e quote arginali,
- ❑ distanze minime dai cigli arginali;
- ❑ le opere idrauliche di protezione sotto l'attraversamento stradale e nelle immediate vicinanze dello stesso;
- ❑ la continuità e la conservazione della viabilità gestionale.

Lo studio eseguito, nonché i risultati delle modellazioni numeriche effettuate, ha consentito di definire le caratteristiche geometriche che le infrastrutture di attraversamento devono rispettare, sia in termini di impalcato che di spalle, ai fini della compatibilità con i processi idrodinamici. Sulla base delle risultanze ottenute sono state, inoltre, progettate le opere di presidio idraulico, sia di tipo attivo che passivo, necessarie alla minimizzazione delle mutue interferenze tra struttura e corso d'acqua.

---

## **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 dell' attraversamento in oggetto ci si è, inoltre, attenuti e riferiti a tutto l'insieme di indicazioni e prescrizioni (Norme di polizia idraulica) impartite dall'ente gestore (Consorzio di Bonifica), 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^: 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 del corso 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 proprio nell'ambito della presente progettazione definitiva, ha permesso, inoltre, di definire la geometria del corso d'acqua nel tratto oggetto di studio.

#### *Fase 2^: Analisi idraulica del corso d'acqua*

L'analisi idrologica ed idraulica effettuata per il Canale Collettore di Burana rispecchia le considerazioni fatte per i diversi ambiti territoriali esaminati per le verifiche idrauliche della viabilità di adduzione al tracciato autostradale principale, 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 rigore, essi vanno studiati sotto il profilo della funzione di drenaggio delle acque meteoriche, tuttavia essi sono 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. Ai fini della caratterizzazione dei deflussi dei canali principali è stata predisposta una modellazione matematica volta ad individuare i livelli idrometrici da assumere a riferimento per la progettazione dei manufatti di attraversamento.

Lo studio è stato condotto adottando parametri progettuali e di verifica cautelativi, estendendo le prescrizioni tecniche stabilite dall'Autorità di bacino per il Po nell'ambito del PAI anche sui canali principali. Tra i parametri progettuali si è scelta come condizione più critica la funzione di scolo.

La portata massima è stata assunta, in accordo con l'esperienza e le indicazioni del Consorzio, pari alla massima portata sostenibile (Q<sub>ms</sub>) lungo tutto il tratto modellato del Canale Collettore di Burana. È stata inoltre valutata una Q<sub>ms</sub> incrementata del 30% per prendere in considerazione anche i possibili futuri afflussi meteorici dovuti all'incremento delle superfici urbanizzate nel territorio oggetto di intervento.

---

Per poter risolvere i tratti di maggior criticità del cavo sono state impostate verifiche anche nell'ipotesi di adeguamento arginale lungo buona parte del tratto di corso d'acqua analizzato.

L'analisi idraulica è stata condotta mediante modellazione matematica in moto permanente, si sono indagate e confrontate la condizione attuale, stato di fatto e quella futura, stato di progetto.

#### *Fase 3<sup>a</sup>: 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'efficienza idraulica delle strutture in progetto, che la compatibilità delle stesse con le dinamiche del corso 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 naturalistica a basso impatto ambientale, condivise con gli Enti preposti al governo del territorio.

---

## 4. L'APPLICAZIONE DEI MODELLI UTILIZZATI

---

### 4.1. Il modello per la propagazione dell'onda di piena

---

Per il Canale Collettore di Burana è stata condotta un'analisi idraulica mediante modellazione numerica monodimensionale. La ricostruzione in formato digitale delle morfologie dell'alveo, delle arginature e delle aree limitrofe si è basata sui dati geometrici desunti dal rilievo topografico realizzato ad hoc per questa fase progettuale.

Il confronto tra le dinamiche idrauliche nello stato di fatto ed in quello di progetto, che prevede la realizzazione del tracciato autostradale e delle relative opere accessorie, ha consentito di evidenziare sia il funzionamento attuale del corso d'acqua, sia l'influenza apportata dall'infrastruttura in esame. Tali influenze si riconducono soprattutto ad alterazioni dei profili di rigurgito e di velocità della corrente, mentre dall'analisi modellistiche nello stato di fatto si desumono i vincoli geometrici che l'opera di attraversamento deve rispettare, in termini di quota dell'intradosso e di posizione delle spalle del viadotto.

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,
- $\alpha_1, \alpha_2$  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 piano-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 dalle eventuali pile del ponte viene eseguito secondo diversi metodi :

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

---

## 5. AMBITO DI RIFERIMENTO

---

### 5.1. Il comprensorio di Bonifica

---

L'attuale Consorzio della Bonifica Burana nasce il 1° ottobre 2009 dall'unificazione tra l'ex Consorzio di bonifica Burana-Leo-Scotenna-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 tosco-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 .

La porzione centrale di pianura del comprensorio, interessata dal tracciato autostradale a cui afferisce la viabilità in esame, è caratterizzato da una morfologia piatta sulla quale si ergono i modesti rilievi naturali dei dossi di pianura ed artificiali delle arginature o rilievi 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 e stradale in esame presentano nel tratto di interesse una sezione con alveo in scavo e arginature assenti o di altezza modesta (inferiore al metro).

## **5.2. Tracciato stradale interferente con il corso d'acqua (viabilità di adduzione D08)**

---

Il tracciato stradale relativo alla viabilità di adduzione al sistema autostradale D08 (Raccordo Bondeno-Cento – Autostrada Cispadana) si colloca in provincia di Ferrara all'interno del territorio del Comune di Bondeno e si propone di realizzare un nuovo collegamento fra il Comune di Bondeno e l'autostazione di Cento.

Il nuovo itinerario presenta giacitura prevalente sud-nord e i capisaldi risultano individuati dalle rotatorie DCS07-G sulla SP.9 e DCS08-D sulla SP.18.

All'interno del tracciato di lunghezza 6,2 Km, vengono realizzate n. 4 rotatorie in corrispondenza delle intersezioni con le vie per Scortichino, SP.69, via Bassa e SP.18 e n. 4 ponti in scavalco del fiume Panaro, del Cavo Porretto, del Canale Collettore di Burana e del Cavo Rondone Primo.

---

## **6. INQUADRAMENTO TERRITORIALE CANALE COLLETTORE DI BURANA**

---

Il Canale Collettore di Burana è un corso d'acqua artificiale gestito dal Consorzio di Bonifica Burana e viene attraversato dall'opera stradale in progetto alla progressiva chilometrica 4+287.37 (Spalla 1)

Nel tratto di interesse, il canale risulta delimitato da un sistema di arginature di modesta entità. Il dislivello tra il fondo dell'alveo e la sommità spondale è di circa 8-9 m.

### **6.1. Caratteristiche idrografiche**

---

Il Canale Collettore di Burana ha prevalente funzione di scolo, dal momento che raccoglie le acque della parte più depressa del comprensorio di Bonifica del Consorzio Burana-Leo-Scoltenna-Panaro che, 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.

Il Canale Collettore di Burana attraversa, quindi, l'omonimo comprensorio di bonifica in direzione est-ovest e il bacino imbrifero del canale si sviluppa, quindi, trasversalmente alla bassa pianura modenese.

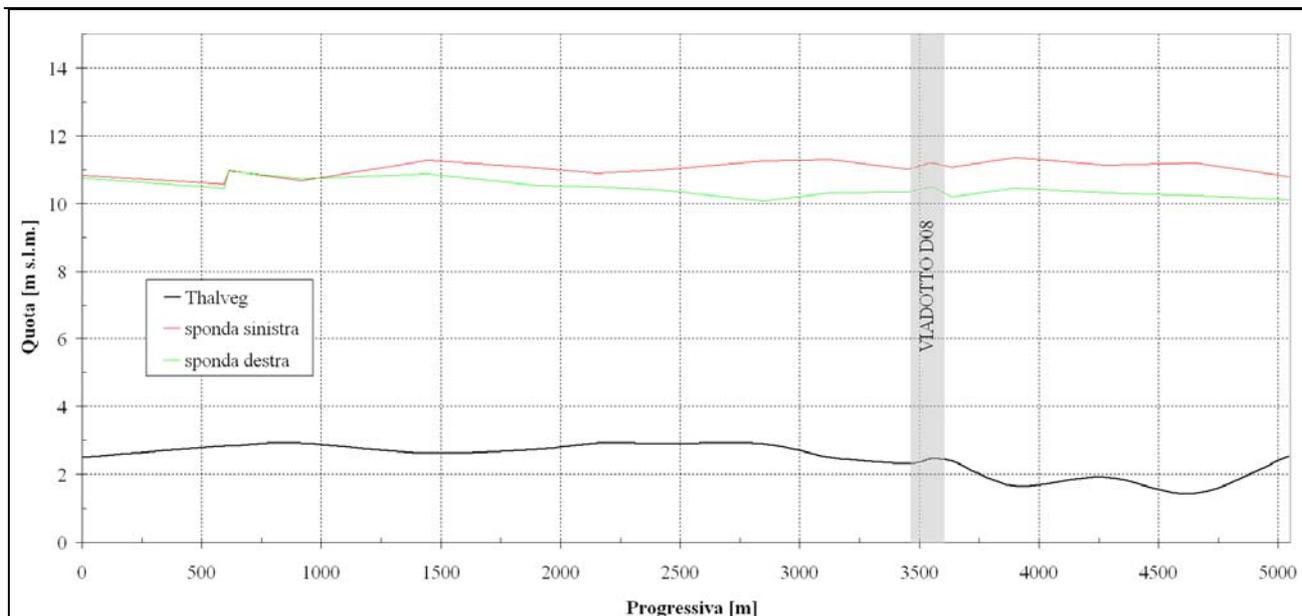
### **6.2. Caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo e tendenza morfologica evolutiva**

---

Nel tratto di interesse, il canale risulta delimitato da un sistema di arginature di modesta entità. Il dislivello tra il fondo dell'alveo e la sommità spondale è di circa 8-9 m.

Il tratto di canale oggetto di simulazione numerica si estende da circa 1500 m a monte dell'attraversamento in esame, sino a circa 3500 m a valle dello stesso, per una lunghezza totale di circa 5000 m.

Il rilievo topografico specificatamente condotto sul tratto d'interferenza si compone di 17 sezioni trasversali all'alveo del canale; le sezioni sono estese oltre il ciglio spondale ad individuare il piano della campagna esistente.



**FIGURA 6-1: ANDAMENTO DEL THALVEG E DELLE SOMMITÀ SPONDALI DEL CANALE COLLETTORE DI BURANA NEL TRATTO ANALIZZATO, CON INDICATO IL VIADOTTO IN PROGETTO E LE SOMMITÀ SPONDALI DESTRA E SINISTRA**

Il materiale d'alveo è materiale fine di base limosa, e sulle banche il terreno è colonizzato da fitto e costante cotico erboso ed assenza di vegetazione superiore arbustiva o arborea.

Il trasporto solido nel Canale Collettore di Burana è caratterizzato dalla presenza proprio da materiale d'alveo a matrice prevalente di limi sabbiosi ed in parte argillosi, dovuta al dilavamento dei campi circostanti. Altro contributo sul trasporto solido è dovuto al processo erosivo delle sponde provocato dalla presenza delle nutrie che ricavano delle vere e proprie gallerie e del gambero rosso della Louisiana (*Procambarus clarkii*) che trafora le sponde stesse in più punti e a diverse altezze idrometriche. Nel tratto in questione quindi il fondo del canale è soggetto a continui ripascimenti tanto che rientra nelle opere manutentive dell'Ente Gestore anche l'attività di dragaggio e bonifica.

Per tale motivazioni il processo erosivo del fondo è generalizzato lungo l'asta del canale è pressochè assente fatto salvo specifici punti ove sono inseriti corpi ostacolanti il deflusso delle acque.

Nell'ambito del progetto sono state svolte indagini specialistiche finalizzate alla determinazione delle caratteristiche idrografiche ed ambientali del corso d'acqua; si riporta nel seguito la scheda di censimento da cui emergono tali rilevamenti.

CODICE	<b>1FEA055</b>
NOME	<b>COLLETTORE BURANA</b>

DATA RILIEVO	18/10/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
ENTE GESTORE	Consorzio della Bonifica Burana	
LOCALITA'	Carioncelletta	
COMUNE	Bondeno	
PROVINCIA	Ferrara	
PROGRESSIVA	15+000	
FOTOGRAFIE	1FEA055_1.jpg	1FEA055_2.jpg

UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1688339.38
	GAUSS BOAGA Y	4974368.88
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (km2)	
	LUNGHEZZA (m)	
	SORGENTE	scoli campagna
	FOCE	Mare Adriatico
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	misto con alternanza di tratti rettilinei e sinuosi
	TIPO SEZIONE	arginato
	TIPO ALVEO	alveo inciso e debolmente arginato di forma trapezoidale complessa con base larga, banche laterali e sponde regolari 1:1, B»H - strade asfaltate sul coronamento arginale
	EROSIONI	fondo alveo stabile, con erosioni di sponda da franamento rive al piede
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	principale
	USO	promiscuo

	GRANULOMETRIA		<i>limi e argille</i>
	AMBIENTE FLUVIALE		<i>canale rinaturalizzato con sponde in erba, phragmites e typha sia in alveo sia sulle scarpate - assenza di rivestimenti - assenza di vegetazione arborea ed arbustiva - fauna ittica e anfibia (pescegatto, gobio, gamberi della Louisiana e rane) con presenza di nutrie ed avifauna (aironi e gazze)</i>
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE		<i>campagna con colture stagionali di mais e foraggiere - strade sul coronamento arginale - cascine e abitazioni - filari arborei lungo le strade</i>
CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTRONO	AL	<i>corrente lenta: livelli idrometrici noti</i>
	SCABREZZA Gauckler-Strickler		<i>25-30</i>
NOTE	<i>il canale è interessato da numerose opere di regolazione e numerosi attraversamenti</i>		

COD	1FEA055	NOME	COLLETTORE BURANA
			
FOTOGRAFIA	1FEA055_1.jpg		
			
FOTOGRAFIA	1FEA055_2.jpg		

## **7. DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO E DELLE CONDIZIONI DI VALLE**

La regione fluviale nel tratto studiato è tipica dei territori di bassa pianura caratterizzati da una campagna piatta inframmezzata da rilevati stradali e da alcuni dossi di pianura; più varia ed articolata la presenza di incisioni idrografiche di prevalente carattere canalizzato solitamente in scavo rispetto alla campagna. La campagna è destinata a seminativi e sono presenti anche agglomerati urbani rilevanti quali quello di Bondeno.

Il bacino idrografico afferente presenta suoli di prevalente matrice poco permeabile con dominanza di limi ed argille, mentre la falda freatica risulta poco profonda nei pressi del punto di intersezione del tracciato in progetto. L'uso del suolo è stato ricavato per il bacino imbrifero afferente, la cui chiusura fisiografica avviene in corrispondenza dell'attraversamento in esame. L'analisi è stata condotta con riferimento alla Carta dell'uso del suolo della Regione Emilia Romagna

Le preliminari analisi idrologiche condotte hanno individuato coefficienti idrometrici omogenei per i bacini dei corsi d'acqua insistenti sul medesimo ambito territoriale compreso tra i fiumi Secchia e Panaro, per via della caratterizzazione morfologica comune e della vicinanza geografica. Tuttavia, data la precipua funzione del corso d'acqua in esame, non è possibile definire una correlazione diretta e plausibile tra i tempi di ritorno delle precipitazioni e quelli relativi alle portate transitanti all'interno del Collettore.

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 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, incrementata del 30% come da prescrizione del Consorzio della Bonifica Burana in sede di Conferenza dei servizi preliminare,  $Q_{MS1}=355 \text{ m}^3/\text{s}$ ;
2. massima portata sostenibile a franco nullo lungo l'intero tratto esaminato con adeguamento in quota dei tratti di maggior criticità,  $Q_{MS2}= 390 \text{ m}^3/\text{s}$ ;

La condizione di valle viene fissata alla sezione n.16, e si traduce in un livello di moto uniforme pari a 9.34 m s.l.m. per la  $Q_{MS1}$  ipotizzata, mentre pari a 10.00 m s.l.m per la  $Q_{MS2}$ .

La determinazione dei parametri idraulici sopraesposti è stata eseguita attraverso le procedure di calcolo che verranno esposte nel successivo Capitolo 8.

Avendo constatato che il tratto oggetto di analisi è caratterizzato da moderata lunghezza ed estensione, e specialmente 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.

I valori provenienti dalla modellazione idraulica sono stati ottenuti, assumendo un coefficiente di Strickler pari a  $25-30 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$ .

## 8. VERIFICHE IDRAULICHE

### 8.1. Attraversamento ed opere idrauliche connesse

Il Canale Collettore di Burana è attraversato dal corpo stradale ad ovest del centro urbano di Bondeno.

L'opera di attraversamento in progetto è un ponte in acciaio-calcestruzzo costituito da un'unica campata di luce 60.00 metri. Le spalle sono di tipo passante: per esigenze di luci sono inclinate parallelamente all'argine del fiume e non perpendicolari al tracciato stradale.

Il muro frontale e i muretti laterali hanno entrambi spessore di 60 cm e altezza massima di circa 4.00 metri.

Il muro frontale rastrema in sommità fino ad arrivare ad uno spessore di 40 cm.

La soletta inferiore ha spessore 150 cm e dimensioni 6.80 m \* 10.20 m e poggia su 6 pali di diametro 120 cm di lunghezza 43.00 ml.

L'immagine seguente mostra la geometria della spalla. Per elementi di maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati strutturali specifici.

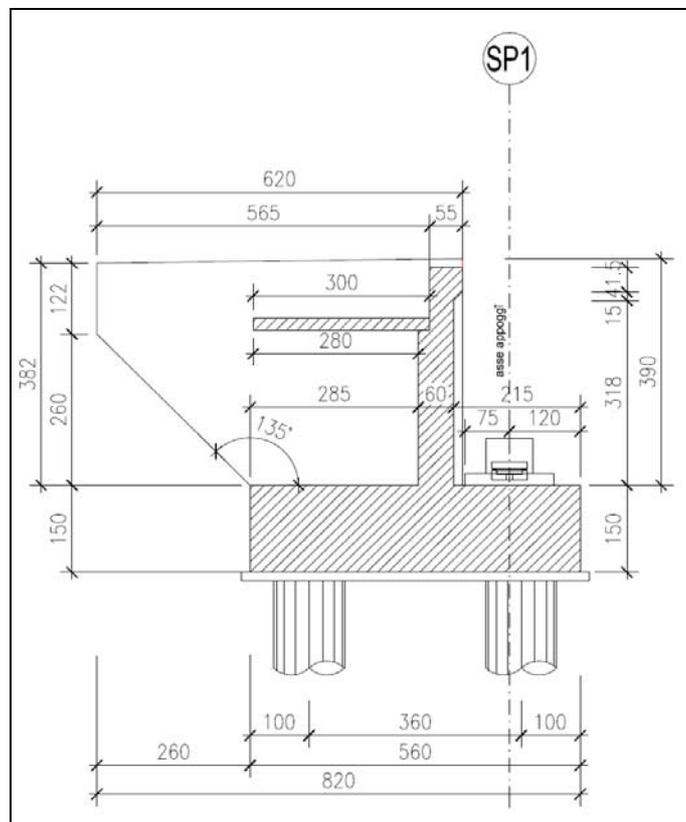


FIGURA 8-1: SEZIONE TRASVERSALE SPALLA

L'intradosso dell'impalcato del ponte, a seguito delle verifiche idrauliche successivamente descritte e in funzione della livelletta stradale è stato imposto ad una quota pari a 11.65 m s.l.m., garantendo un franco idraulico maggiore di 1 m rispetto alla quota della portata massima sostenibile, nel rispetto delle prescrizioni impartite dalle Direttive e Norme cogenti.

Nel tratto d'interferenza dell'infrastruttura viaria con il corso d'acqua si prevede, inoltre, la realizzazione di una difesa sulla sponda interna e di una berma al piede per la protezione della difesa spondale ottenuta mediante il posizionamento di massi di cava non gelivi del peso di 100-300 kg per una lunghezza complessiva di circa 30 m.

Si rimanda al paragrafo 9 una descrizione approfondita dei presidi idraulici progettati.

## **8.2. Verifica di compatibilità idraulica stato di fatto/stato di progetto**

Ai fini modellistici, le condizioni di riferimento per la verifica del viadotto in progetto 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 viadotto in progetto e la realizzazione dell'adeguamento della sezione di deflusso;
- stato di progetto 2, che oltre a prevedere l'introduzione del viadotto in progetto, tiene conto della 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 del viadotto previsto;
- scabrezza di alveo e sponde: i valori adottati sono quelli proposti dall'Autorità di bacino del fiume Po nell'ambito della Direttiva 4 (ricavati da "Open-Channel Hydraulics" - Chow, 1959);
- portate di riferimento, assunte come portate massime ammissibili nelle diverse configurazioni sopra esposte (rif. Cap. 7)

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 la condizione critica per il viadotto nelle configurazioni di progetto.

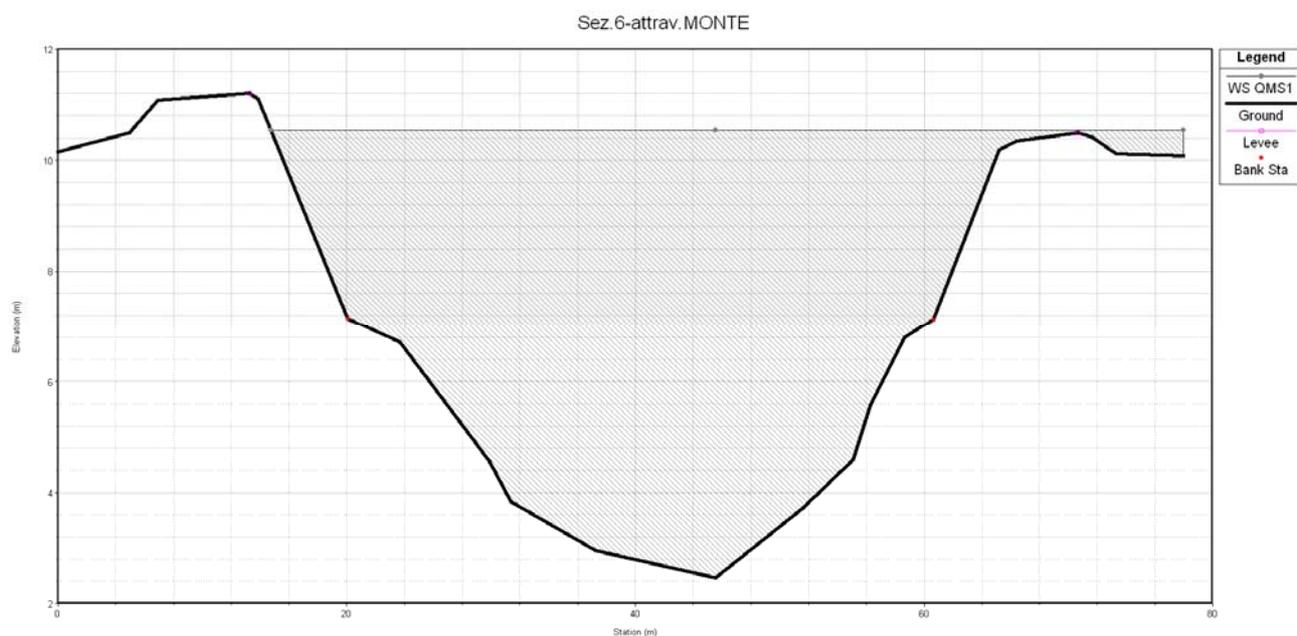
Le risultanze delle propagazioni nelle configurazioni simulate consistono nell'espore le principali grandezze idrauliche, soprattutto in termini di livelli idrometrici raggiunti durante gli eventi considerati in corrispondenza delle varie sezioni trasversali del corso d'acqua. Inoltre, risultano rilevate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

### 8.2.1. Verifica del franco di sicurezza dell'attraversamento

#### 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 incrementata del 30%, secondo le prescrizioni del Consorzio, nella configurazione morfologica attuale.

Con le condizioni al contorno sopra indicate la  $Q_{MS1}$  del Canale Collettore di Burana risulta pari a 355 m<sup>3</sup>/s e il livello raggiunto dalla piena di progetto nella sezione immediatamente a monte del ponte è pari a 10.54 m s.l.m.

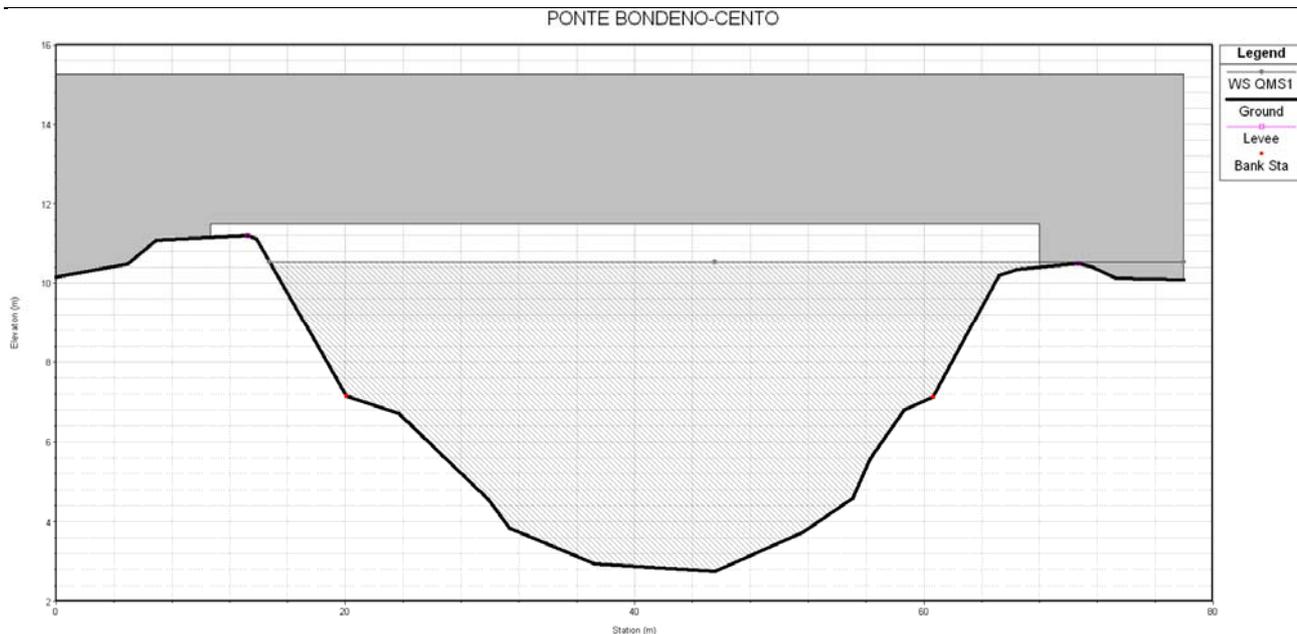


**FIGURA 8-2: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER  $Q_{MS1}=355$  M<sup>3</sup>/S ALLA SEZIONE TRASVERSALE IMMEDIATAMENTE A MONTE DELL'ASSE DEL VIADOTTO AUTOSTRADALE NELLO STATO DI FATTO1**

#### Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1, ponendo l'intradosso del ponte autostradale alla quota 11.65 m s.l.m. (vedi Tav. PD\_0\_D08\_DWS12\_0\_WW\_PZ\_02\_A) si determina che, con la condizione di portata massima sostenibile nella configurazione attuale  $Q_{MS1}=355$  m<sup>3</sup>/s, il livello idrometrico immediatamente a monte del viadotto rimane invariato rispetto allo stato di fatto, attestandosi a quota 10.54 m s.l.m.

Le spalle del viadotto in progetto non esercitano nessun ostacolo al deflusso essendo esterne all'alveo, mentre il franco idraulico del sottotrave risulta superiore a 1 m anche nel caso più gravoso, verificando quanto imposto dalla Direttiva 4/99 del PAI dell'AdBPo.



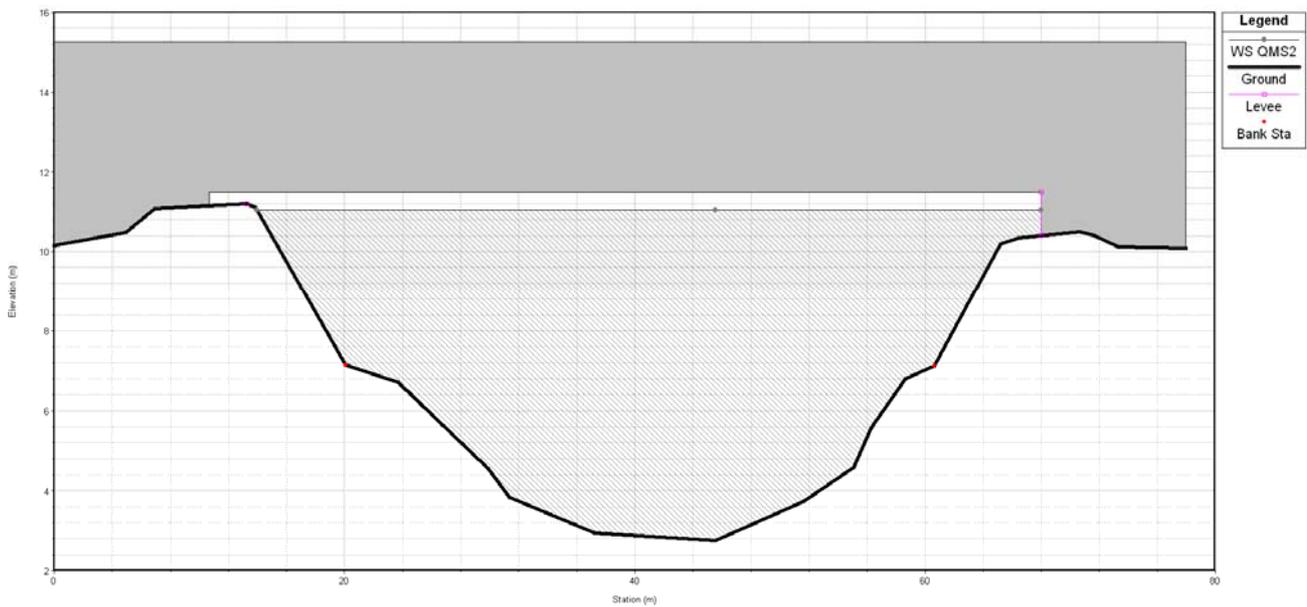
**FIGURA 8-3: LIVELLO RAGGIUNTO PER LE CONDIZIONI IDROMETRICHE DI RIFERIMENTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DEL VIADOTTO AUTOSTRADALE NELLO STATO DI PROGETTO 1 –  $Q_{MS1}=355 \text{ M}^3/\text{SEC}$**

### Stato di progetto 2

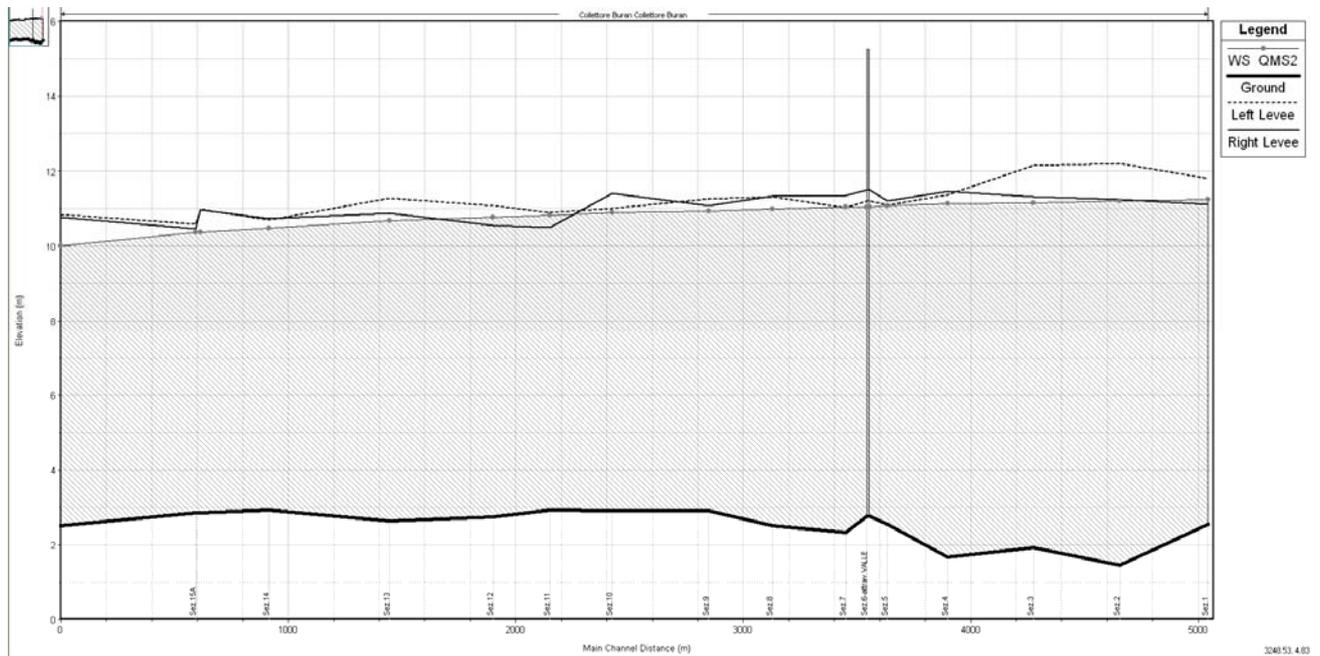
Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un adeguamento spondale nelle sezioni più critiche a monte e in quelle immediatamente a valle del viadotto in progetto, oltre al posizionamento dello stesso ponte e all'intervento di adeguamento della sezione di deflusso. Con questa ipotesi la portata massima sostenibile del Canale Collettore di Burana raggiunge i  $390 \text{ m}^3/\text{sec}$ .

In queste condizioni si determina che il livello idrometrico immediatamente a monte del viadotto in progetto si attesta a quota 11.05 m s.l.m. Il franco idraulico rispetto alla quota dell'intradosso del ponte, in questa configurazione progettuale, risulta quindi maggiore di 50 cm.

PONTE BONDENO-CENTO



**FIGURA 8-4: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER LE CONDIZIONI IDROMETRICHE DI RIFERIMENTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DEL VIADOTTO NELLO STATO DI PROGETTO 2 –  $Q_{MS2}=390 \text{ M}^3/\text{SEC}$**



**FIGURA 8-5 PROFILO DI RIGURGITO PER  $Q_{MS2}=390 \text{ M}^3/\text{SEC}$  NELLO STATO DI PROGETTO 2 (ADEGUAMENTO SPONDALE)**

## 8.2.2. Valutazione della compatibilità idraulica

### Effetto E.1. Modifiche indotte sul profilo inviluppo di piena.

Fattori determinanti: restringimenti di sezioni o ostacoli al deflusso nel tratto di corso d'acqua interessato.

Modalità di quantificazione: confronto tra il profilo di piena in condizioni indisturbate e ad intervento realizzato.

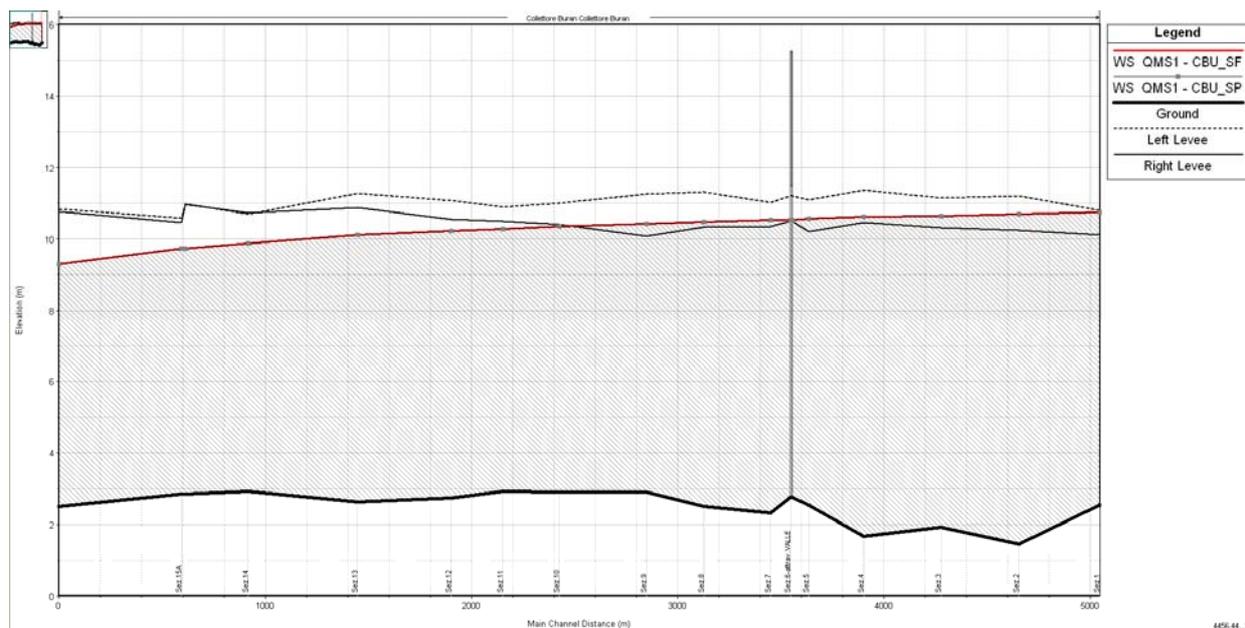
Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni numeriche eseguite relativamente allo stato di fatto e di progetto 1 . Nelle tabelle e nei grafici seguenti si riporta il confronto fra le principali grandezze idrauliche per la configurazione presa a riferimento nella verifica del franco idraulico.

Come si evince in tutte le sezioni le differenze tra i profili Ante e Post operam sono nulle.

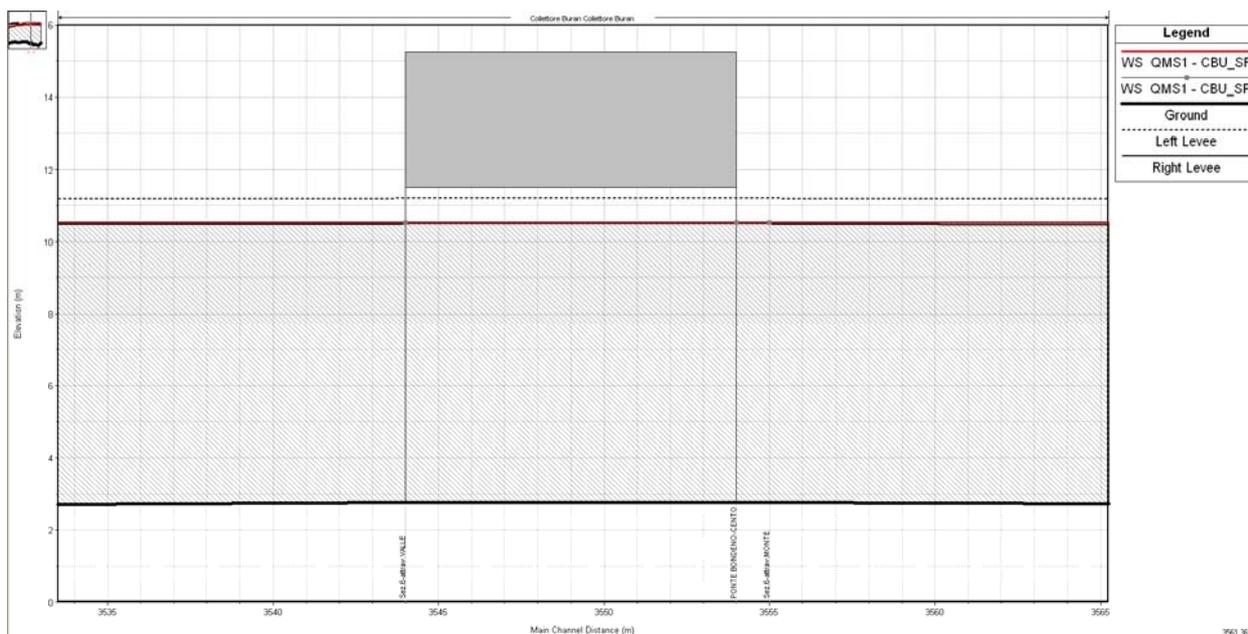
Sezione Topografica	Progressiva [m]	Quota del fondo	Q di progetto	Livelli idrometrici S.F.	Livelli idrometrici S.P.1	$\Delta H$ [m]	Velocità S.F.	Velocità S.P.1	Pendenza a	Carico totale S.F.	Carico totale S.P.1
		[m s.l.m.]	[m <sup>3</sup> /s]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]		[m/s]	[m/s]		[m]	[m]
Sez. 1	5044.00	2.54	355	10.74	10.74	<b>0.00</b>	1.22	1.22	0.0028	10.81	10.82
Sez. 2	4654.00	1.45	355	10.70	10.70	<b>0.00</b>	1.16	1.16	-0.0012	10.77	10.77
Sez. 3	4274.00	1.92	355	10.64	10.64	<b>0.00</b>	1.32	1.32	0.0007	10.73	10.73
Sez. 4	3900.00	1.67	355	10.62	10.62	<b>0.00</b>	1.11	1.11	-0.0033	10.68	10.68
Sez. 5	3635.00	2.40	355	10.57	10.57	<b>0.00</b>	1.28	1.28	-0.0026	10.65	10.65
Sez. 6-attrav.monte	3555.00	2.46	355	10.54	10.54	<b>0.00</b>	1.38	1.39	0.0000	10.63	10.64
Ponte D08	3544.00	2.46	Bridge	10.54	10.54	<b>0.00</b>	1.38	1.39	0.0000	10.63	10.64
Sez.6-attrav.valle	3544.00	2.46	355	10.54	10.54	<b>0.00</b>	1.38	1.39	0.0046	10.63	10.63
Sez.7	3451.00	2.33	355	10.53	10.53	<b>0.00</b>	1.30	1.30	-0.0006	10.62	10.62
Sez.8	3128.00	2.51	355	10.47	10.47	<b>0.00</b>	1.39	1.39	-0.0014	10.57	10.57
Sez.9	2848.00	2.90	355	10.42	10.42	<b>0.00</b>	1.37	1.37	0.0000	10.51	10.51
Sez.10	2425.00	2.91	355	10.36	10.36	<b>0.00</b>	1.13	1.13	0.0000	10.42	10.42
Sez.11	2151.00	2.92	355	10.27	10.27	<b>0.00</b>	1.32	1.32	0.0007	10.36	10.36
Sez.12	1901.00	2.75	355	10.22	10.22	<b>0.00</b>	1.29	1.29	0.0003	10.30	10.30
Sez.13	1446.00	2.63	355	10.11	10.11	<b>0.00</b>	1.32	1.32	-0.0006	10.20	10.20
Sez.14	916.00	2.93	355	9.88	9.88	<b>0.00</b>	1.67	1.67	0.0003	10.02	10.02
Sez.15	614.00	2.85	355	9.74	9.74	<b>0.00</b>	1.73	1.73	0.0000	9.90	9.90

Sez.15A	594.00	2.85	355	9.74	9.74	<b>0.00</b>	1.70	1.70	0.0006	9.88	9.88
Sez.16	0.00	2.50	355	9.30	9.30	<b>0.00</b>	2.15	2.15	0.0000	9.53	9.53

**TABELLA 8-1: PRINCIPALI GRANDEZZE IDRAULICHE A CONFRONTO RISULTANTI DELLE SIMULAZIONI CON L'IDROGRAMMA DI PIENA DI RIFERIMENTO NELLO STATO DI FATTO (S.F.) E DI PROGETTO 1 (S.P. 1) CON  $Q_{MS1}=355 \text{ M}^3/\text{SEC}$ .**



**FIGURA 8-6: CONFRONTO TRA I PROFILI DI RIGURGITO PER  $Q_{MS1}=355 \text{ M}^3/\text{SEC}$  NELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO 1.**



**FIGURA 8-7: PARTICOLARE DEL CONFRONTO DEI PROFILI DI RIGURGITO PER  $Q_{MS1}=355 \text{ M}^3/\text{SEC}$  TRA LO STATO DI FATTO E DI PROGETTO 1 IN CORRISPONDENZA DEL PONTE.**

**Per quanto riguarda i livelli idrometrici, quindi, non si ha alcun incremento sui profili di rigurgito indotto dalla presenza del viadotto in progetto per entrambe le portate analizzate.**

Effetto E.2. Riduzione della capacità di invaso dell'alveo.

Fattori determinanti: riduzioni delle superfici allagabili causate dalla realizzazione dell'intervento e l'effetto delle stesse in termini di diminuzione della laminazione in alveo lungo il tratto fluviale.

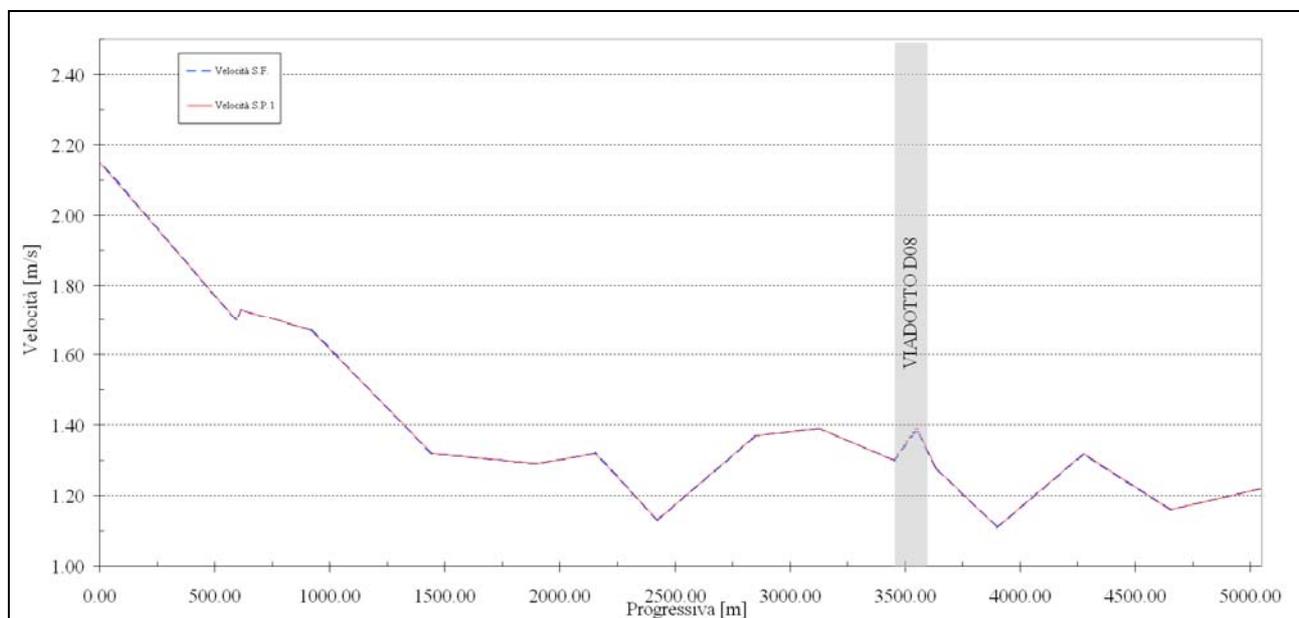
L'opera in progetto non comporta alcuna variazione delle superfici allagabili.

Effetto E.3. Interazioni con le opere di difesa idrauliche esistenti.

Fattori determinanti: localizzazione e caratteristiche strutturali degli elementi costituenti parte delle opere in progetto.

Modalità di quantificazione: valutazioni idrodinamiche sugli effetti idrodinamici indotti.

La situazione di progetto non determina variazioni idrodinamiche apprezzabili delle caratteristiche della corrente di piena rispetto alla situazione attuale.



**FIGURA 8-8: ANDAMENTO DELLA VELOCITÀ MEDIE DELLA CORRENTE PER  $Q_{MS1}=355$  M<sup>3</sup>/SEC STATO DI FATTO E DI PROGETTO 1.**

Effetto E.4. Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento.

Si prevede la realizzazione di opere accessorie di difesa spondale, opportunamente dimensionate al fine di proteggere le sponde e l'alveo da possibili erosioni localizzate e divagazioni. Queste opere verranno descritte nel capitolo 9

---

Effetto E.5. Modifiche indotte sull'assetto morfologico planimetrico e altimetrico dell'alveo inciso e di piena.

Non si segnala alcuna modifica sostanziale dal punto di vista planimetrico né altimetrico dell'alveo né in regime ordinario né in piena.

Effetto E.6. Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.

Fattori determinanti: opere in progetto e soluzioni di inserimento delle stesse nel sistema fluviale. L'inserimento del ponte non implica una modificazione della attuale caratteristica ambientale della fascia fluviale.

Effetto E.7. Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.

Fattori determinanti:

- condizioni di stabilità delle opere costituenti l'intervento in relazione alle sollecitazioni derivanti dalle condizioni di deflusso in piena con riferimento in particolare agli effetti connessi ai livelli idrici di piena;
- tipologia funzionale dell'intervento.

Il franco tra l'intradosso del ponte ed il livello idrometrico nello stato di progetto 1 è adeguato in quanto superiore ad 1 m.

### **8.3. Verifica di compatibilità idraulica in presenza di opere provvisionali**

---

La realizzazione del ponte non richiede la predisposizione di opere provvisionali in quanto la costruzione delle spalle avviene dall'esterno senza interessare il corso d'acqua la cui funzionalità verrà mantenuta inalterata.

Non essendo previsti interventi di riduzione della sezione di deflusso durante la costruzione non risulta necessario sviluppare verifica di compatibilità idraulica per la fase provvisoria, anche se risulta agevole e di minor impatto realizzare il ponte in progetto nel periodo di non irrigazione.

## 9. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA

Sulla base di quanto già licenziato in sede di Conferenza dei Servizi e tenendo conto di quanto prescritto dallo stesso Consorzio di bonifica in quella sede, si è proceduto alla Progettazione dei presidi difensivi da apporre sia a protezione delle sponde che del fondo del canale.

Gli interventi previsti si possono suddividere in 2 categorie:

- 1) risezionamento e potenziamento dell'assetto difensivo
- 2) mantenimenti e collegamento della viabilità di servizio interferita.

La difesa spondale si ottiene attraverso la realizzazione una difesa continua sulle sponde interne e di una berma al piede realizzata mediante il posizionamento di massi di cava non gelivi del peso di 100-300 kg/cad intasati in cls magro.

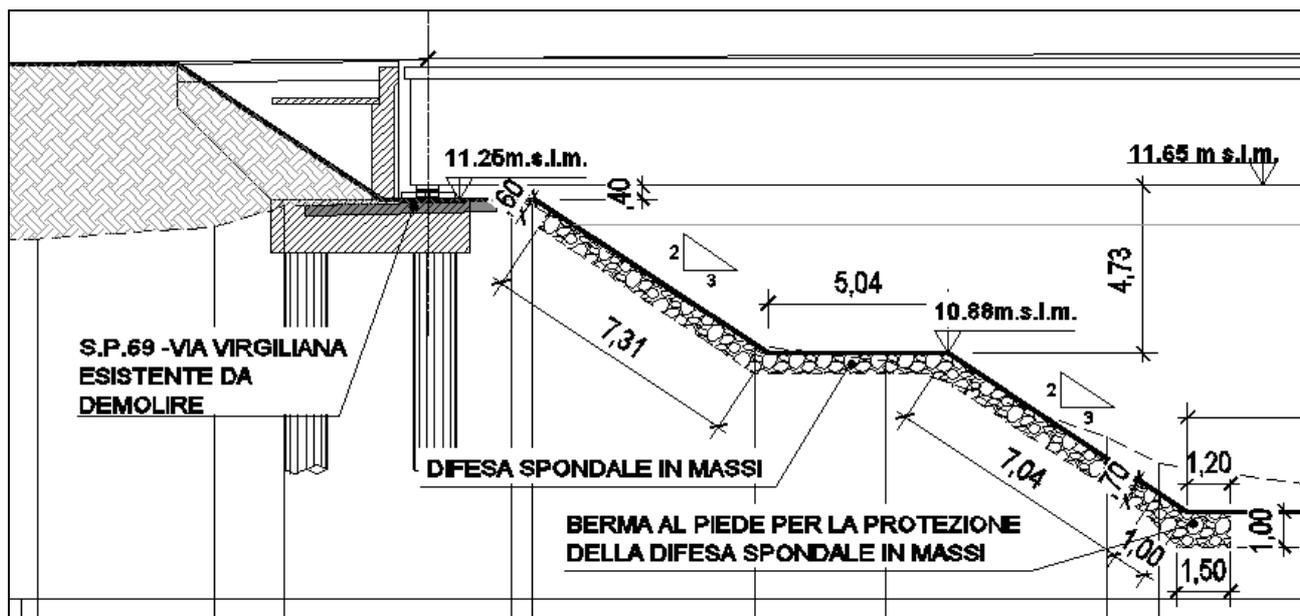


FIGURA 9-1 – PARTICOLARE DIFESA SPONDALE

Le difese in massi si estenderanno per un tratto complessivo di circa 30 m in corrispondenza dell'attraversamento.

Infine, una volta completati i lavori di realizzazione delle opere idrauliche, si procederà ad effettuare semina a spaglio per rinverdire la nuova configurazione morfologica nell'intorno del canale.

In sponda destra è prevista la realizzazione di un sottovia scatolare di dimensioni 4.00x4.00m per permettere la continuità della Via per Burana attualmente esistente. In sponda sinistra si prevede invece di garantire il passaggio monte-valle ai mezzi del Consorzio utilizzando la viabilità in progetto e due rampe di collegamento per il raggiungimento del ponte da parte dei mezzi del Consorzio.

---

## **10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE PRESCRIZIONI DEL CONSORZIO**

---

Le analisi e le opere idrauliche precedentemente descritte recepiscono le prescrizioni/osservazioni trasmesse dal Consorzio di Bonifica Burana relative all'analisi del Progetto Preliminare dell'Autostrada regionale Cispadana – Conferenza dei Servizi preliminare ex art. 14 bis della Legge 241/90.

In particolare relativamente all'attraversamento del Canale Collettore di Burana sono state riportate le seguenti richieste:

- il rivestimento della sezione del canale in corrispondenza dell'attraversamento, mediante la posa in opera di massi di cava intasati con calcestruzzo, deve essere realizzato mantenendo una pendenza di 2/3 con una larghezza di fondo della sezione di 18.50 m, e realizzando al piede del rivestimento in corrispondenza dell'unghia una fondazione stabilizzante della scarpata, in massi di cava;
- gli scatolari in C.A. da posare per garantire la continuità di passaggio monte/valle dei mezzi di servizio per la manutenzione del Canale Collettore di Burana (in destra ed in sinistra idraulica), devono essere posati con quota di scorrimento/calpestio alla quota della campagna circostante per evitare il ristagno di acqua all'interno dello scatolare. Si può eventualmente ridurre l'altezza degli scatolari in C.A. da m.5,70 a m 3,50;
- per la realizzazione della protezione spondale in massi di cava non gelivi, si prescrive l'utilizzo di massi di pezzatura compresa tra un minimo di 100 kg e un massimo di 300 kg, con intasamento in calcestruzzo

Tali prescrizioni sono state recepite nel presente progetto definitivo (v. capitolo 9).

Per quanto riguarda la continuità di passaggio monte/valle in sponda destra si prevede la realizzazione dello scatolare di dimensioni 4.00x4.00m, mentre in sponda sinistra si utilizzerà la viabilità in progetto, collegata all'esistente tramite due rampe di raccordo monte-valle.