



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

CODICE C.U.P. E81B08000060009

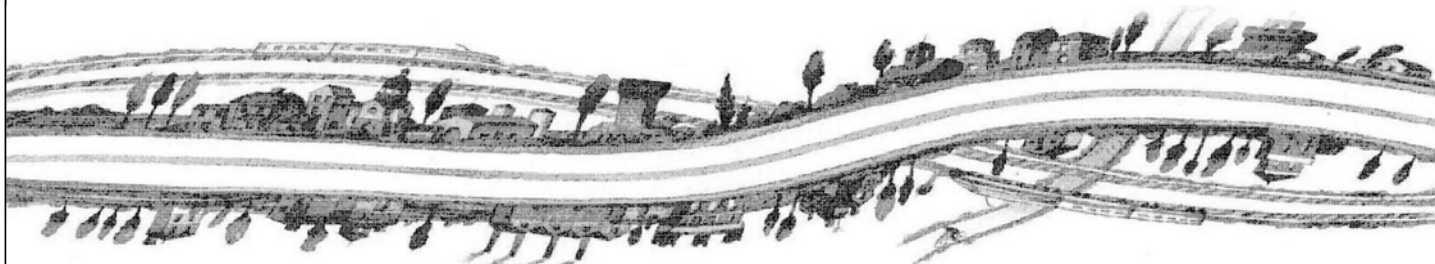
PROGETTO DEFINITIVO

VIABILITA' DI ADDUZIONE AL SISTEMA AUTOSTRADALE
D02 (ex 1RE) Variante alla SP n°41 in corrispondenza del tracciato Cispadano - tratto tra SP n°60 e Brescello
IDROLOGIA E IDRAULICA

IDRAULICA CORSI D'ACQUA PRINCIPALI

CANALAZZO DI BRESCELLO

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
					APPROVAZIONE

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	GRUPPO	CODICE OPERA WBS	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVO	REV.
4872	PD	0	D02	DWS03	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.....	10
6. INQUADRAMENTO TERRITORIALE CANALE DI BRESCELLO	11
6.1. Caratteristiche idrografiche e morfologiche.....	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.....	27
9. INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA	28
10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE PRESCRIZIONI DEL CONSORZIO	30

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo dell'Autostrada Regionale Cispadana, ed in particolare della viabilità di adduzione al sistema autostradale costituita dalla **D02 (ex 1RE) Variante alla SP n°41 in corrispondenza del tracciato Cispadano - tratto tra SP n°60 e Brescello** 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 Canalazzo di Brescello, corso d'acqua interferito dalla 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 dell'Emilia Centrale) 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, inteso come: difese spondali, ringrossi arginali, protezione dei paramenti arginali sia in frodo che lato;
- ❑ la continuità e la conservazione della viabilità gestionale.

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 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 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^a: Analisi idraulica del corso d'acqua

L'analisi idrologica ed idraulica effettuata per il Canalazzo di Brescello 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. I criteri adottati sono analoghi a quanto definito per l'Autostrada Regionale Cispadana a cui afferisce l'opera viabilistica qui esaminata, sviluppando studi funzionali alla caratterizzazione dei deflussi dei canali principali per i quali è stata predisposta una modellazione matematica volta ad individuare i livelli idrometrici da assumere a riferimento per la progettazione dei manufatti di attraversamento.

La soluzione adottata per l'attraversamento è stata discussa e concordata con il Consorzio di bonifica competente con il quale il confronto diretto ha consentito di approfondire le problematiche dell'intervento, nonché di rispettare le preliminari prescrizioni di carattere generale che sono state fornite.

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 dall'attuale sezione idraulica del Canalazzo di Brescello incrementata per poter risolvere i tratti di maggior criticità.

Infatti le verifiche sono state impostate anche nell'ipotesi di adeguamento arginale lungo buona parte del tratto di corso d'acqua analizzato, e per diverse condizioni al contorno di valle.

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^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'ufficiosità 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 al corretto superamento degli argini, oltre che 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 Canalazzo di Brescello 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 stradale 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 numero e posizione di pile e 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,
- 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 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 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

Il Consorzio di Bonifica dell' Emilia Centrale è un ente di diritto pubblico, nasce nell'ottobre del 2009 dalla fusione dei Consorzi di Bonifica Parmigiana Moglia Secchia e Bentivoglio-Enza, ed assicura la gestione e distribuzione delle acque superficiali per la tutela e lo sviluppo del territorio. Il territorio del comprensorio consorziale dell'ex bonifica Bentivoglio-Enza ricade per la maggior parte della sua estensione in Emilia Romagna e per una modesta superficie in Toscana; interessa tre province (Reggio Emilia, Parma e Massa Carrara) e 27 Comuni. L'estensione complessiva è di 97.066 ha. Il territorio di montagna ha un'estensione di 57.060 ha, mentre il territorio di pianura risulta avere un'estensione di 40.006 ha. Il comprensorio dell'ex Consorzio di Bonifica Parmigiana Moglia – Secchia presenta invece un'estensione complessiva pari a 214.318 ha ed è pressoché coincidente con il bacino idrografico del fiume Secchia.

La Bonifica Idraulica nel territorio relativo al comprensorio dell'ex bonifica Bentivoglio-Enza, all'interno del quale scorre il Canalazzo di Brescello, coinvolge un complesso infrastrutturale composto da oltre 1.000 km di canali di scolo, un impianto idrovoro in località Torrione di Gualtieri che solleva le acque meteoriche provenienti da una superficie di 6.000 ha, immettendole nel Torrente Crostolo e numerosi altri manufatti di regolazione che consentono lo scolo di tutte le acque superficiali verso i torrenti Enza, Crostolo e Secchia. I collettori fognari di quasi tutti i centri abitati nel distretto di pianura scaricano le loro acque in cavi consortili. L'impianto idrovoro principale è quello del Torrione che fu costruito fra il 1920 e 1923. La struttura dell'impianto era ed è composta dal fabbricato, ove sono ubicati i gruppi elettropompa, e da una vasca di carico che in origine aveva una forma rettangolare, mentre attualmente ha forma circolare, in quanto ricostruita e sovralzata per oltre due metri rispetto a quell'originaria per adeguarla ai successivi sovralti delle quote arginali del torrente Crostolo e del fiume Po. La vasca ha la funzione di raccogliere le acque pompate e di metterle in comunicazione con quelle del Crostolo tramite due canne di collegamento.

Il Consorzio esegue le opere necessarie ai fini generali della sistemazione, difesa e valorizzazione produttiva del territorio ed in particolare quelle rivolte a dare stabilità ai terreni, a prevenire le erosioni e consolidare i movimenti franosi, ad assicurare il buon regime idraulico, a realizzare le migliori condizioni per l'uso del suolo e dell'acqua nel rispetto delle vocazioni naturali delle singole aree, nonché tutte le opere infrastrutturali di supporto per la realizzazione, la manutenzione e la gestione delle opere.

I compiti svolti dal consorzio sono a carattere di bonifica con l'allontanamento del pericolo di alluvioni da centri urbani e campagne in caso di pioggia e a carattere irriguo, con la garanzia della provvista di acqua ad agricoltura in tempo di magra ed industria. Il Consorzio provvede anche alla manutenzione degli stessi canali, ripulendoli, rimuovendo i depositi fangosi, rinforzandone le sponde in modo tale da assicurare all'acqua lo scorrimento. Nelle zone montane il compito di tale consorzio è di consolidare le pendici, bloccare le frane e

costruire sui torrenti briglie che impediscono l'erosione dei versanti. Ogni intervento è finalizzato alla difesa del suolo, ad un equilibrato sviluppo del territorio, alla tutela e alla valorizzazione degli ordinamenti produttivi e dei beni naturali.

5.2. Tracciato stradale interferente con il corso d'acqua

Il tracciato stradale in progetto della **Variante alla SP n° 41 in corrispondenza del tracciato Cispadano - tratto tra SP n° 60 e Brescello** è classificato come C1 ed è un nuovo tronco stradale di collegamento tra la vecchia Cispadana in comune di Brescello e la viabilità denominata strada di Chiozzola in Coenzo la quale collega Sorbolo e Coenzo.

Il tracciato ha inizio in prossimità della rotatoria di via Chiozzola e si sviluppa in direzione est con una curva in destra di raggio 400.00m, passata la curva la viabilità corre parallelamente ad un fabbricato esistente, subito dopo attraversa l'SP 41 e il torrente Enza. Superata questa interferenza il tracciato prosegue in aperta campagna con curve di raggio superiore a 500m raggiungendo l'intersezione tra via Imperiale e via Viazza, dove è prevista la realizzazione di un nuovo svincolo a rotatoria per garantire la continuità alle strade interferenti. Oltrepassata la rotatoria è previsto l'attraversamento del Canalazzo di Brescello, prima di ricongiungersi alla Cispadana esistente. Tutte le curve sono dotate di opportuni raccordi di transizione, in entrata e uscita, adeguati per categoria e velocità di progetto della strada stessa. Altimetricamente il tracciato è caratterizzato da livellette con pendenze inferiori al 3.50% e i raccordi concavi e convessi hanno un raggio di 8000m.

6. INQUADRAMENTO TERRITORIALE CANALE DI BRESCELLO

Il Canalazzo di Brescello è un corso d'acqua artificiale di competenza gestionale del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale che viene attraversato dall'opera stradale in progetto alla progressiva chilometrica 0+445.5 (Spalla Ovest).

E' storia recente la realizzazione di un intervento complessivo da circa €3.000.000 da parte del Consorzio per l'adeguamento idraulico del Canalazzo di Brescello, nel nodo idraulico della Scutellara, alle nuove quote dell'argine maestro del Po e per rendere funzionale la cassa d'espansione "Bacino Valline " in grado di garantire uno stoccaggio di oltre 700.000 metri cubi d'acqua.

Si tratta di un insieme di opere concepite per assolvere alla duplice e complessa funzione di elevare la protezione del territorio sia dalle acque di piena del Po che dalle acque di scolo che originano all'interno del bacino scolante, il tutto pensato in un'ottica di prevenzione all'interno del più vasto piano provinciale di messa in sicurezza del territorio.

Allo stato attuale quindi il Canale è in grado di scolare una portata di 40 metri cubi al secondo e funge da scolo di tutte le acque provenienti da un'area complessiva di circa 6.500 ettari e che interessa i Comuni di Gattatico, Campegine, Paviglio e Brescello.

6.1. Caratteristiche idrografiche e morfologiche

Il Canalazzo di Brescello attraversa il comprensorio del Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale in direzione sud-nord e il bacino imbrifero del canale si sviluppa, quindi, longitudinalmente alla bassa pianura reggiana.

Il Canale, nel tratto di interesse, risulta pensile e con un sistema di arginature di altezza media pari a circa 6 metri rispetto al piano campagna e circa 5 metri rispetto al fondo alveo, provviste di banche lato campagna. Il tratto di canale oggetto di simulazione numerica si estende da circa 1500 m a monte del ponte della ferrovia Parma-Suzzara, sino alla foce nel t. Enza, a circa 1400 m a valle dell'attraversamento in progetto, per una lunghezza totale di circa 3900 m.

Il rilievo topografico specificatamente condotto sul tratto d'interferenza per la presente progettazione definitiva, si compone di 18 sezioni trasversali al canale e di una sezione in corrispondenza dell'asse del viadotto in progetto.

L'andamento del fondo alveo e delle sommità arginali del tratto simulato sono indicate nella figura seguente, in cui sono riportati anche l'attraversamento in progetto ed il ponte esistente della strada Coenzo-Brescello.

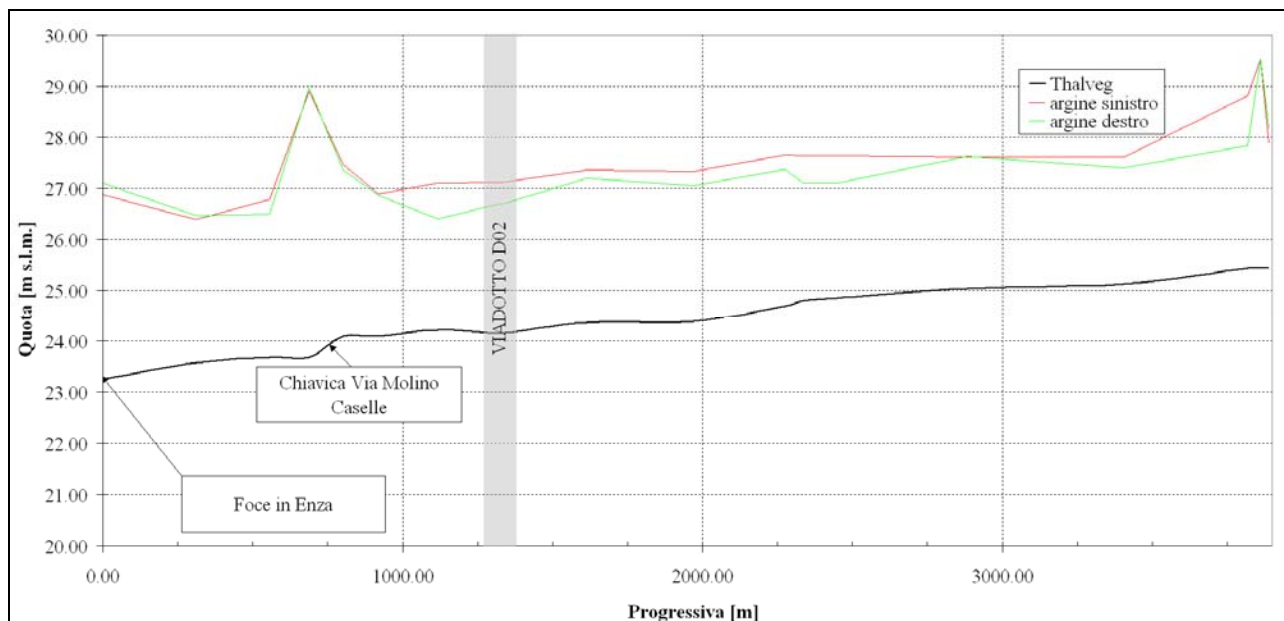


FIGURA 6-1: ANDAMENTO DEL THALWEG E DELLE SOMMITÀ ARGINALI DEL CANALAZZO DI BRESCELLO NEL TRATTO ANALIZZATO, CON INDICATO IL VIADOTTO IN PROGETTO

Il materiale d'alveo del corso d'acqua in esame 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 Canalazzo di Brescello è caratterizzato dalla presenza proprio di questo 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 e 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	1REA011
NOME	CANALAZZO DI BRESCELLO

DATA RILIEVO	09/08/2011	
PROPRIETA'	demaniale	
ENTE GESTORE	CONSORZIO DI BONIFICA DELL'EMILIA CENTRALE	
LOCALITA'	Lentigione	
COMUNE	Brescello	
PROVINCIA	RE	
PROGRESSIVA	02+850	
FOTOGRAFIE	1REA011_1	1REA011_2

UBICAZIONE	GAUSS BOAGA X	1617595.64
	GAUSS BOAGA Y	4971690.26
CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE	BACINO (m ²)	65.000.000-
	LUNGHEZZA (m)	14.500
	SORGENTE	campagna
	FOCE	T. Enza
CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE	TIPO TRACCIATO	rettilineo
	TIPO SEZIONE	arginato
	TIPO ALVEO	canale pensile arginato con banche lato campagna
	EROSIONI	assenza di erosioni diffusa, ma localizzata per la presenza di nutrie
CARATTERISTICHE CORSO D'ACQUA	RANGO	secondario
	USO	Promiscuo (irrigazione e ricreativo)
	GRANULOMETRIA	limo argilloso
	AMBIENTE FLUVIALE	Vegetazione spondale con fitta presenza di macrofite (phragmites). Presenza di pesci , anfibi ed uccelli (Martin Pescatore)
CARATTERISTICHE DEL PAESAGGIO	TERRITORIO CIRCOSTANTE	Area di campagna coltivata a mais; presenza di case sparse

CARATTERISTICHE IDRAULICHE	CONDIZIONI CONTRONO	AL	<i>corrente lenta: pendenza di moto uniforme a valle</i>
	SCABREZZA (m ^{1/3} /s)		25
NOTE			<i>struttura chiavicale con paratoie mobili meccanicamente per la gestione delle portate e dei livelli irrigui</i>

COD	1REA011	NOME	CANALAZZO DI BRESCELLO
			
FOTOGRAFIA	1REA011_1		



FOTOGRAFIA

1REA011_2

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 a carattere canalizzato prevalentemente in scavo rispetto alla campagna circostante. La campagna è destinata a seminativi, e l'urbanizzazione è prevalentemente limitata ad agglomerati sparsi e di piccole dimensioni, fatta eccezione per la prossimità di centri urbani di dimensione maggiore quale, appunto, quello di Brescello.

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.

Nel tratto oggetto di intervento il corso d'acqua ha andamento rettilineo e si sviluppa tendenzialmente da Sud verso Nord.

I profili di rigurgito del Canale di Brescello sono influenzati da un sistema chiavicale antirigurgito composto da una chiavica situata a foce Enza e una in corrispondenza dell'argine maestro del Fiume Po, che impediscono indesiderati ingressi rispettivamente delle piene del T.Enza e del f. Po. Per tale motivo le condizioni esaminate nella configurazione di progetto sono state le seguenti:

- 1) piena di Enza per TR=200 anni e profili di rigurgito conseguenti al deflusso di una portata di $50\text{m}^3/\text{sec}$ rappresentativa della portata massima sostenibile a franco nullo nelle condizioni attuali;
- 2) chiaviche tutte aperte e livelli di Enza e Po bassi, deflusso di una massima piena di $63\text{ m}^3/\text{s}$ pari a quella massima sostenibile nel tratto esaminato, incrementata fino a $70\text{ m}^3/\text{sec}$ nell'ipotesi di adeguamento arginale nei punti più critici e prossimi all'attraversamento in progetto;

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

La condizione al contorno di valle relativa all'altezza idrica in condizioni di piena del T. Enza per TR=200 anni è stata ricavata dall'analisi idraulica effettuata sul Torrente nell'ambito del presente Progetto Definitivo (riportata nell'elaborato PD_0_D02_DWS02_0_WW_RI_01_A_Enza). In corrispondenza della Sez. 3 del Torrente Enza, all'immissione del Canalazzo di Brescello, l'H200 risultante dalle suddette analisi è pari a 28.52 m s.l.m.

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 modellizzazione idraulica sono stati ottenuti, assumendo un coefficiente di Strickler pari a $25 \text{ m/s}^{1/3}$.

8. VERIFICHE IDRAULICHE

8.1. Attraversamento ed opere idrauliche connesse

L'attraversamento in progetto è quello esaminato dal Consorzio ed approvato dallo stesso con prescrizioni (rif. Cap. 10) nell'ambito della Conferenza dei Servizi conclusasi nel Dicembre 2011 con l'approvazione del Progetto Preliminare con Atto di Giunta Regionale.

L'attraversamento avviene mediante un viadotto costituito da 5 campate, di cui le tre centrali con luce da 30 m e le due laterali con luce da 17.5 m, per una lunghezza totale pari a 125.0 m (distanza tra asse appoggi sulle spalle). L'estensione della campata di scavalco pari a 30 m consente di attraversare il Canalazzo di Brescello senza posizionare pile all'interno dell'alveo. Inoltre, la campata di scavalco poggia su pile costituite da una fondazione a diaframma posizionata all'interno di ciascun rilevato arginale, e che assolve l'ulteriore funzione di impermeabilizzazione del corpo arginale, oltre che di sostegno strutturale.

L'intradosso dell'impalcato, a seguito delle verifiche idrauliche successivamente descritte ed in funzione della livelletta stradale, è stato imposto ad una quota pari a 31.50 m s.l.m. garantendo un franco idraulico in linea con le prescrizioni impartite dalle Direttive e Norme cogenti e consentendo il ringrosso arginale fino a quota 31.10 m s.l.m.

La continuità monte-valle per i mezzi di gestione e manutenzione è garantita in corrispondenza delle banche arginali lato campagna, con la realizzazione di un tratto di pista di servizio su ciascuna sponda, avente un pacchetto composto da 25 cm di misto granulare e 30 cm di terreno stabilizzato a calce. L'altezza utile di transito sotto al viadotto è pari a 5 m su entrambi i lati del canale e sono previste rampe di raccordo a monte e a valle del ponte per consentire la salita e la discesa dalla sommità arginale delle macchine addette alla manutenzione.

Nel tratto d'interferenza dell'infrastruttura viaria con il corso d'acqua si prevede, inoltre, la realizzazione di una berma ed una difesa sulla sponda interna e sulle banche ottenuta mediante il posizionamento di massi di cava non gelivi del peso di 50-100 kg per una lunghezza complessiva di 50 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 di un ringrosso arginale in sagoma ed in quota, sino a portare i presidi arginali alla quota di 31.10 m s.l.m come imposto nelle prescrizioni del Consorzio nell'ambito della Conferenza dei Servizi al fine di adeguare le quote a quelle dell'argine maestro del fiume Po.
- 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: si sono differenziate le scabrezze per il fondo alveo e sponde inferiori, più spoglie di vegetazione, rispetto a quella della banca e sponde superiori oltre a differenziare i valori per le opere in calcestruzzo (ponti); 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 in progetto 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 con condizione al contorno di valle =altezza di moto uniforme

In questa configurazione è stato simulato il tratto di corso d'acqua in oggetto a chiaviche aperte e valutando la portata massima sostenibile lungo tutto il tratto con una condizione al contorno di valle pari all'altezza di moto uniforme.

Con queste condizioni al contorno la Qms del Canalazzo di Brescello risulta pari a 63 m³/s e il livello raggiunto dalla piena di progetto nella sezione immediatamente a monte del ponte è pari a 28.84 m s.l.m.

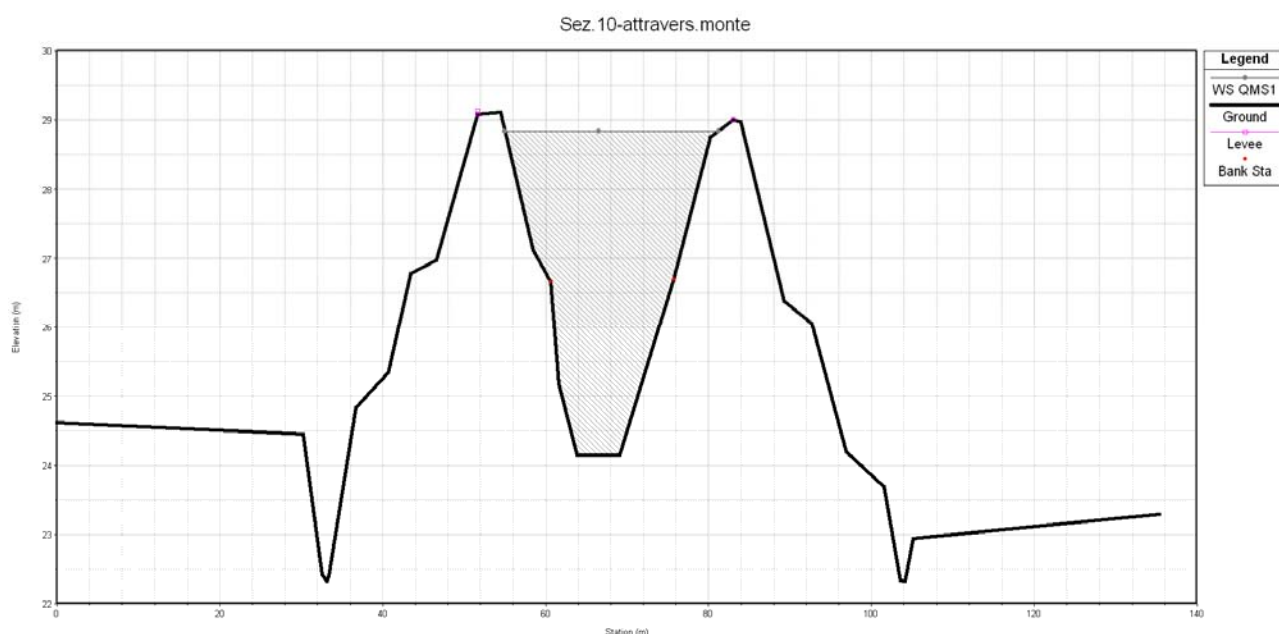


FIGURA 8-1: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS=63 M³/S DEL CANALAZZO DI BRESCELLO ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DEL VIADOTTO NELLO STATO DI FATTO

Stato di fatto con condizione al contorno di valle =H200 Enza

Anche in questa configurazione si è simulato il tratto di corso d'acqua considerato a chiaviche aperte e valutando la portata massima sostenibile lungo tutto il tratto con una condizione al contorno di valle pari a 28.52 m s.l.m. (livello idrometrico corrispondente al propagarsi di una portata con tempo di ritorno pari a 200 anni lungo il Torr. Enza)

Con queste condizioni al contorno la Qms del Canalazzo di Brescello risulta pari a 50 m³/s e il livello raggiunto dalla piena di progetto nella sezione immediatamente a monte del ponte è pari a 28.87 m s.l.m.

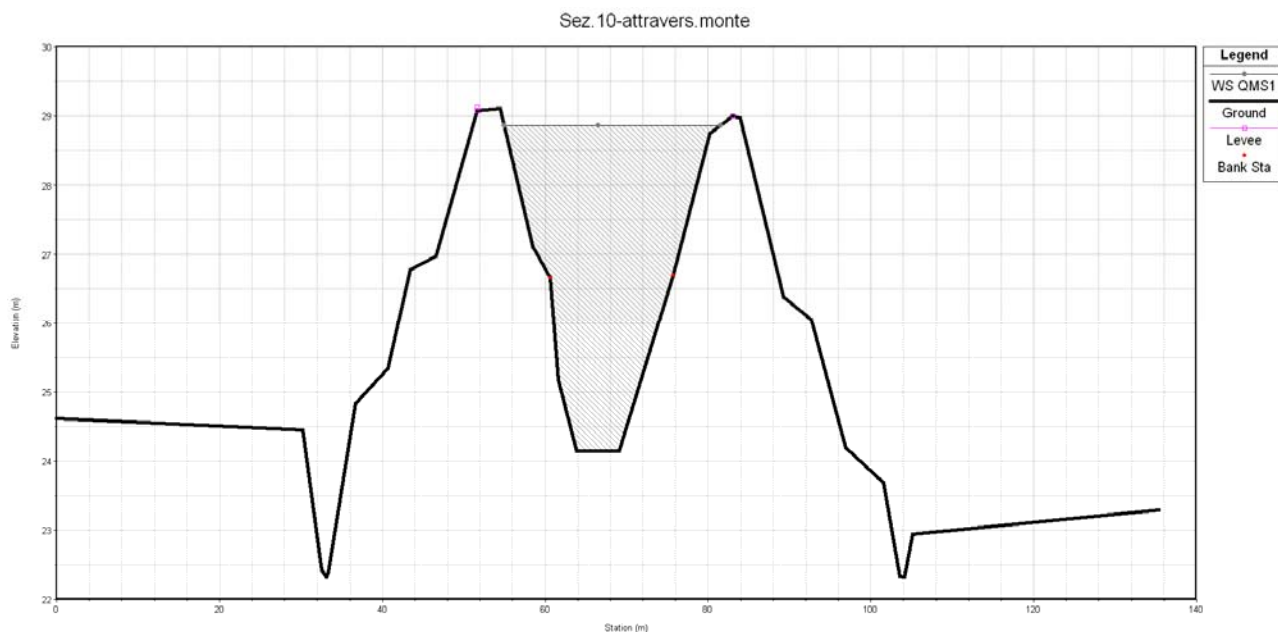


FIGURA 8-2: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER QMS=50 m³/s DEL CANALAZZO DI BRESCELLO E H200 DEL T.ENZA ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DEL VIADOTTO NELLO STATO DI FATTO

Stato di progetto 1

Nella configurazione di progetto 1 e ponendo l'intradosso del ponte a quota 31.50 m s.l.m. ovvero 2.50 m sopra la quota arginale nello stato di fatto (vedi Tav. PD_0_D02_DWS03_0_WW_PZ_02_A_BrescelloProgetto) si determina che, con condizione al contorno di valle pari all'H200 dell'Enza e $Q_{ms}=50 \text{ m}^3/\text{s}$, il livello idrometrico immediatamente a monte del viadotto in progetto si attesta a quota 28.87 m s.l.m.

Le pile in progetto non esercitano nessun ostacolo al deflusso essendo esterne all'alveo; l'opera di adeguamento arginale consente di avere un franco di sicurezza spondale superiore ai 2 m, mentre il franco idraulico del sottotrave risulta uguale a 2.63 m nel caso più gravoso, in linea con quanto imposto dalla Circolare C.S.LL.PP. 07.02.2009 (Ponti stradali e ferroviari) e quindi alla Direttiva 4/99 del PAI dell'AdBPo.

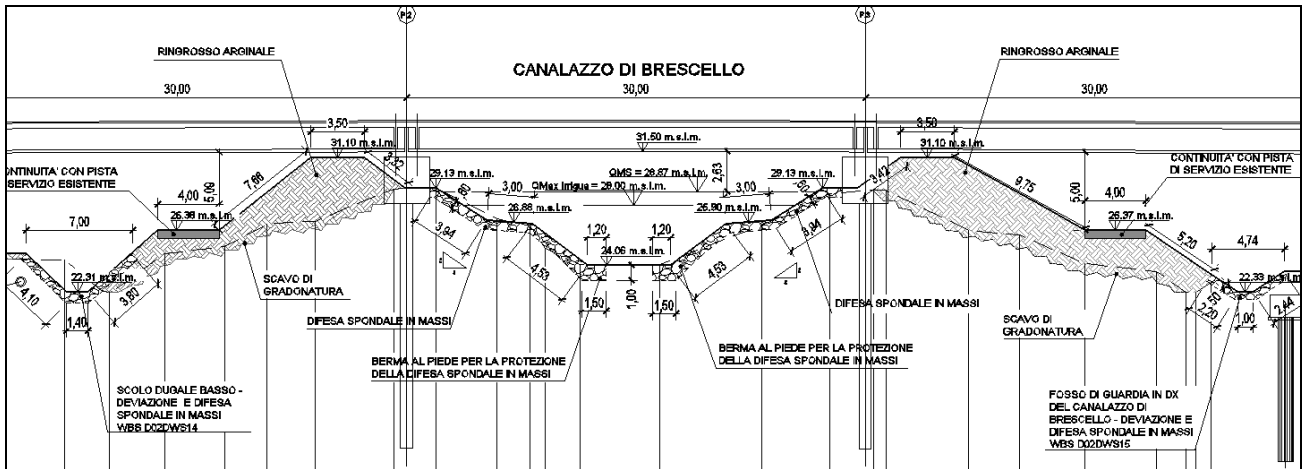


FIGURA 8-3: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER LE CONDIZIONI IDROMETRICHE DI RIFERIMENTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DEL VIADOTTO NELLO STATO DI PROGETTO 1 – QMS=50 M³/SEC

Stato di progetto 2

Nella configurazione di progetto 2 è stato ipotizzato un adeguamento arginale nelle sezioni più critiche a monte e in quelle immediatamente a valle del viadotto in progetto. oltre al posizionamento del ponte stesso. Con questa ipotesi la portata massima sostenibile del Canalazzo di Brescello passa da 63 m³/s a 70 m³/sec, con la condizione al contorno di valle di moto uniforme.

In queste condizioni si determina che il livello idrometrico immediatamente a monte del viadotto in progetto si attesta a quota 29.03 m s.l.m.

Il profilo di piena lambisce le pile in progetto ma l'opera di adeguamento arginale consente di avere comunque un franco di sicurezza spondale pari a 1.5 m, mentre il franco idraulico del sottotrave risulta uguale a 2.47 m.

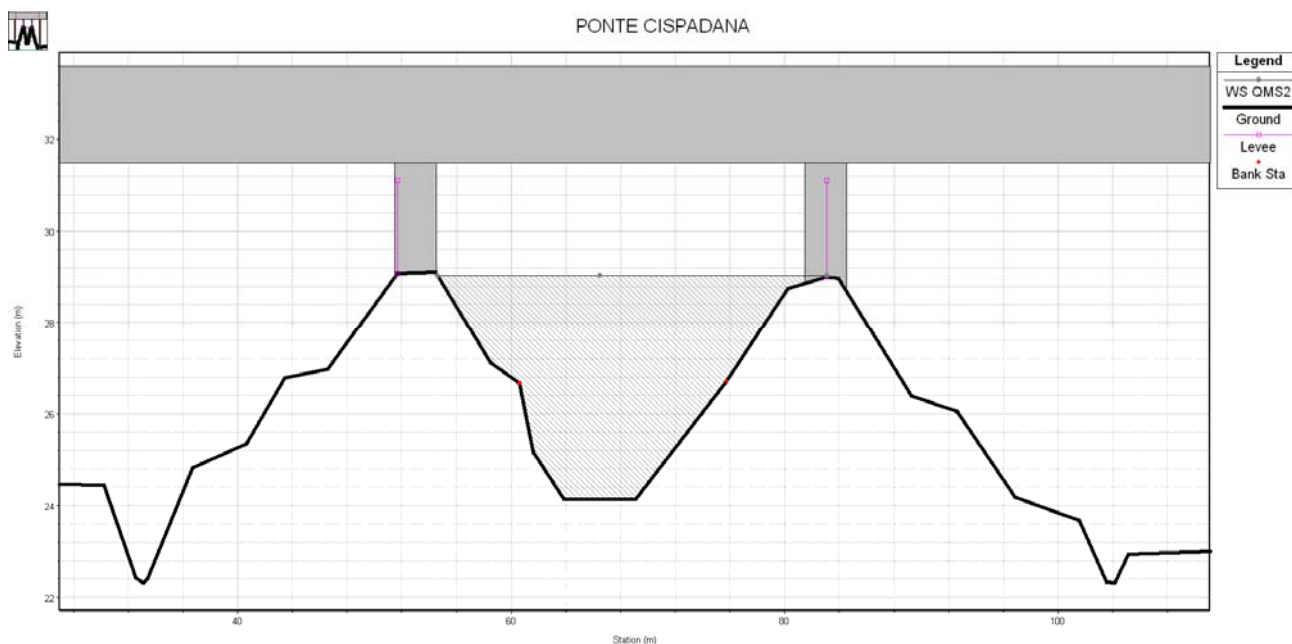


FIGURA 8-4: LIVELLO IDROMETRICO RAGGIUNTO PER LE CONDIZIONI IDROMETRICHE DI RIFERIMENTO ALLA SEZIONE TRASVERSALE IN CORRISPONDENZA DELL'ASSE DEL VIADOTTO NELLO STATO DI PROGETTO 2 – $Q_{MS}=70 \text{ M}^3/\text{SEC}$

8.2.2. Valutazione della compatibilità idraulica

Effetto E.1. Modifiche indotte sul profilo involuppo 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 ($Q_{ms}=50 \text{ m}^3/\text{sec}$ e cond. di valle =H200 Enza).

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

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.1	3887.54	25.44	50	29.40	29.40	0.00	0.80	0.80	0.0000	29.43	29.43
Sez.2	3861.24	25.44	50	29.40	29.40	0.00	0.64	0.64	0.0000	29.42	29.42
Sez.3	3819.00	25.44	50	29.38	29.38	0.00	0.76	0.76	0.0007	29.41	29.41
Sez.4	3404.00	25.13	50	29.28	29.28	0.00	0.79	0.79	0.0002	29.31	29.31
Sez.5	2883.00	25.04	50	29.17	29.17	0.00	0.75	0.75	0.0004	29.20	29.20
Sez.6	2449.00	24.85	50	29.08	29.08	0.00	0.78	0.78	0.0004	29.11	29.11
Sez.7	2335.00	24.80	50	29.05	29.05	0.00	0.78	0.78	0.0016	29.08	29.08
Sez.8	2274.00	24.70	50	29.04	29.04	0.00	0.80	0.80	0.0010	29.07	29.07
Sez.9	1970.00	24.39	50	28.98	28.98	0.00	0.74	0.74	0.0001	29.01	29.01
Sez.10	1614.00	24.36	50	28.91	28.91	0.00	0.75	0.75	0.0008	28.94	28.94
Sez.10 - attraversamento monte	1332.00	24.14	50	28.87	28.87	0.00	0.74	0.74	0.0000	28.89	28.89
PONTE D02	1320.00	24.14	Bridge	28.87	28.87	0.00	0.74	0.74	0.0000	28.89	28.89
Sez.10 - attraversamento valle	1320.00	24.14	50	28.86	28.86	0.00	0.74	0.74	-0.0003	28.89	28.89
Sez. 11	1116.00	24.21	50	28.83	28.83	0.00	0.75	0.75	0.0006	28.85	28.85
Sez. 12	919.00	24.09	50	28.79	28.79	0.00	0.75	0.75	0.0000	28.82	28.82
Sez.13 - chiavica	801.00	24.09	50	28.77	28.77	0.00	0.72	0.72	0.0036	28.80	28.80
Sez.15- chiavica	687.00	23.68	50	28.63	28.63	0.00	1.52	1.52	0.0000	28.75	28.75
Sez.16	556.00	23.68	50	28.63	28.63	0.00	0.79	0.79	0.0004	28.66	28.66
Sez. 17	311.00	23.57	50	28.57	28.57	0.00	0.80	0.80	0.0010	28.60	28.60
Sez. 18	0.00	23.25	50	28.50	28.50	0.00	0.78	0.78	0.0000	28.53	28.53

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 QMS=50 M³/SEC.

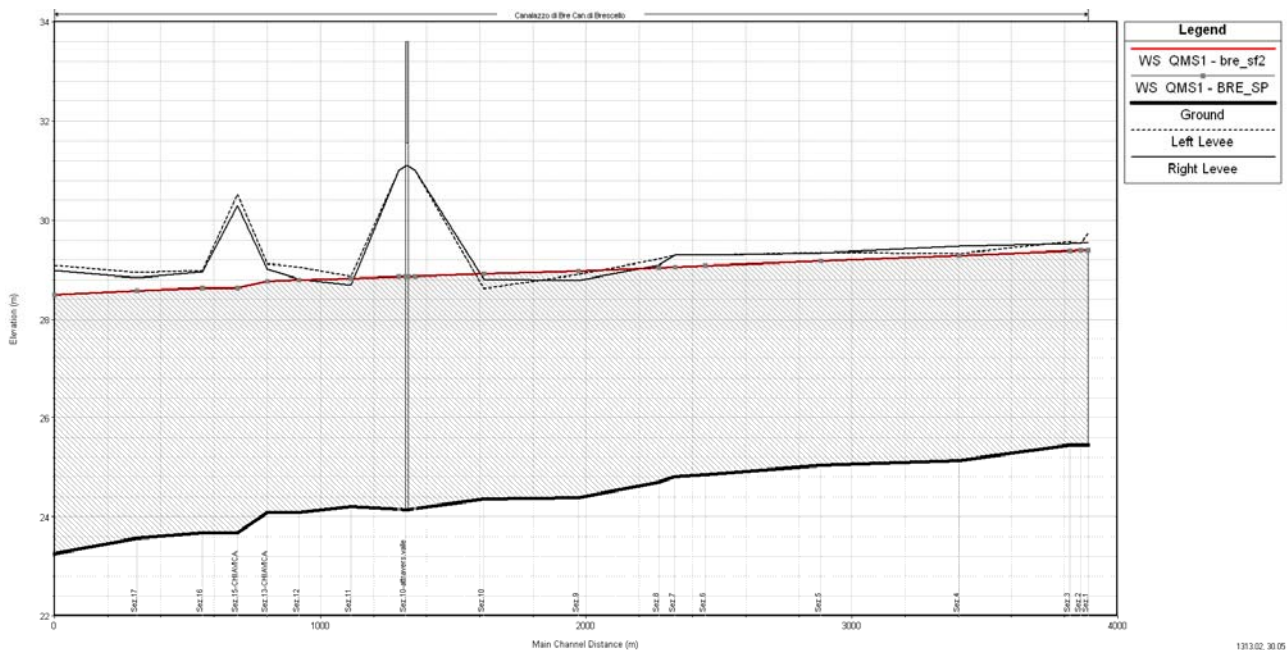


FIGURA 8-5: CONFRONTO TRA I PROFILI DI RIGURGITO PER QMS=50 M³/SEC NELLO STATO DI FATTO E DI PROGETTO 1.

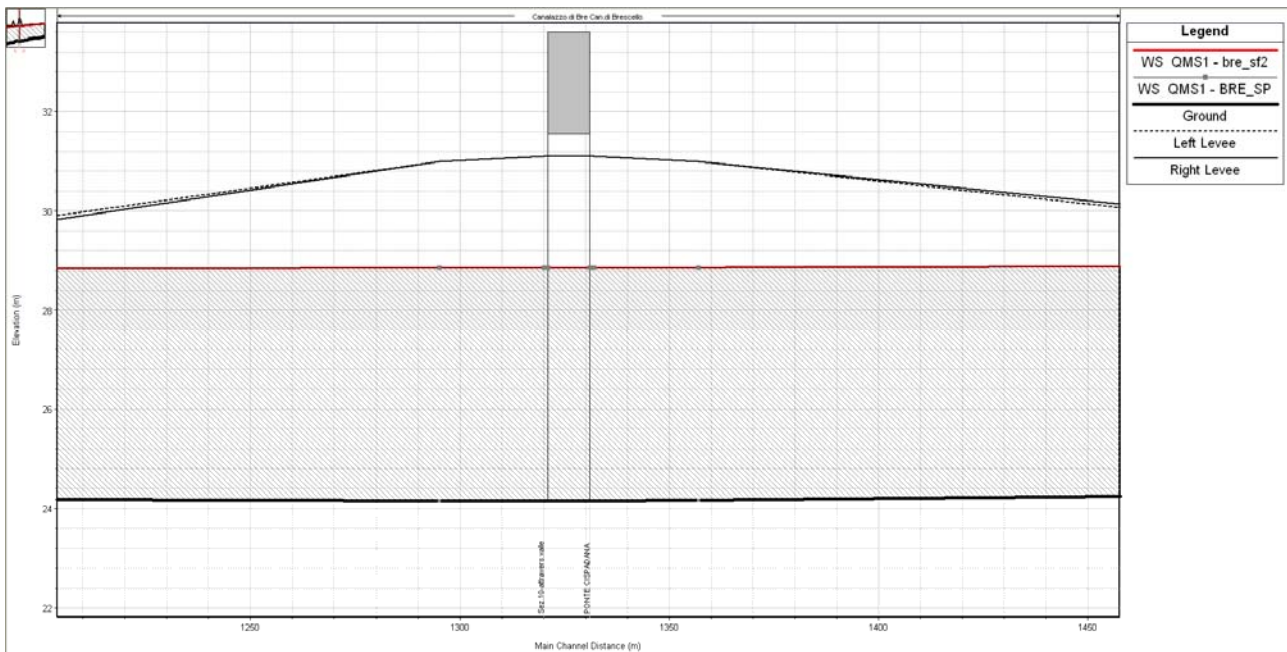


FIGURA 8-6: PARTICOLARE DEL CONFRONTO DEI PROFILI DI RIGURGITO PER QMS=50 M³/SEC TRA LO STATO DI FATTO E DI PROGETTO 1 IN CORRISPONDENZA DEL PONTE.

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

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 (opere di sponda e argini) 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.

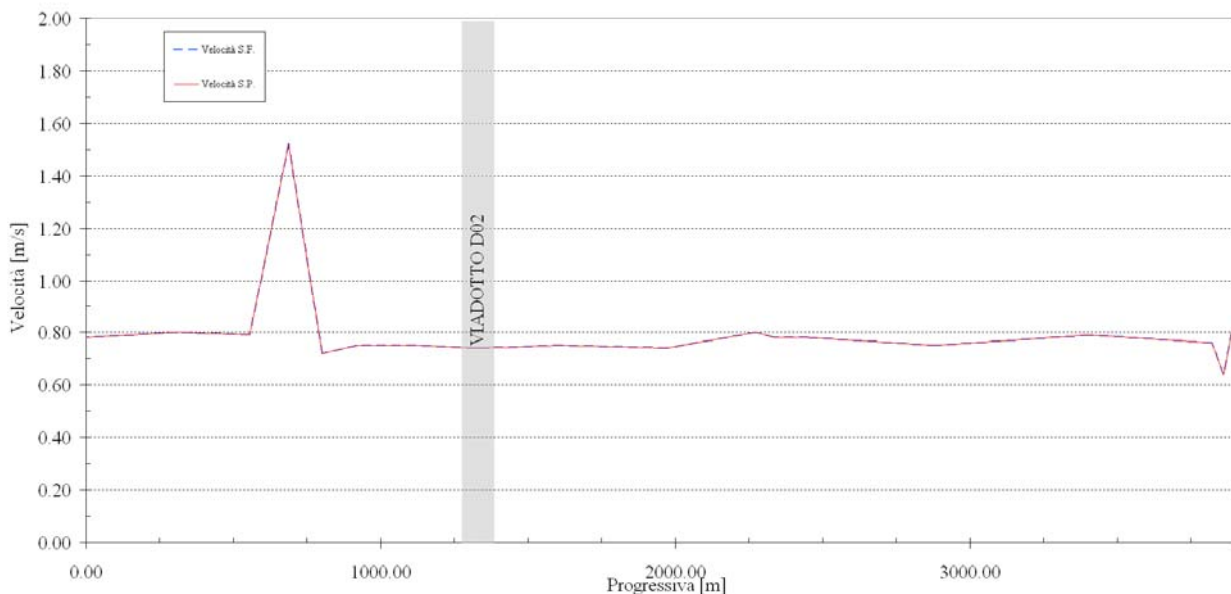


FIGURA 8-7: ANDAMENTO DELLA VELOCITÀ MEDIE DELLA CORRENTE PER QMS=50 M³/SEC STATO DI FATTO E DI PROGETTO 1.

Effetto E.4. 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.5. 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.6. 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 e a quelli derivanti dell'azione erosiva della corrente sulle strutture e sulle fondazioni;
- tipologia funzionale dell'intervento.

Il franco tra l'intradosso del ponte ed il livello idrometrico negli stati di progetto 1 e 2 è adeguato in quanto sempre superiore a 2.00 m.

8.3. Verifica di compatibilità idraulica in presenza di opere provvisionali

La realizzazione del ponte in progetto prevedibilmente avverrà nel periodo di non irrigazione. In tutti i casi, anche ponendoci in condizioni di sicurezza e nel caso in cui un evento di piena dovesse colpire il cantiere durante l'esecuzione dei lavori, è stato previsto di realizzare i piani di lavoro ad una quota 50 cm superiore alla quota della portata massima sostenibile (v. Tav. PD_0_000_0WS00_0_WW_FC_02_A).

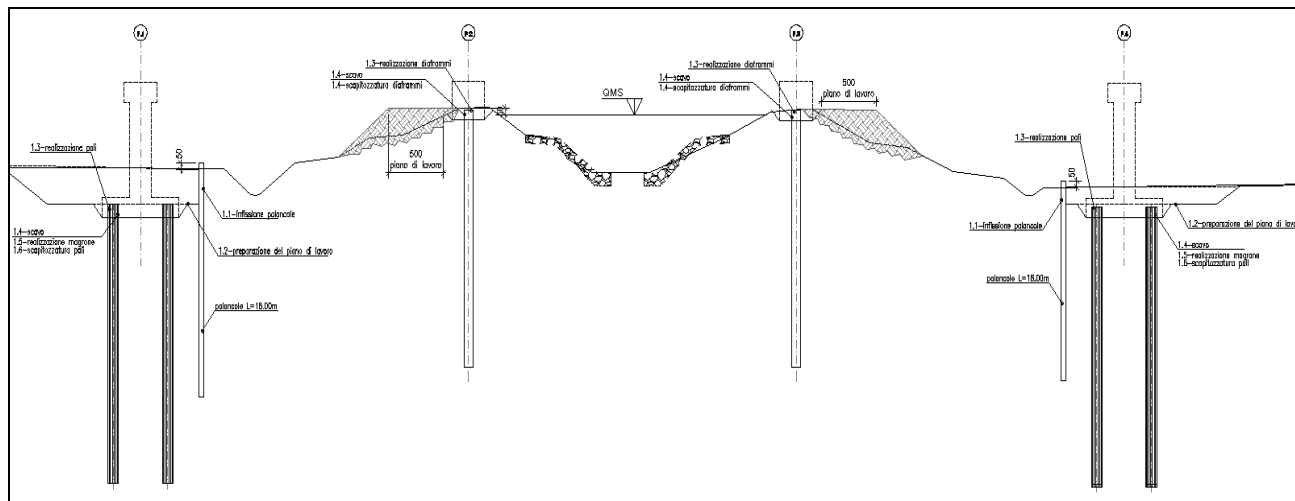


FIGURA 8-8: PARTICOLARE FASI ESECUTIVE CANALAZZO DI BRESCELLO

Le opere provvisionali previste sono esterne all'idraulicità del canale, per cui non interferiscono con i profili di rigurgito dello stesso anche in caso di una piena al massimo invaso.

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 dell'Emilia Centrale in quella sede, si è proceduto alla Progettazione dei presidi difensivi da apporre sia a protezione delle sponde in froldo che dei paramenti arginali interessati dalle pile.

Gli interventi previsti si possono suddividere in 2 categorie:

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

La difesa spondale si ottiene attraverso la realizzazione di una berma ed una difesa sulla sponda interna e sulle banche ottenuta mediante il posizionamento di massi di cava non gelivi del peso di 50-100 kg/cad .

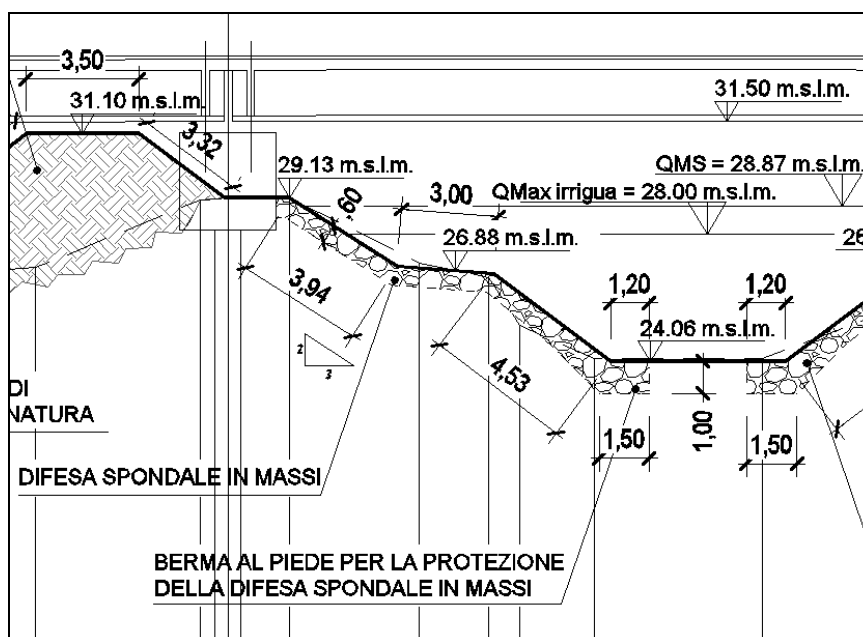


FIGURA 9-1 – PARTICOLARE DIFESA SPONDALE

I ringrossi arginali si rendono necessari in sagoma e in quota. Le difese in massi si estenderanno per un tratto complessivo di 50 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 i rilevati arginali e la nuova configurazione morfologica nell'intorno del fiume.

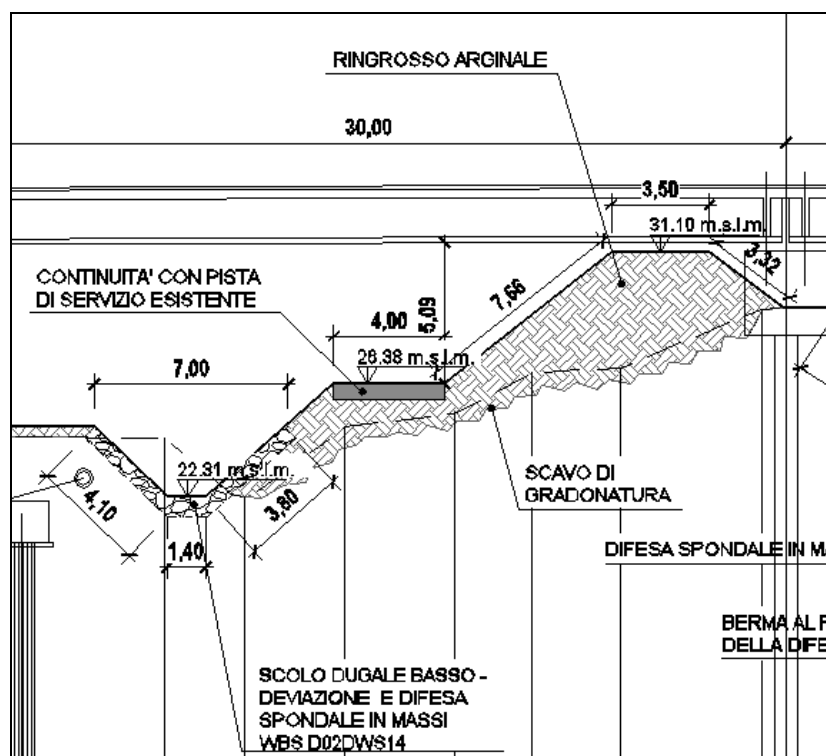


FIGURA 9-2 – PARTICOLARE RINGROSSO ARGINALE

Particolare cura verrà tenuta nella preparazione delle opere di cantiere. Le diverse fasi di lavoro che accompagnano la realizzazione delle fondazioni prevede la preliminare preparazione del piano di posa del ringrosso del nuovo rilevato. Si tratta di un'operazione delicata che dovrà essere eseguita con estrema cura ed attenzione. Si procede con lo scotico e quindi con la gradonature di immorsamento per la posa e compattazione del materiale di riporto funzionale al ringrosso. Solo dopo la costipazione dello stesso si potrà procedere alla realizzazione delle fondazioni.

L'intervento di adeguamento arginale verrà realizzato secondo la forma descritta nel progetto e dovrà garantire la piena funzionalità idraulica, per cui sarà buona norma seguire tracciati compatibili con le esigenze idrauliche (evitando brusche variazioni di linea che potrebbero costituire punti di maggior vulnerabilità in conseguenza dell'azione erosiva della corrente), pur nel rispetto delle esigenze ambientali che normalmente consigliano di non dare luogo a linee geometriche troppo rigide e di prevedere un adeguato rinverdimento dell'opera al fine di favorirne un corretto ed impercettibile inserimento nell'ambiente fluviale.

10. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULLE PRESCRIZIONI DEL CONSORZIO

Le analisi e le opere idrauliche precedentemente descritte recepiscono integralmente le prescrizioni/osservazioni trasmesse dal Consorzio di Bonifica dell'Emilia Centrale 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 Canalazzo di Brescello sono state riportate le seguenti richieste:

- 1) prevedere il sovrizzo delle arginature sotto al viadotto adeguando le quote a quelle dell'argine maestro del fiume Po;
- 2) realizzare nei corpi arginali a monte e a valle del ponte idonee rampe e piste sottopassanti il viadotto per consentire la salita e la discesa delle macchine operatrici addette alla manutenzione (altezza minima metri 6.00);
- 3) prolungare le protezioni spondali in massi di cava per una lunghezza progressiva di m 50.00 evitando di posarne sulla sommità arginale ed esternamente.

Tutte queste prescrizioni sono state recepite nel presente progetto definitivo (v. paragrafo 9). Per quanto riguarda la richiesta dell'altezza minima di 6 m tra pista e intradosso impalcato, previo confronto con il Consorzio stesso, si è valutato di garantire almeno 5 m di luce libera (valore minimo normativo per le strade non classificate).