

Cod. ER-URID-000197
Finanziamento: O.C. 8/2023

Codice locale: 18426

C.U.P: F58H23000620001
Importo € 20.000.000,00 €

Comuni di Budrio e Molinella

Completamento post-emergenza dei lavori per il ripristino dei corpi arginali in destra e sinistra idraulica del torrente Idice

PROGETTO FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

RELAZIONE GENERALE

SCALA

-

PROGETTAZIONE GRUPPO A.Q.



(Mandataria)

DIRETTORE TECNICO

Ing. Fausto Bianchi

Ordine Ing. Prov. RN n°347



(Mandante)

DIRETTORE TECNICO

Ing. Beatrice Majone

Ordine Ing. Prov. MI n° 21014/A



(Mandante)

DIRETTORE TECNICO

Ing. Denis Cerlini

Ordine Ing. Prov. RE n° 972/A



(Mandante)

DIRETTORE TECNICO

Ing. Stefano Cassarini

Ordine Ing. Prov. BO n°4019/A



(Mandante)

DIRETTORE TECNICO

Ing. Pietro Collina

Ordine Ing. Prov. RA n°1323

GRUPPO DI LAVORO PER LA SPECIFICA ATTIVAZIONE:

Responsabile dell'integrazione
delle prestazioni specialistiche:

Ing. Daniele Mingozi

Ordine Ing. Prov. BO n° 6548/A

Progettista opere idrauliche

Ing. Marco Belicchi

Ordine Ing. Prov. PR n° 1594/A

Progettista opere idrauliche

Ing. Michele Ferrari

Ordine Ing. Prov. PR n° 1973/A

Geologo

Geol. Andrea Mastrangelo

Ordine Geol. RER n° 1207/A

COLLABORATORI:

Ing. Giuseppe Crescenzo, Ing.

Rosa Paciolla, Ing. Simone

Tozzi, Ing. Annalisa Milone, Ing.

Smeralda Saccà

Ing. Nicolò Gilardi

Ing. Marta Giammalva

COMMESSA	LOTTO	FASE	WBS	DISC	DOC	PROGR	REV	RUP
1 8 4 2 6	0	E	R I 0 0	G E N	R E	0 1	A	Ing. Davide Parmeggiani

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	EMISSIONE	D.Mingozi	LUG 2024	S. Saccà	LUG 2024	D.Parmeggiani	LUG 2024	D. Mingozi
		Enser srl		Enser srl		USTPC-BO		MAGGIO 2024
B								
C								

INDICE

1	PREMESSA	4
2	FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGETTO	5
3	NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....	8
3.1	NORMATIVA APPALTI PUBBLICI	8
3.2	NORMATIVA TECNICA PER LE COSTRUZIONI	8
3.2.1	Vita nominale, classe d'uso dell'intervento	8
4	DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	9
4.1	LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E SUDDIVISIONE IN CORPI D'OPERA.....	9
4.2	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO MORFOLOGICO ARGINATURE.....	10
4.2.1	Corpi d'opera RI01, RI02, RI03, RI04 e RI10 (Sezione tipologica A dell'intervento di somma urgenza).....	10
4.2.2	Corpo d'opera RI07 (Sezione tipologica B e C dell'intervento di somma urgenza)	12
4.2.3	Corpi d'opera RI04, RI05, RI08 e RI09 (Sezione tipologica D dell'intervento di somma urgenza) 14	
4.3	DIAFRAMMI PLASTICI	16
4.4	FASI COSTRUTTIVE DELLE OPERE	16

FIGURE

FIGURA 2-1. UBICAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO (SCALA GRAFICA, DA GOOGLE EARTH).....	5
FIGURA 2-2. ESEMPIO DI FENOMENI DI DISSESTO MEDIO E ELEVATO	6
FIGURA 4-1. INQUADRAMENTO DI PROGETTO	9
FIGURA 4-2. SUDDIVISIONE DEL PROGETTO IN CORPI D'OPERA.....	10
FIGURA 4-3: SEZIONE TIPOLOGICA A – RICOSTRUZIONE COMPLETA DELL'ARGINE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI SOMMA URGENZA 10	
FIGURA 4-4: SCHEMA DI INTERVENTO PER RI01, RI02, RI03, RI04 E RI10 – INTERVENTI DI PROGETTO IN TRATTO NERO.....	12
FIGURA 4-5: SEZIONE TIPOLOGICA B – RICOSTRUZIONE PRIMI BANCA E BASSA SPONDA NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI SOMMA URGENZA	12
FIGURA 4-6: SCHEMA DI INTERVENTO PER RI07 – INTERVENTI DI PROGETTO IN TRATTO NERO	13
FIGURA 4-7: SCHEMA DI INTERVENTO PER RI07 – INTERVENTI DI PROGETTO IN TRATTO NERO	13
FIGURA 4-8: SEZIONE TIPOLOGICA D – DIAFRAMMATURA PLASTICA DELL'ARGINE NELL'AMBITO DEL PROGETTO DI SOMMA URGENZA 14	

FIGURA 4-9: LAVORI DI RIPRISTINO DELLE ARGINATURE DEL T. IDICE VISTI DA MONTE VERSO VALLE. SULLA SINISTRA SI NOTANO LE ARGINATURE ORMAI RICOSTRUTTE DI RI10 E RI06 (sez. TIPOLOGICA A) E IL TRATTO RI08 (SEZIONE TIPOLOGICA D). SULLA DESTRA, IL CORPO D'OPERA RI07 (SEZIONE TIPOLOGICA B E C). 15

FIGURA 4-10: SCHEMA DI INTERVENTO PER RI04, RI05, RI08 E RI0 – INTERVENTI DI PROGETTO IN TRATTO NERO 15

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce la relazione generale del progetto di *“Completamento post-emergenza dei lavori per il ripristino dei corpi arginali in destra e in sinistra idraulica del Torrente Idice”* finanziato nell’ambito della Ordinanza Commissariale n° 8/2023.

Progettazione:



 STUDIO MAJONE
INGEGNERI ASSOCIATI

MAJONE & PARTNERS
INGEGNERI ASSOCIATI



Lavoro: Completamento post-emergenza dei lavori per il ripristino dei corpi arginali del torrente Idice
Documento: 18426-0-E-RI00-GEN-RE-01-A_Relazione generale
Data: Luglio 2024

Pag. 4 di 17

2 FINALITA' E OBIETTIVI DEL PROGETTO

Nella notte fra il 16 e il 17 maggio 2023, persistenti e intense precipitazioni estese su tutto il territorio della Città Metropolitana di Bologna hanno provocato una piena del torrente Idice e la rottura dell'argine nei pressi di località La Motta in comune di Budrio (BO) a cui è seguito, il crollo, prima parziale e poi completo del ponte di via Zenzalino Nord. La rottura del corpo arginale è avvenuta in destra idraulica, circa 650 metri a valle dell'attraversamento del ponte di via Zenzalino Nord (SP n°6) ed è stata preceduta e innescata da sormonto arginale, fenomeno peraltro verificatosi in più punti, sia in destra che in sinistra, sia a monte che a valle, così come riscontrato dal personale di sorveglianza delle arginature.

La rottura arginale può essere stimata in circa 115 metri di larghezza ed ha provocato l'allagamento dei terreni a campagna situati in destra idraulica, con interessamento di strade comunali e della strada provinciale SP n°6, di abitazioni civili ed edifici rurali.

La rottura dell'argine e il conseguente aumento della velocità della corrente, unito al rapido svasso del corso d'acqua, ha provocato il collasso, parziale o completo, del corpo arginale e delle golene, sia in destra che in sinistra idraulica, per un tratto di circa 3 Km a monte della rottura, sino al ponte della ferrovia Bologna – Portomaggiore, nonché erosione del fondo alveo per una profondità stimata di circa un metro. L'ubicazione planimetrica dell'area interessata dai dissesti è riportata in Figura 1 1.



Figura 2-1. Ubicazione dell'area di intervento (scala grafica, da Google Earth)

Al termine dell'evento di piena, il tratto di argini del T. Idice compreso tra il ponte della ferrovia Bologna-Portomaggiore e il punto di rottura presentava un preoccupante stato di degrado, compromettendo seriamente il livello di sicurezza idraulica.

In particolare, oltre al punto di rottura, temporaneamente chiuso con una scogliera in massi, si osservava l'erosione completa delle sommità arginali in ampi tratti, sia sulla destra che sulla sinistra idraulica. Questo fenomeno, unito all'erosione di buona parte del corpo arginale, rendeva la porzione

residua estremamente vulnerabile, incapace di contenere anche piene di modesta entità. Di conseguenza, anche gli importanti abitati di San Martino in Argine, Mezzolara e Molinella, situati sulla sinistra idraulica, erano esposti a un elevato rischio di allagamento.

Il livello di danneggiamento dei corpi arginali sinistro e destro fu indagato subito dopo l'evento nell'ambito del progetto di somma urgenza di ricostruzione delle arginature e la gravità del dissesto è stata distinta in bassa, media ed alta secondo il seguente criterio.

GRAVITÀ DI DISSESTO	COLORE	CRITERIO
Nulla	-	Lieve erosione di bassa sponda
Bassa	Giallo	Erosione della bassa sponda
Media	Arancione	Erosione della bassa sponda, del piano e/o delle scarpate golenali, ma con testa arginale intonsa
Elevata	Rosso	Erosione parziale o totale della testa arginale con interessamento delle scarpate arginali lato campagna

La figura seguente mostra una tipica situazione di gravità di dissesto media (a sinistra) e elevata (a destra), dalla quale è evidente comprendere come la porzione relitta presenta un imponente abbassamento della quota di sommità argine e la perdita di buona parte della massa arginale.

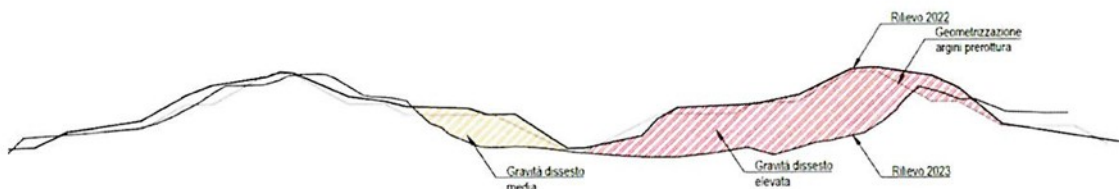


Figura 2-2. Esempio di fenomeni di dissesto medio e elevato

Una rappresentazione schematica del livello di danneggiamento dei corpi arginali sinistro e destro è riportata negli elaborati allegati alla presente relazione.

Pertanto, il progetto di somma urgenza non si è potuto limitare alla sola ricostruzione dell'argine in corrispondenza della rotta, ma alla riparazione anche dei tratti arginali a monte della stessa la integrità era stata fortemente compromessa in modo da riportare il corso d'acqua al medesimo grado di sicurezza ante – evento. Ciononostante, data la natura di somma urgenza dell'intervento, il progetto ha previsto la ricostruzione parziale o totale dei tratti classificati per lo più con gravità di dissesto media ed elevato ovvero nei tratti dove i fenomeni erosivi conseguenti alla rottura arginale hanno comportato una inaccettabile riduzione del livello di sicurezza idraulica. Ne consegue che, al termine dell'intervento di somma urgenza, le arginature del T. Idice presentano sì una quota di testa idraulica coerente e regolare fra loro e analoga a quella ante evento, ma anche una disomogeneità

morfologica dovuta al susseguirsi di tratti dove le arginature sono state completamente ricostruite a tratti dove le sagome sono rimaste le preesistenti, a meno di fenomeni erosivi tipicamente concentrati nella sola bassa sponda.

La finalità del presente progetto è quindi quella di conferire alle arginature del tratto fluviale compreso fra ponte ferroviario e il punto di rottura una uniformità morfologica al fine di migliorare l'efficienza idraulica della sezione, migliorare le condizioni di manutenibilità dei corpi arginali, realizzare diaframature plastiche laddove si temono fenomeni di sifonamento.

Sono inoltre previsti, come parte opzionale, la realizzazione di ulteriori interventi a valle del punto di rotta comprendenti il risezionamento dell'alveo di magra e la formazione di rigrossi arginali. Tutto ciò con il fine ultimo di migliorare la capacità di deflusso del corso d'acqua e quindi aumentare la propria resistenza rispetto ad eventi di piena.

3 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

3.1 NORMATIVA APPALTI PUBBLICI

- Ref. 1 D Lgs 18 aprile 2016, n. 50 "Codice dei contratti pubblici";
Ref. 2 DPR 5 ottobre 2010, n. 207 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture»;
Ref. 3 D Lgs 31 marzo 2023, n. 36 "Codice dei contratti pubblici in attuazione dell'articolo 1 della legge 21 giugno 2022, n. 78 recante delega al Governo in materia di contratti pubblici".

3.2 NORMATIVA TECNICA PER LE COSTRUZIONI

- Ref. 4 D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»";
Ref. 5 Circolare 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 Gennaio 2018;
Ref. 6 UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica – Parte 1: Regole generali;
Ref. 7 UNI EN 1997-1: Eurocodice 7 - Progettazione Geotecnica – Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo;

3.2.1 VITA NOMINALE, CLASSE D'USO DELL'INTERVENTO

Ai sensi di NTC 2018, i parametri di progetto adottati per la definizione, fra le altre, della azione sismica di progetto sono i seguenti.

- Vita nominale: $V_N = 50\text{anni}$;
- Classe d'uso: II;
- Periodo di riferimento: $V_R = 50\text{ anni}$;

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

4.1 LOCALIZZAZIONE DELL'AREA DI INTERVENTO E SUDDIVISIONE IN CORPI D'OPERA

L'area di intervento si sviluppa lungo il corso del torrente Idice dal ponte della ferrovia Bologna – Portomaggiore al punto della rotta del 16-17 maggio 2023 come rappresentato in figura seguente, all'interno del territorio dei Comuni di Budrio e Molinella.

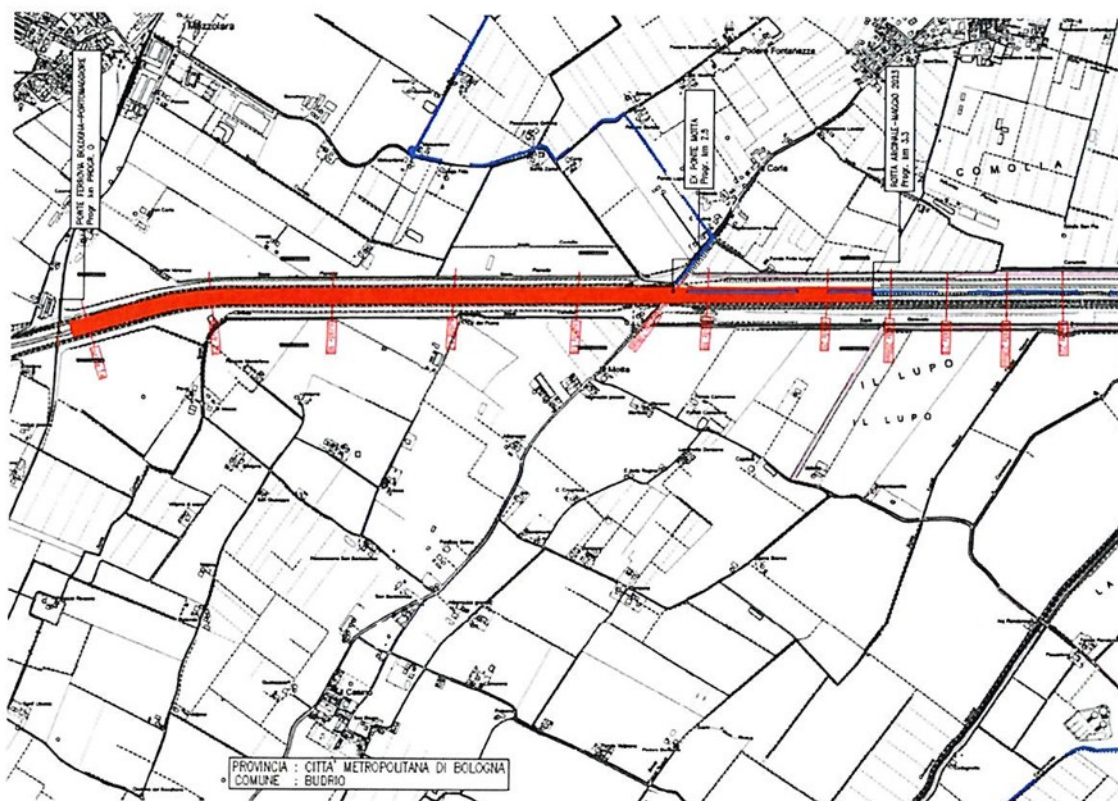


Figura 4-1. Inquadramento di progetto

L'estensione planimetria dell'intervento è di circa 3,3 km.

Riprendendo quanto già fatto nell'ambito del progetto di somma urgenza, il tratto è stato suddiviso in corpi d'opera indicati con le sigle da RI01 a RI12 assegnando alle porzioni in destra idraulica i numeri dispari e a quelle in sinistra idraulica i numeri pari. La figura seguente indica i corpi d'opera.

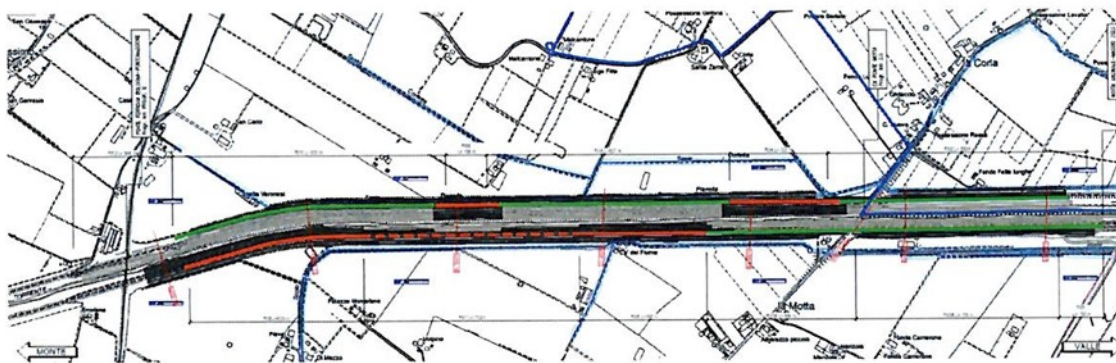


Figura 4-2. Suddivisione del progetto in corpi d'opera

4.2 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO MORFOLOGICO ARGINATURE

Al fine di illustrare in modo compiuto gli interventi di adeguamento morfologico delle arginature previsti in progetto è necessario prendere in considerazione le forme realizzate nell'ambito del progetto di somma urgenza dove si è operato secondo 4 sezioni tipologiche identificate come A, B, C e D.

4.2.1 CORPI D'OPERA RI01, RI02, RI03, RI04, RI06 E RI10 (SEZIONE TIPOLOGICA A DELL'INTERVENTO DI SOMMA URGENZA)

Nel progetto di somma urgenza, la sezione tipologica A è stata adottata laddove la testa arginale è stata completamente o parzialmente erosa. In figura è stata indicata con linea blu tratteggiata la sagoma dell'argine ante - evento, mentre con linea nera tratteggiata è visibile la sagoma arginale rilevata subito dopo l'evento.

SEZIONE TIPOLOGICA A
RIFACIMENTO COMPLETO
SCALE 1:500

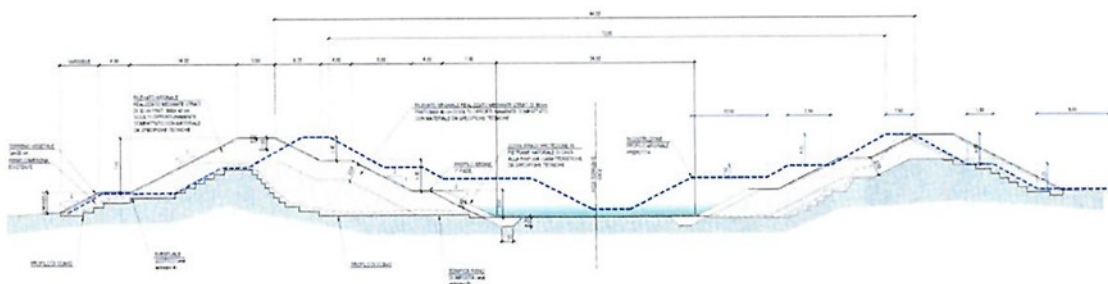


Figura 4-3: Sezione tipologica A – Ricostruzione completa dell'argine nell'ambito del progetto di somma urgenza

Il progetto di somma urgenza ha previsto la ricostruzione completa del corpo arginale individuando una soluzione caratterizzata dai seguenti aspetti:

- Mantenimento delle quote arginali ante evento e spostamento delle teste verso l'esterno in modo da ricostruire gli argini massimizzando l'efficacia delle porzioni relitte. L'alveo di magra assume quindi una larghezza di 26m e le teste arginali una larghezza di 84m ;
- Lato fiume l'adozione di uno schema geometrico che, partendo da fondo alveo, comprende

Progettazione:



STUDIO MAJONE
PROGETTISTI ASSOCIATI

MAJONE & PARTNERS
INGEGNERIA ASSOCIATA



Lavoro:

Completamento post-emergenza dei lavori per il ripristino dei corpi arginali del torrente Idice

Documento:

18426-0-E-RI00-GEN-RE-01-A_Relazione generale

Data:

Luglio 2024

- Una prima scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3,5m rivestita con massi da scogliera;
 - Una banca di larghezza 4m
 - Una seconda scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 4m rivestita con terreno vegetale;
 - Una banca di larghezza 4m
 - Una terza scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3m rivestita con terreno vegetale;
- Lato campagna l'adozione di uno schema geometrico che, partendo dal piano campagna, comprende
 - Una prima scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza variabile rivestita con terreno vegetale;
 - Una banca di larghezza 4m
 - Una seconda scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 7m rivestita con terreno vegetale;
 - Testa arginale di larghezza 5m compatibile con eventuali ulteriori innalzamenti;
 - Utilizzo per le porzioni lato campagna di materiale limo-sabbioso prelevato da area contigue al cantiere;
 - Utilizzo per le porzioni lato fiume di terreno argilloso
 - Formazione di una scogliera in massi di rivestimento della bassa sponda.

Questa tipologia di intervento è stata adottata per i tratti RI02, RI04, RI06 e RI10 in sinistra idraulica, e RI01, RI03 in destra idraulica.

Nell'ambito del presente progetto si intende apportare alcuni perfezionamenti volti a conferire maggiore resistenza alla sezione e ad agevolare gli interventi manutentivi. Questi consistono in:

- Lato fiume, nella ricarica della prima banca con uno strato di 30cm finito di terreno opportunamente compattato al fine di agevolare il transito dei mezzi di manutenzione;
- Lato campagna, nell'inserimento di una banca ad interrompere la scarpata di altezza 7m così da ottenere il seguente schema geometrico (sempre a partire dal piano campagna):
 - Una prima scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza variabile rivestita con terreno vegetale;
 - Una banca di larghezza 4m
 - Una seconda scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 4m rivestita con terreno vegetale;
 - Una banca di larghezza 4m
 - Una terza scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3m rivestita con terreno vegetale;

Nella figura seguente è stato indicato con tratto blu quanto costruito nell'ambito del progetto di somma urgenza e con campitura nera quanto previsto nel presente progetto.

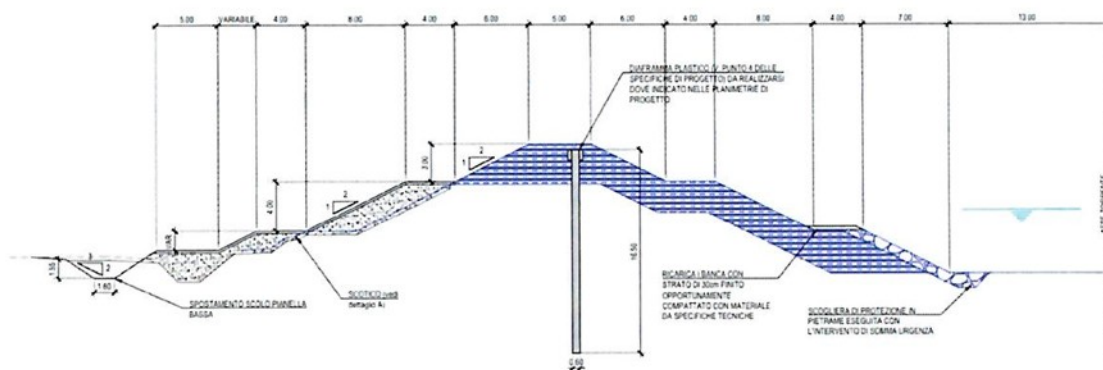


Figura 4-4: Schema di intervento per RI01, RI02, RI03, RI04 E RI10 – Interventi di progetto in tratto nero

4.2.2 CORPO D'OPERA RI07 (SEZIONE TIPOLOGIA B E C DELL'INTERVENTO DI SOMMA URGENZA)

Nell'ambito del progetto di somma urgenza, questa tipologia è stata adottata per lo più nei tratti di dissesto medio laddove la testa arginale si è mantenuta integra e l'erosione ha interessato solo la bassa sponda e i piani golenali.

SEZIONE TIPO B
RIFACIMENTO DELLA BASSA SPONDA E DELLA PRIMA BANCA
N/A 1:30

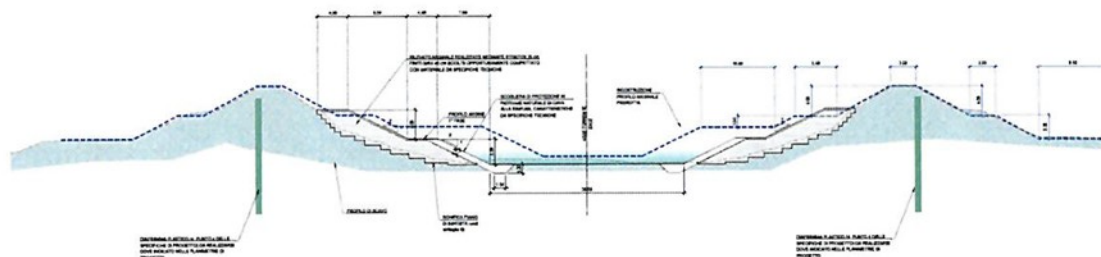


Figura 4-5: Sezione tipologica B – Ricostruzione primi banca e bassa sponda nell'ambito del progetto di somma urgenza

In questa situazione del teste arginali originarie rimangono intonse e si procede solo con la ricostruzione della parte bassa della sezione (prima e seconda scampata nella tipologia B o solo prima scarpata nella tipologia C) secondo le geometrie già descritte per la tipologia A e adottando materiale argilloso per la formazione dei rilevati. Questa tipologia è stata adottata nella tratta denominata RI07 in destra idraulica.

Nell'ambito del presente progetto si procederà a riconfigurare la sezione in modo da rendere la sua geometria di testa arginale e lato campagna analoga a quella della tipologia A. Quindi con riferimento alla figura seguente, dove il costruito nel progetto di somma urgenza è indicato in blu e il progetto in nero, si procede a completare la sistemazione lato fiume e a ringrossare la porzione arginale lato campagna conferendo il seguente schema geometrico (sempre a partire dal piano campagna):

- Una prima scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza variabile rivestita con terreno vegetale;
- Una banca di larghezza 4m;

- Una seconda scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 4m rivestita con terreno vegetale;
- Una banca di larghezza 4m;
- Una terza scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3m rivestita con terreno vegetale;

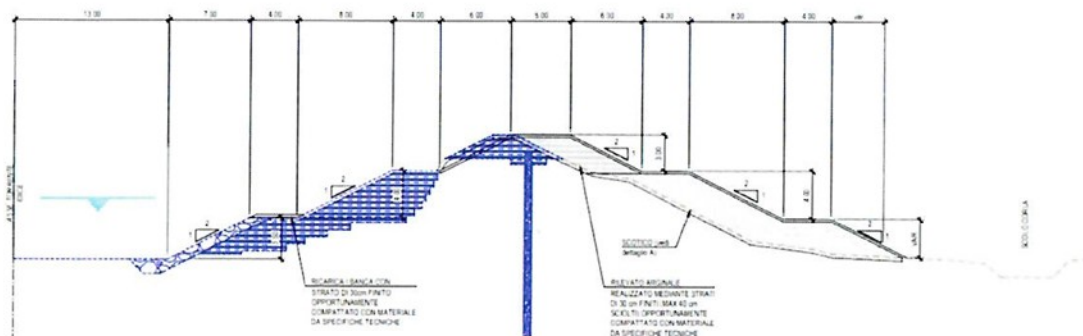


Figura 4-6: Schema di intervento per RI07 – Interventi di progetto in tratto nero

L'argine risulta quindi più massiccio con una testa arginale di 5m di larghezza e allineata ai tratti completamente ricostruiti nell'ambito del progetto di somma urgenza.

Questa tipologia di intervento si configura in modo lievemente diverso nei tratti in cui, nell'ambito del progetto di somma urgenza, è stata ricostruita solo la bassa sponda (vedi figura seguente).

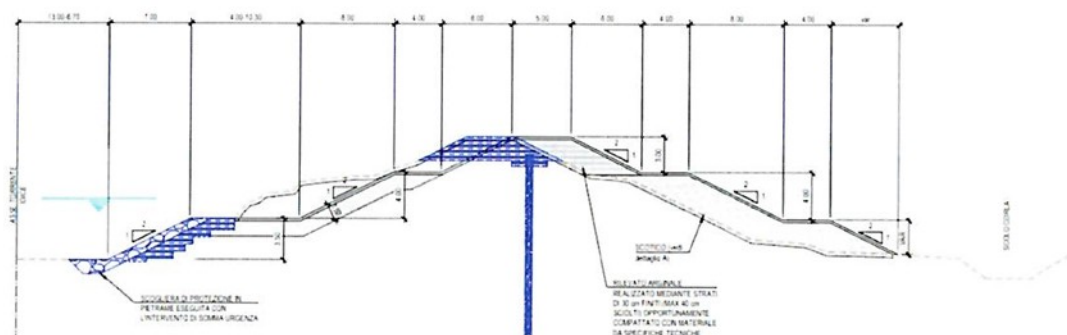


Figura 4-7: Schema di intervento per RI07 – Interventi di progetto in tratto nero

Si tratta di porzioni di limitata estensione, dove si è ritenuto necessario ricostruire solo la bassa sponda, che è stata posizionata sul margine delle scarpate di erosione. Di conseguenza, la larghezza dell'alveo di marga in questi tratti è inferiore ai 26 metri dei tratti di ricostruzione completa. Durante questa fase progettuale, si è deciso di mantenere la scogliera realizzata in emergenza, nonostante ciò comporti una certa restrizione dell'alveo di marga. Tuttavia, si procederà al riallineamento della seconda scarpata, della testa arginale e delle scarpate lato campagna, come descritto in precedenza. In questo modo si ritiene che la sezione abbia un comportamento idraulico per le alte portate comparabile a quello delle sezioni precedenti nonostante il disallineamento della bassa sponda.

4.2.3 CORPI D'OPERA RI04, RI05, RI08 E RI09 (SEZIONE TIPOLOGICA D DELL'INTERVENTO DI SOMMA URGENZA)

Nelle sezioni in cui i fenomeni erosivi conseguenti alla rotta sono stati minori, considerando che gli argini furono costruiti con terreni a matrice sabbiosa-limosa relativamente permeabile, l'intervento di somma urgenza ha comportato la formazione di diaframmi plastici (come mostrato nella figura), senza apportare modifiche morfologiche

SEZIONE TIPO D
DIAFRAMMA PLASTICO SU TESTA ARGINALE ESISTENTE
SCALA 1:200

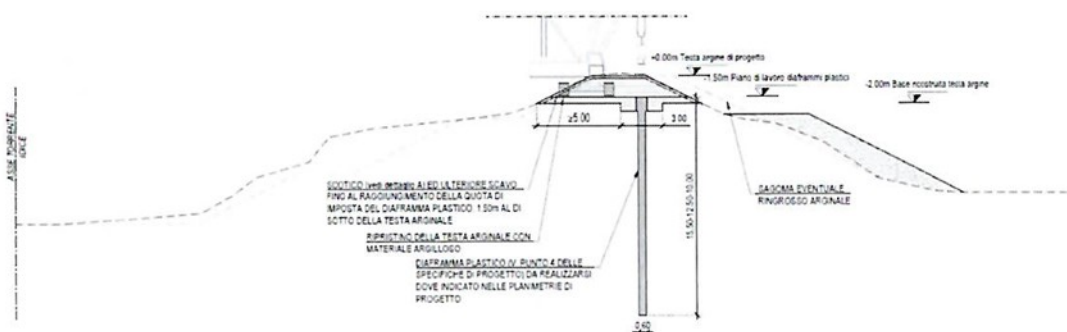


Figura 4-8: Sezione tipologica D – Diaframmatura plastica dell'argine nell'ambito del progetto di somma urgenza

Nei lunghi tratti in cui le arginature sono state ricostruite (sezione tipologica A) si è reso necessario traslare verso campagna le teste arginali e le scarpate lato fiume in modo da massimizzare l'efficacia delle porzioni relitte e limitare l'approvvigionamento dei materiali. Questo ha comportato un allargamento dell'alveo di magra, che assume una larghezza di 26m, e un allontanamento delle teste arginali che si dispongono a 84m l'una dall'altra. Questo comporta un disallineamento fra le nuove e le vecchie geometrie come evidente dalla fotografia sotto riportata.



Figura 4-9: Lavori di ripristino delle arginature del T. Idice visti da monte verso valle. Sulla sinistra si notano le arginature ormai ricostruite di RI10 e RI06 (sez tipologica A) e il tratto RI08 (sezione tipologica D). Sulla destra, il corpo d'opera RI07 (Sezione tipologica B e C).

Il progetto prevede quindi il rizezionamento per i tratti ricadenti nei corpi d'opera RI04, RI05, RI08 e RI09 secondo la geometria rappresentata nella seguente figura con il duplice scopo di riprendere i fenomeni erosivi indotti dalla rottura arginale e adeguare la morfologia della sezione ai tratti ricostruiti nell'ambito della somma urgenza.

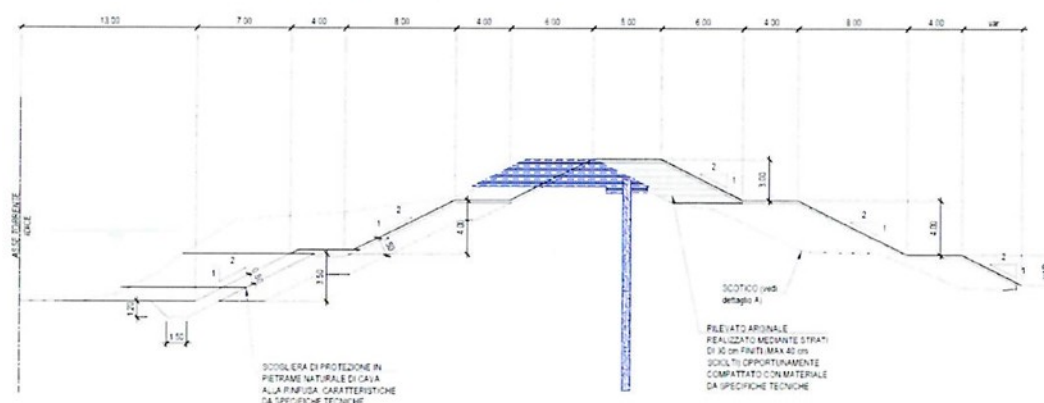


Figura 4-10: Schema di intervento per RI04, RI05, RI08 e RI0 – Interventi di progetto in tratto nero

Pertanto, si procede alla sistemazione della scarpata lato fiume secondo uno schema geometrico che, partendo da fondo alveo, comprende

- Una prima scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3,5m rivestita con massi da scogliera;
- Una banca di larghezza 4m
- Una seconda scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 4m rivestita con terreno vegetale;
- Una banca di larghezza 4m
- Una terza scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3m rivestita con terreno vegetale;

Sempre lato fiume è realizzata una fodera di spessore 1,5m di terreno di materiale argilloso – limoso al fine di aumentare la resistenza all'erosione della scarpata e migliorare l'impermeabilità dell'arginatura.

La testa arginale è ampliata a 5m di larghezza e traslata verso campagna, mentre lato campagna la scarpata è organizzata secondo lo schema geometrico (a partire dal piano campagna):

- Una prima scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza variabile rivestita con terreno vegetale;
- Una banca di larghezza 4m;
- Una seconda scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 4m rivestita con terreno vegetale;
- Una banca di larghezza 4m;
- Una terza scarpata di pendenza 1v/2h e di altezza 3m rivestita con terreno vegetale;

La diaframmatrice plastica realizzata nell'ambito della somma urgenza in posizione disassata rispetto all'arginatura preesistente si viene a ritrovare in posizione mediana al nuovo argine.

4.3 DIAFRAMMI PLASTICI

Il presente progetto prevede la realizzazione di diaframmatrice plastiche in alcune porzioni di argini dei corpi d'opera RI01, RI03, RI10. Si tratta delle zone nelle quali il modello geologico di riferimento ha evidenziato la presenza di terreni granulari nei livelli più superficiali del terreno di sedime. I diaframmi plastici presentano una larghezza di 60cm e una profondità di 16,50m.

4.4 FASI COSTRUTTIVE DELLE OPERE

La sequenza costruttiva degli interventi è strettamente connessa alla necessità di garantire un adeguato livello di sicurezza idraulica in ogni momento. Per quanto riguarda gli interventi previsti nei corpi d'opera RI01, RI02, RI03, RI04, RI06 e RI10, non presentano particolari problemi poiché le lavorazioni avvengono esclusivamente sul lato campagna.

Tuttavia, gli interventi previsti negli altri corpi d'opera sono più delicati, dato che richiedono scavi anche importanti sul lato fiume. In questi casi, il progetto prevede una successione di fasi costruttive che consiste nel lavorare per campi longitudinali di lunghezza 100 m. Su ciascuno di questi campi, si procederà prima alla realizzazione del ringrosso sul lato campagna. Successivamente, si abbasserà l'argine lato fiume fino alla quota della futura seconda banca, riutilizzando il materiale per formare il ringrosso del campo successivo. Quindi si procederà con lo scavo fino alla quota di fondo alveo, sempre indirizzando il materiale di scavo verso i ringrossi sul lato campagna. Infine, si realizzerà la

prima scarpata rivestita con massi da scogliera, seguita dalla costruzione della seconda banca e dalla regolarizzazione della testa arginale.

Relativamente alla realizzazione dei diaframmi plastici questi saranno realizzati dalla testa delle arginature esistenti previa scavo dei primi 50 cm come scotico del terreno vegetale. A perforazione conclusa sarà ripristinata la quota arginale preesistente.