

IDROVIA FERRARESE
DRG 603/2020 ADEGUAMENTO IDROVIA FERRARESE AL TRAFFICO
IDROVIARIO DI V CLASSE EUROPEA.
COMPLETAMENTO LAVORI DELLA CONCA DI VALPAGLIARO A VALLE
DELLA STESSA FINO ALLA PROGRESSIVA 2750 IN LOC FINAL DI
RERO.COMUNI DI TRESIGNANA E DI FERRARA .
2 LOTTO 1 STRALCIO/PARTE

RUP:

ING. DAVIDE PARMEGGIANI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA - DIREZIONE GENERALE CURA DEL TERRITORIO E DELL'AMBIENTE
AGENZIA REGIONALE PER LA SICUREZZA TERRITORIALE E LA PROTEZIONE CIVILE
SERVIZIO SICUREZZA TERRITORIALE E PROTEZIONE CIVILE
FERRARA

PROGETTAZIONE:

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:
DOTT. ING. SIMONE VENTURINI

RESPONSABILE DELLA PROGETTAZIONE
DOTT. ING. MARCO LORA



Via Carlo Cattaneo, 20 - 37121 VERONA (VR)
Tel. +39 045 8053611 - Fax. +39 045 8011658
E-Mail: technical@technical.it

PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO ELABORATO:

RELAZIONE SULLA CANTIERIZZAZIONE

ELABORATO N° :

II134P-CAN-001

		ELABORATO		CONTROLLATO		APPROVATO	
SIGLA		M. LORA		M. LORA		M. LORA	
REVISIONE	N.	DATA	DESCRIZIONE				
	0	Luglio 2021	EMISSIONE PER APPROVAZIONE				
	1	Settembre 2021	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VERIFICATORE				
	2						

NOME FILE :

II134P-CAN-001_1_Rel_Cantierizzazione

DATA: Settembre 2021

SCALA :

**Regione Emilia Romagna
Amministrazione Provinciale di Ferrara**

DGR 603/2020. ADEGUAMENTO IDROVIA FERRARESE AL TRAFFICO IDROVIARIO DI V CLASSE EUROPEA. COMPLETAMENTO LAVORI DALLA CONCA DI VALPAGLIARO A VALLE DELLA STESSA FINO ALLA PROGRESSIVA 2750 IN LOC. FINAL DI RERO. 2 LOTTO 1 STRALCIO/PARTE

PROGETTO ESECUTIVO

Relazione sulla cantierizzazione

DGR 603/2020. ADEGUAMENTO IDROVIA FERRARESE AL TRAFFICO IDROVIARIO DI V CLASSE EUROPEA. COMPLETAMENTO LAVORI DALLA CONCA DI VALPAGLIARO A VALLE DELLA STESSA FINO ALLA PROGRESSIVA 2750 IN LOC. FINAL DI RERO.

Progetto Esecutivo

Pag. 1/60

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	4
2	PREMESSA	8
3	STATO DI CONSISTENZA DELLE AREE DI LAVORO	9
3.1	Area di lavoro presso Final di Rero	9
3.2	Sponde del tratto di Po di Volano interessato dai lavori	10
3.3	Tratto Migliarino-Ostellato.....	12
4	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	16
4.1	Adeguamento dell'idrovia	16
4.2	Nuova viabilità stradale	19
4.3	Nuovo ponte di Final di Rero	21
4.4	Rilevati in approccio al nuovo ponte	24
4.5	Nuova isola	25
4.6	Riqualificazione ponte provvisorio esistente.....	29
4.7	Scala di alaggio e muro di sponda	34
4.8	Interventi di ringrosso arginale lungo il tratto Migliarino-Ostellato	35
5	GESTIONE DELLE MATERIE	38
5.1	Adeguamento idrovia.....	39
5.2	Protezione sponde	41
5.3	Isola.....	42
5.4	Viabilità	42
5.5	Opere d'arte	44
5.6	Migliarino-Ostellato	46
5.7	Cantiere.....	47
5.8	Sintesi e bilancio.....	49
6	CANTIERIZZAZIONE.....	52
6.1	Aree logistiche di cantiere	52
6.2	Lavorazioni principali.....	54
6.3	Fasizzazione.....	57
7	CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI.....	59

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riporta la descrizione delle principali caratteristiche del cantiere funzionale alla realizzazione delle opere di adeguamento dell'Idrovia Ferrarese.

Il cantiere si articola con riferimento ai principali corpi d'opera che costituiscono l'intervento, e che sono:

- La risagomatura del tratto idroviario del Po di Volano compreso tra la conca di Valpagliaro e la sezione terminale della modifica della curva di Final di Rero (corrispondente alla progressiva +2739.34 m-sezione 61 nel presente progetto), assicurando un rettangolo di navigazione costante allargato in corrispondenza dei tratti in curva (corpo d'opera ADEGUAMENTO)
- Realizzazione del nuovo tracciato di progetto con raggio di curvatura conforme al transito di V classe europea a senso unico di marcia in corrispondenza della curva di Final di Rero e conservazione del tratto esistente (alveo originario del Po di Volano) (corpo d'opera NUOVA CURVA)
- Riqualficazione ambientale della nuova isola fra le due curve, con formazione di rilevati ottenuti dal riutilizzo di parte delle terre di scavo, e successiva sistemazione con rivegetazione dell'area e installazione di strutture per la fruizione dell'isola (corpo d'opera ISOLA)
- Ringrosso arginale del tratto idroviario di Migliarino-Ostellato, compreso tra il Ponte Fiscaglia e la Curva di Ostellato mediante il riutilizzo del materiale di scavo dalla risagomatura del Po di Volano e realizzazione della nuova curva (corpo d'opera ARGINI MIGLIARINO-OSTELLATO)
- Demolizione del ponte esistente di Final di Rero e costituzione del nuovo ponte, costituito da n°2 campate di estensione pari a 54.88 m e 80 m (intesa come distanza longitudinale tra gli assi degli appoggi). Il nuovo ponte risiede sull'area di sedime del ponte originario e si collega alla viabilità esistente. La campata L=54.88 m scavalca il ramo esistente del Po di Volano, mentre la campata L=80 m scavalca il nuovo ramo idroviario, anche nella geometria a doppio senso di marcia, al fine di risultare adeguato per futuri allargamenti dell'idrovia (corpo d'opera PONTE DI FINAL DI RERO)
- Realizzazione della nuova viabilità SP15 in appoggio al nuovo ponte di Final di Rero lungo via Pomposa e raccordo alla viabilità esistente di via del Mare (corpo d'opera VIABILITA')

- Demolizione del muro di sponda esistente a monte del ponte di Final di Rero, da prevedersi in ragione del cedimento dell'attuale muratura e ricostituzione dell'intero muro di sponda, includendo la realizzazione di un nuovo scivolo di allaggio (corpo d'opera MURO E SCIVOLO DI ALAGGIO)
- Conversione dell'attuale ponte provvisorio di collegamento carrabile tra via Pomposa e via della Pace in ponte pedonale/ciclabile per l'accesso alla nuova isola interclusa tra le due curve (corpo d'opera PASSERELLA PEDONALE).

L'evoluzione del cantiere è vincolata dalle modalità di gestione delle terre e rocce da scavo, che costituiscono l'elemento di maggior impatto logistico. In tal senso, la disposizione logistica del cantiere prevede

- Un'area dedicata agli uffici, alle strutture preposte alla sicurezza delle maestranze
- Un'area impermeabilizzata di deposito temporaneo dei materiali provenienti dalla demolizione e di approvvigionamento, dotata di una piarda affacciante sul Po di Volano per il trasferimento delle materie da/su mezzo natante
- Un'area, in corrispondenza della futura isola, dedicata al deposito intermedio del materiale di escavo, dotata di una piarda affacciante sul Po di Volano per il trasferimento delle materie da/su mezzo natante.

Da evidenziare, come riportato nella RELAZIONE GENERALE, che le opere in progetto sono suddivise per appartenenza a diversi stralci (Figura 1):

- OPERE IN APPALTO, che include le opere funzionali al raggiungimento degli obiettivi di progetto, ovvero la fruizione del tratto idroviario da parte dei natanti di V classe. Tali OPERE corrispondono al finanziamento ad oggi nella disponibilità della Stazione Appaltante. Tale stralcio include:
 - gli interventi di adeguamento (risezionamento) della sezione fluviale da progressiva di progetto +1052.95 alla progressiva finale +2739.34 m
 - gli interventi relativi all'adeguamento dell'intera viabilità stradale, compresa la viabilità provvisoria necessaria
 - la demolizione e ricostruzione del nuovo ponte di Finale di Rero
 - il riutilizzo del materiale proveniente dall'escavo e dalle operazioni di smantellamento e di demolizione dei rilevati stradali esistenti ai sensi dell'Art. 24 del DPR 120/2017, con le seguenti finalità:
 - la sagomatura delle sponde d'alveo

- il rimodellamento morfologico dell'isola in progetto
 - l'esecuzione dei rilevati stradali in progetto
- l'utilizzo come sottoprodotto ai sensi dell'Art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006 del materiale proveniente dall'escavo dell'idrovia per l'esecuzione dei rialzi arginali lungo il tratto di Migliarino-Ostellato
- il rimodellamento morfologico dell'isola
- l'allestimento della cantierizzazione
- le OPERE IN APPALTO prevedono l'intero riutilizzo del materiale di scavo nell'ambito del cantiere
- OPERE COMPLEMENTARI A, che include:
 - Il risezionamento del tratto di Po di Volano dalla progressiva +0.00 m alla progressiva +600.00 m, giustificato dallo stato di ammaloramento delle sponde fluviali
 - Il risezionamento del tratto di Po di Volano dalla progressiva +600 m alla progressiva +1052.95 m
 - Il rivestimento a scogliera delle scarpate dell'intero tratto fluviale sottoposto a risezionamento, da progr. +0.00 m a +2739.34 m
 - Le OPERE COMPLEMENTARI A prevedono un esubero del materiale di scavo pari a 50,852.0 m³. Tale materiale dovrà essere destinato presso impianti di riutilizzo, come cave. È onere dell'Appaltatore predisporre il relativo Piano di Utilizzo dopo identificazione dei siti di destinazione.
- OPERE COMPLEMENTARI B che include:
 - La demolizione dell'intero muro in sinistra idraulica a monte del ponte di Final di Rero e la realizzazione di scala di alaggio
 - La sistemazione ambientale, gli interventi di rivegetazione e l'installazione di attrezzature ad uso ricreativo dell'isola
 - Conversione del ponte provvisorio esistente di Final di Rero in passerella ciclopedonale di accesso all'isola.

I lavori inerenti alle OPERE IN APPALTO prevedono l'intero riutilizzo del materiale proveniente dall'escavo.

L'Appaltatore sarà obbligato a produrre ed emettere il Piano di Utilizzo e le dovute Dichiarazioni ai sensi dell'Art. 17 e dell'Art. 21 del DPR 120/2017 per il materiale che verrà reimpiegato nell'ambito dei lavori come

- riutilizzo ai sensi dell'Art. 24 del DPR 120/2017

- e come sottoprodotto ai sensi dell'Art. 184-bis del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii..

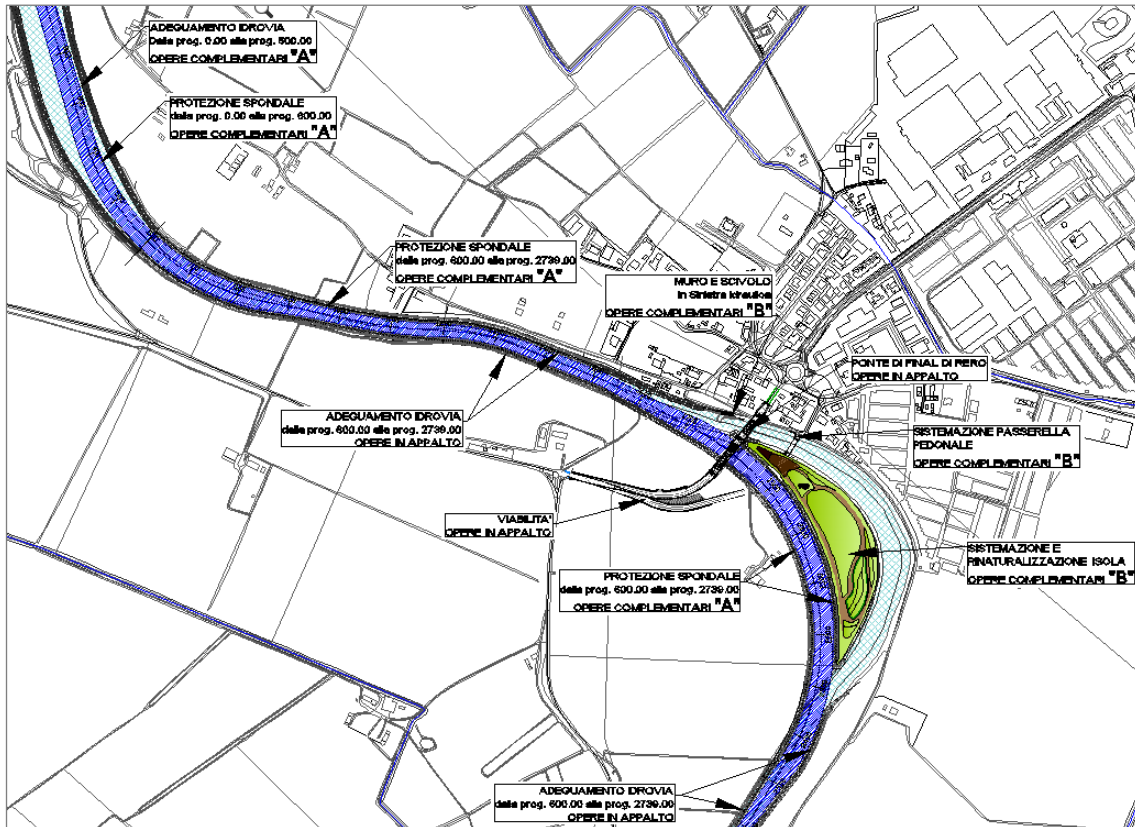


Figura 1 – Rappresentazione planimetrica dell'area di intervento con indicazione delle parti d'opera appartenenti ai vari stralci di lavoro previsti

2 PREMESSA

Il presente PROGETTO ESECUTIVO interessa l'adeguamento degli interventi già avviati dalla Provincia di Ferrara, all'epoca stazione appaltante (anno 2013), e ad oggi sospesi conseguentemente a due successivi scioglimenti contrattuali per fallimento degli Appaltatori. Gli interventi sono relativi ai "Lavori di adeguamento dell'Idrovia ferrarese al traffico di Va classe europea nel tratto compreso da Final di Rero a Migliarino. Interventi finanziati".

Tali lavori, d'ora in poi richiamati nel testo con la dicitura CANTIERE STORICO, corrispondevano al Progetto Definitivo redatto dalla società TECHNITAL S.p.a. di Verona, il cui ciclo autorizzativo si concluse con:

- esito positivo della procedura di VIA svolta nella Regione Emilia-Romagna (DGR n.2131/2008)
- approvazione dalla Provincia di Ferrara con DGP n. 413/2008 PG 105975.

Il presente PROGETTO ESECUTIVO si inserisce, pertanto, all'interno di un assetto progettuale degli interventi già sviluppato nel Progetto Definitivo succitato, d'ora in poi richiamato nel testo con la dicitura PROGETTO PREGRESSO, e acquisisce degli elementi inediti derivanti da:

- modifica dell'assetto topografico esistente, in funzione delle trasformazioni del territorio e delle alterazioni generate dal CANTIERE STORICO
- aggiornamenti normativi
- modifica dello stato di consistenza delle opere esistenti
- nuove esigenze territoriali
- revisione del finanziamento destinato ai lavori.

3 STATO DI CONSISTENZA DELLE AREE DI LAVORO

3.1 AREA DI LAVORO PRESSO FINAL DI RERO

L'area di lavoro di Final di Rero, ripresa in Figura 2, risulta essere stata oggetto dei lavori nel CANTIERE PREGRESSO, da suddividersi rispettivamente in due appalti separati:

- Un primo appalto ha riguardato i lavori di escavo della nuova curva, avviati nella fase di approntamento, ma successivamente sospesi. Tale lavoro venne appaltato dalla provincia di Ferrara
- Un secondo appalto ha riguardato i lavori relativi alla viabilità transitoria, ad oggi conclusi e consegnati. Tale lavoro venne appaltato dalla Regione Emilia-Romagna.

Nei rispettivi appalti, la Stazione Appaltante ha risolto tutte le problematiche inerenti al reperimento delle aree ed allo spostamento delle interferenze:

- sono nella disponibilità della Regione le aree oggetto di attività espropriativa condotta dalla provincia di Ferrara nel primo appalto, e risultano in parte prorogate fino al compimento delle opere le occupazioni temporanee
- i sottoservizi (acquedotti, metanodotti, fognature, reti elettriche e telefoniche) sono stati delocalizzati ad eccezione di una linea aerea ENEL a monte del ponte esistente; è pertanto oggetto di valutazione nel presente progetto.

Le aree occupate dai precedenti lavori, come visibile in Figura 2, sono state già perimetrate con recinzione e sono state interessate da lavori parziali di disboscamento e rimodellamento. Da notare in particolare che alcune attività consistenti di scavo sono state eseguite sull'ingombro della nuova curva (Figura 2).



Figura 2 – Ripresa dall'alto dell'area di lavoro di Final di Rero e rispettive riprese di dettaglio (riprese 1 e 2 sottoriportate)



3.2 SPONDE DEL TRATTO DI PO DI VOLANO INTERESSATO DAI LAVORI

Durante l'iter progettuale del presente PE, è stato svolto in data 9 febbraio 2021 un approfondito sopralluogo lungo i tratti fluviali oggetto di sistemazione per valutare lo stato di consistenza delle sponde dal bacino di evoluzione a valle della conca di Valpagliaro fino alla sezione terminale a valle della nuova isola.

Il sopralluogo ha consentito di prendere cognizione dello stato di degrado delle sponde (Figura 3), e verificare la copertura vegetazionale che richiede di essere considerata nella valutazione economica delle opere.

In particolare, con rimando specifico agli elaborati di progetto riferiti allo stato attuale delle opere, sono state riscontrate le seguenti osservazioni:

- I tratti di sponda risultano caratterizzati da una vegetazione infestante di tipo arbustivo, come ramaglie, e da vegetazione arborea, anche ad alto fusto, presente sia sul paramento inclinato della sponda che sulla parte sommitale
- In corrispondenza della fascia di escursione del livello idraulico si nota, quasi in maniera continua, l'erosione localizzata della sponda
- La sponda ha subito in molti tratti, che si presentano con ripetitività costante, cedimenti localizzati, smottamenti e distaccamenti dello strato corticale, tanto da conferire alla sponda una geometria pseudo-verticale
- Si nota, in quasi tutta l'estensione delle sponde a giorno l'assenza di rivestimento in pietrame; si riscontra la presenza di pietrame al di sotto del livello idraulico, lasciando presumere che inizialmente sia stato collocato a protezione della sponda, e successivamente che sia rotolato al piede.

La situazione connessa alla stabilità delle sponde si presenta quindi decisamente compromessa e degradata, tale da richiedere non solo un intervento di rivestimento e protezione dalle perturbazioni generate dal transito dei natanti, ma volto anche alla sistemazione e riprofilatura del paramento inclinato, previa asportazione della vegetazione esistente.

Le caratteristiche geotecniche del materiale terroso costituente la sponda sono riconducibili ad una sabbia limosa e ad un limo sabbioso. Ne deriva un materiale dalle buone caratteristiche meccaniche, con angolo di attrito superiore ai 30°, ma con scarse proprietà coesive. Per tale ragione la suscettibilità alle sollecitazioni derivanti dalle escursioni del livello d'acqua risulta elevata, e determina l'asportazione localizzata del materiale senza tuttavia generare un fenomeno massivo di instabilità, ma cedimenti localizzati e comunque diffusi sull'intero sviluppo delle sponde.

Risulta infatti, che il ciglio superiore delle sponde mantiene la posizione originaria, nonostante il paramento inclinato di sponda abbia subito notevoli ammaloramenti.



Figura 3 – Riprese della sponda fluviale del Po di Volano nel tratto oggetto degli interventi di rifunzionalizzazione idroviaria. Le riprese sono state effettuate durante sopralluogo in data 9 febbraio 2021

3.3 TRATTO MIGLIARINO-OSTELLATO

Il tratto di Migliarino-Ostellato (Figura 4) costituisce la linea navigabile dell'idrovia ferrarese compresa fra il Po di Volano (a Nord) e l'abitato di Ostellato (a Sud). Si sviluppa per circa 3.9 km.

La relativa area è pianeggiante ed attraversata da una complessa rete di canali di scolo e irrigazione, ossia dai canali dedicati alle acque "esterne ai fiumi" del territorio provinciale di Ferrara, che fanno parte del cosiddetto Bacino Burana-Volano-Canal Bianco e dal canale Boicelli che

rappresenta la bretella di raccordo idroviaria tra il Po ed il Po di Volano. Numerose sono le zone di palude, bonificate nel corso degli anni ed attualmente utilizzate a scopo agricolo.

Il corso d'acqua risulta arginato, con livello idraulico comandato dalla conca di Valle Lepri e pari mediamente a +1.5 m s.m.m.. Gli argini, che possiedono quota sommitale mediamente pari a +2.5 m s.m.m. con valori estremi circa da +2 a +3 m s.m.m., sono a tratti caratterizzati dalla presenza di strada bianca, necessaria per la sorveglianza del corso d'acqua da parte degli enti preposti.

Le sponde lato acqua degli argini sono state oggetto di svariati interventi localizzati di manutenzione e di ripristino: la qualità del terreno, ugualmente al tratto di Final di Rero, è caratterizzata da una scarsa coesione, che rende la sponda suscettibile di erosioni e smottamenti localizzati. Tali tratti sono pertanto sottoposti a periodici interventi di manutenzione e di riprofilatura, con, talvolta, l'inserimento di materiale lapideo (Figura 5).

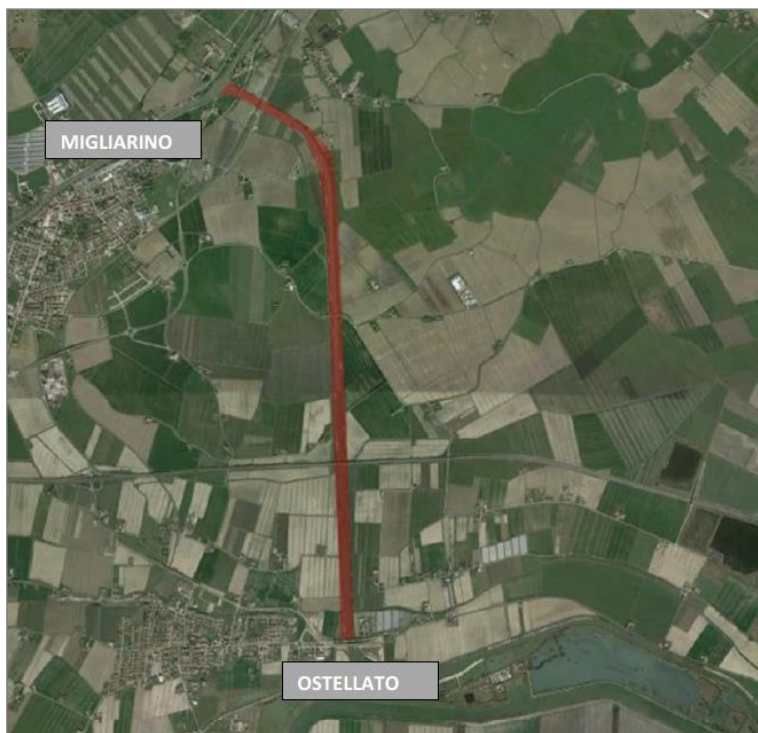


Figura 4 – Ubicazione del tratto di Migliarino-Ostellato, oggetto di rialzo arginale mediante riutilizzo dei terreni in esubero dalla rifunionalizzazione del tratto idroviario presso Final di Rero

Lo stato di consistenza del corpo arginale sul lato campagna è stato verificato dal Progettista durante sopralluogo svolto in data 09 febbraio 2021. È stato riscontrato che gli argini sono prevalentemente caratterizzati da una vegetazione erbacea, che spesso muta in vegetazione infestante riconducibile a ramaglie lungo la sponda esterna al corso d'acqua (Figura 6). Unitamente ai tratti arginali da sottoporre e rialzo, sono state individuate alcune aree oggetto di rimodellamento: un esempio è riportato in Figura 7; può vedersi che tali aree sono coperte da vegetazione arborea infestante e

spesso anche da vegetazione arbustiva.



Figura 5 – Tratti di argine in cui sono stati già effettuati interventi di ripresa di frane e riprofilatura delle scarpate (immagini riprese il 07 maggio 2015, nell’ambito del progetto ADEGUAMENTO ARGINALE IN SPONDA DX E SX IDRAULICA DEL CANALE NAVIGABILE NEL TRATTO DA MIGLIARINO A OSTELLATO)



Figura 6 – Riprese effettuate durante il sopralluogo svolto in data 09 febbraio 2021 lungo il tratto di canale Migliarino-Ostellato



Figura 7 – Ubicazione e immagine di area estesa su cui è prevista l’allocazione di materiale di esubero dalle attività di scavo, attualmente coperta da vegetazione infestante e arborea

4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

4.1 ADEGUAMENTO DELL'IDROVIA

La sezione bagnata di progetto del tratto intercluso tra la conca di Valpagliaro e la sezione finale di intervento, con la superficie liquida mantenuta a +1,50 m s. m. m., è mediamente pari a circa 100 m², con larghezza di 36 m e profondità massima, al centro, di 3,50 m.

La quota dei terreni golenali va da un massimo di +5,20 a un minimo di +2,80 m s.m.m..

Le sponde di progetto hanno una pendenza di 3:2 e presentano rivestimento a scogliera; le sponde sono interrotte da banca di larghezza pari a 2 m, posta a quota di +1.20 m s.m.m., rivestire in terreno vegetale al fine di favorire la rivegetazione di specie elofite.

Il progetto di rifunzionalizzazione del tratto idroviario ha previsto n°4 tipologie di intervento sulla tratta dalla conca di Valpagliaro fino alla sezione di valle dell'isola:

- Scavo del nuovo tratto idroviario in curva, con un raggio di curvatura di 450 m, creando in tal modo un'isola fra il vecchio e il nuovo tracciato
- Sagomatura delle sponde al fine di ottenere il rettangolo di navigazione previsto
- Approfondimento del fondo alveo al fine di ottenere il tirante di navigazione previsto
- Rivestimento a scogliera delle sponde.

Tali interventi sono stati progettati al fine di aderire alle caratteristiche geometriche previste per la navigazione dei natanti di V classe Europea (raccomandazioni ARNI):

- larghezza minima del rettangolo di navigazione, 40 m per doppio senso di marcia (non previsto nel presente PROGETTO ESECUTIVO), 24 m per senso unico
- profondità minima del rettangolo di navigazione, 3.30 m profondità minima, 3.50 m in asse
- (larghezza minima di 24,0 m, profondità 3,30 m agli estremi e 3,50 m in mezzeria, scarpate con pendenza 3 su 2)
- altezza libera minima sotto i ponti:3,50 m; la Conferenza dei Servizi del Novembre 2004 riferita al Progetto Definitivo PREGRESSO prescrisse da prevedere un tirante d'aria minimo di 6,80 m

- raggi di curvatura minimo normale:1000 m
- raggio di curvatura minimo ridotto:450 m
- allargamento in curva:5550/R
- minima visuale libera:400 m.

Nel tratto fluviale a valle della conca di Valpagliaro, fino alla progressiva +600 m, sono stati previsti interventi di escavo del fondale al fine di assicurare i tiranti d'acqua richiesti; in ragione dello stato ammalorato delle sponde, sono anche stati previsti interventi di rimodellamento e di protezione con pietrame (SEZIONE A, Figura 8).

Successivamente, nei tratti in rettilineo, è stata verificata la minima larghezza ammessa per il rettangolo di navigazione, pari a 24 m, provvedendo, localmente, ad estendere la larghezza fluviale e a rivestire le sponde (SEZIONE B, Figura 9).

Nella nuova curva di Final di Rero, i vincoli geometrici presenti hanno richiesto di posizionare l'asse idroviario di modo che sia rispettata la minima curvatura ammissibile, pari a 450 m. Si è provveduto quindi ad allargare la sezione navigabile di 12 m rispetto ai 24 m previsti in rettilineo, per una larghezza complessiva di 36 m (SEZIONE C, Figura 10). L'allargamento della sezione navigabile è stato aggiunto sul fronte esterno della curva, come illustrato negli elaborati grafici di progetto, di modo da assicurare, sull'interno curva, una larghezza libera di almeno 4 m adibita al passaggio dei mezzi durante le fasi di cantiere e durante la fase di esercizio dell'idrovia per le attività di sorveglianza.

La soluzione progettuale prevede la protezione delle sponde dalle sollecitazioni idrodinamiche che derivano dall'esercizio della navigazione con una mantellata di pietrame dello spessore di 0,60 m di adeguata pezzatura (20 - 100 kg) in doppio strato, posato geocomposito a doppio strato; la mantellata in pietrame viene collocata sino alla sommità arginale, ad esclusione della banca, sulla quale è previsto materiale vegetale per favorire la colonizzazione della banca stessa.

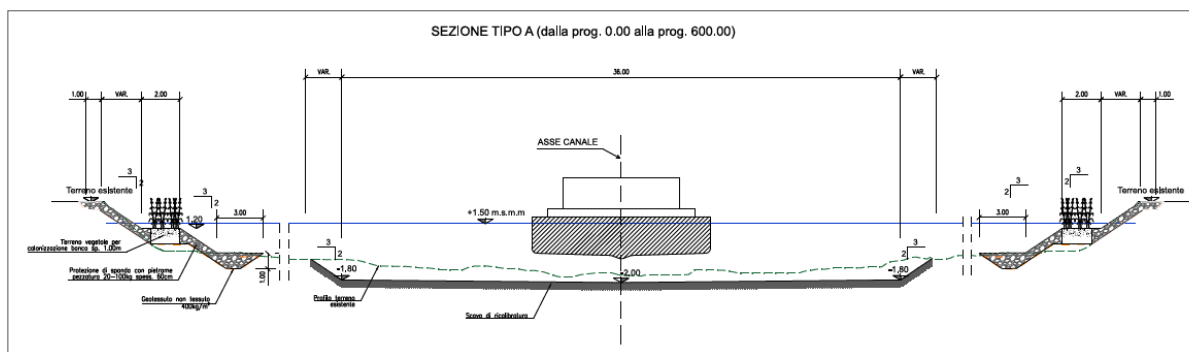


Figura 8 – Sezione tipo A adottata nei tratti fluviali di larghezza superiore alla minima larghezza di navigazione (24 m; gli interventi, per tali tratti, si limitano al rivestimento di sponda in pietrame

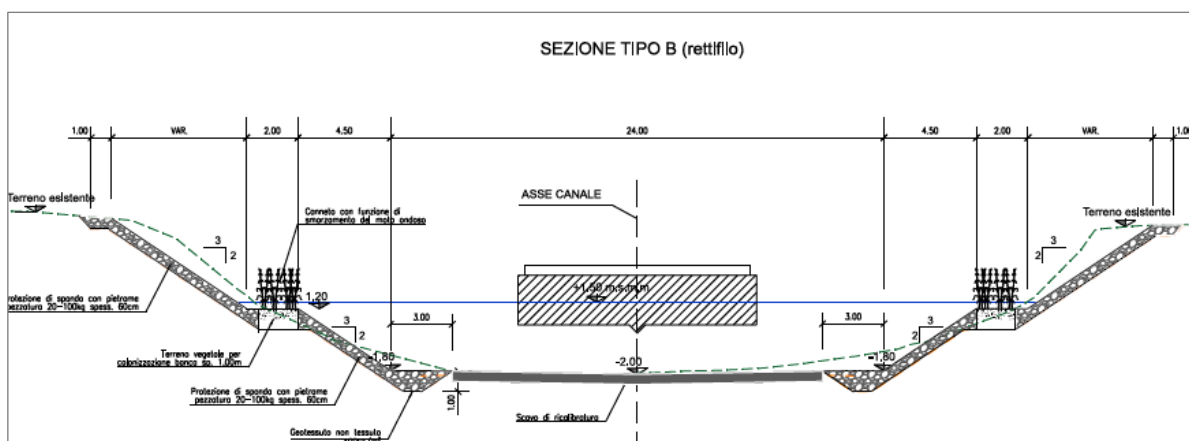


Figura 9 – Sezione tipo B adottata nei tratti in rettilineo, con larghezza alla base di 24 m

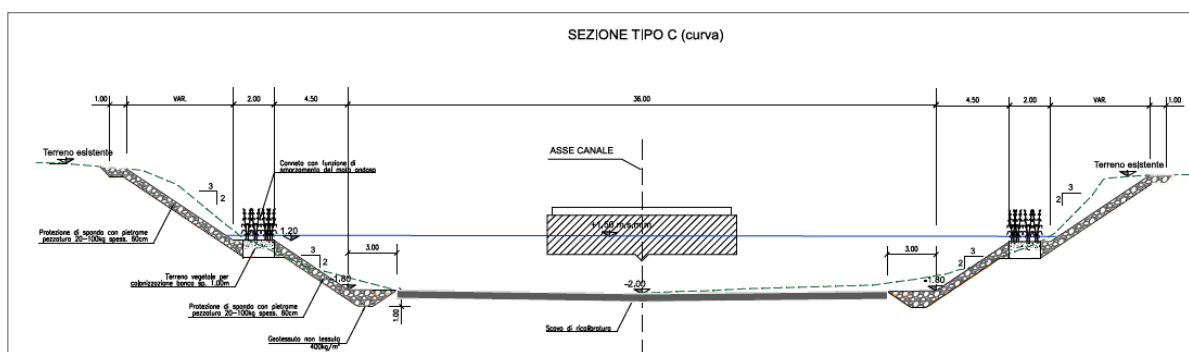


Figura 10 – Sezione tipo C adottata nei tratti in curva, con larghezza alla base di 36 m

4.2 NUOVA VIABILITÀ STRADALE

Il presente PROGETTO ESECUTIVO interessa la sistemazione della viabilità connessa alla fruizione del nuovo ponte di Final di Rero, che viene demolito e ricostruito con n°2 campate, di cui una a sormonto della nuova curva navigabile (campata di luce 80 m, intesa come distanza tra gli assi degli appoggi), mentre l'altra a sormonto del ramo esistente del Po di Volano (campata di luce 54.88 m, intesa come distanza tra gli assi degli appoggi).

Attualmente, i lavori consegnati dall'ultimo cantiere prevedono una viabilità che consente l'accesso al ponte esistente di Final di Rero e a ponte provvisorio collocato a valle, grazie ad una rotonda stradale che intercetta la SP15 (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Le riflessioni su riportate richiedono necessariamente di ricorrere ad una viabilità alternativa per consentire l'esecuzione dei lavori, corrispondente a quanto già previsto nel PROGETTO PREGRESSO, e rappresentato in Figura 11.

Si tratta di una viabilità costituita da rilevato di tipo F2, a due corsie di larghezza rispettiva pari a 3.25 m, a cui si aggiunge banchina di larghezza pari a 0.5 m. Il rilevato si snoda dall'incrocio della SP15 con la SP23 mantenendo inalterata l'attuale quota altimetrica dell'incrocio, e si colloca a sud dell'attuale viabilità fino ad intercettare il rilevato esistente in approccio al ponte provvisorio.

A conclusione di tale assetto della viabilità, corrispondente alla Figura 11, si potrà procedere con gli interventi di dismissione del ponte esistente di Final di Rero, nonché alla successiva ricostruzione. Concluso il nuovo ponte, verranno terminati i nuovi rilevati in approccio al viadotto, secondo la configurazione riportata in Figura 12, e sarà quindi possibile trasferire il traffico veicolare sulla viabilità finale di progetto.

I rilevati stradali di progetto sono del tipo C2, corrispondenti a n°2 corsie di transito di rispettiva larghezza pari a 3.50 m a cui si aggiunge 1.25 m di banchina. Anche il tratto viabile del nuovo impalcato presenta larghezza minima della corsia carrabile pari a 3.50 e banchina di larghezza minima pari a 1.25 m.

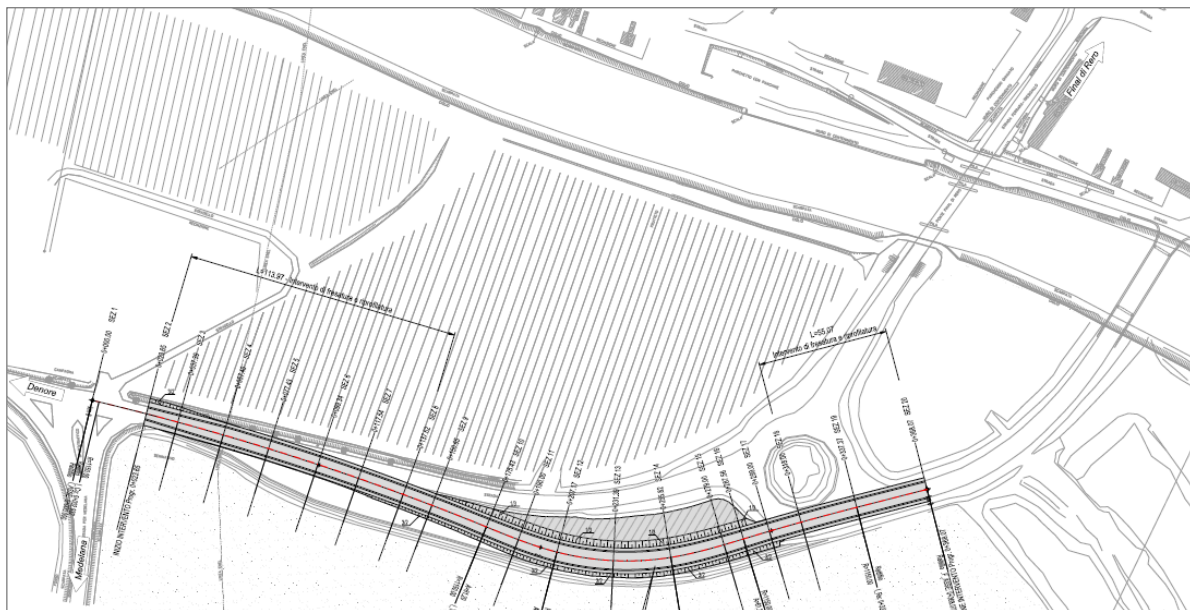


Figura 11 – Viabilità provvisoria di cantiere durante la demolizione e ricostruzione del ponte di Final di Rero

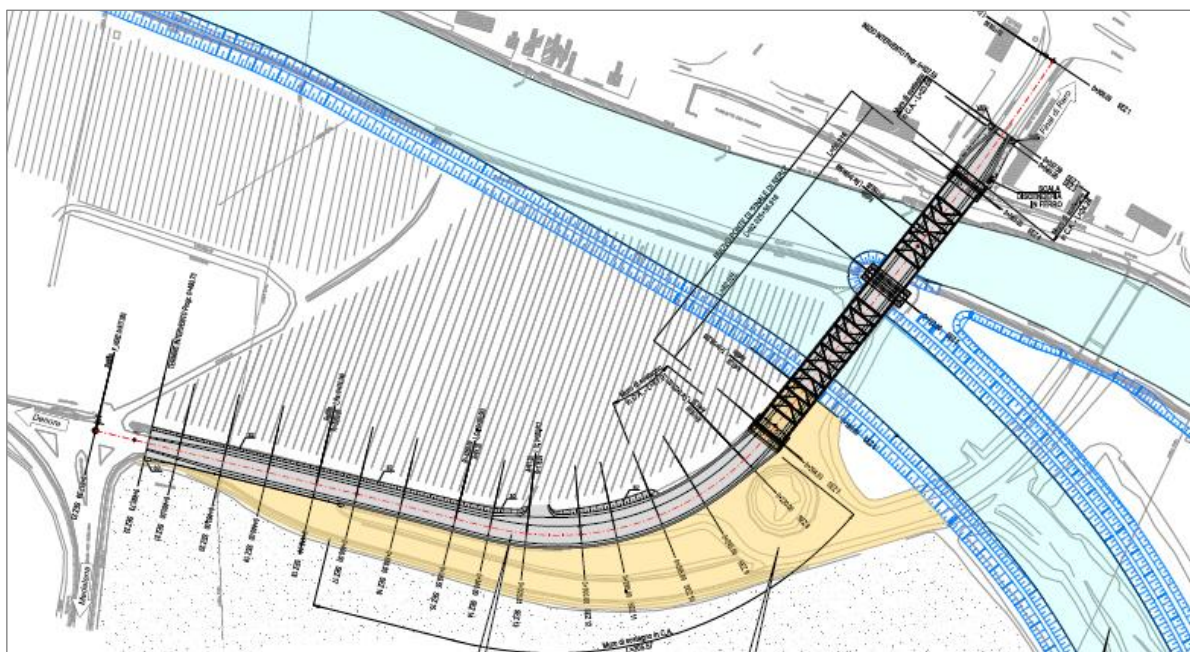


Figura 12 – Viabilità di progetto definitiva, a conclusione dei lavori

I rilevati in approccio al nuovo ponte sono rappresentati da via Pomposa, collocata a sud del viadotto, e via del Mare, collocato a nord del nuovo viadotto.

Per ragioni legate all'ingombro dei nuovi rilevati e alla necessità di non occupare aree non espropriate, il rilevato di via Pomposa è stato in buona parte limitato geometricamente da muri di sostegno laterale (Figura 13). Il rilevato esistente di via del Mare è stato solo parte limitato da muri di sostegno (Figura 14) per poter consentire il corretto raccordo stradale tra la viabilità su ponte (corsie di larghezza minima pari a 3.5 m e banchina di 1.25 m) con la viabilità esistente.

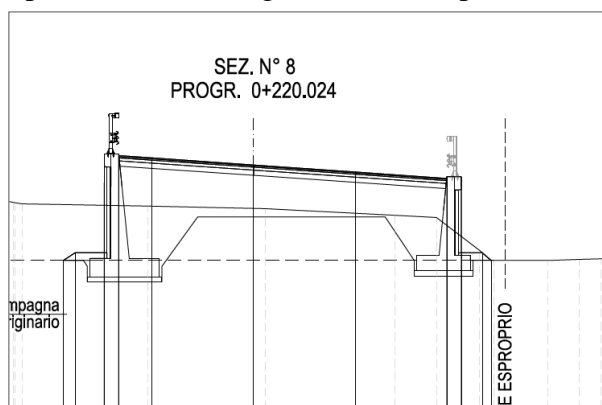


Figura 13 – Sezione del rilevato su lato sud in approccio al nuovo ponte di Final di Rero (via Pomposa)

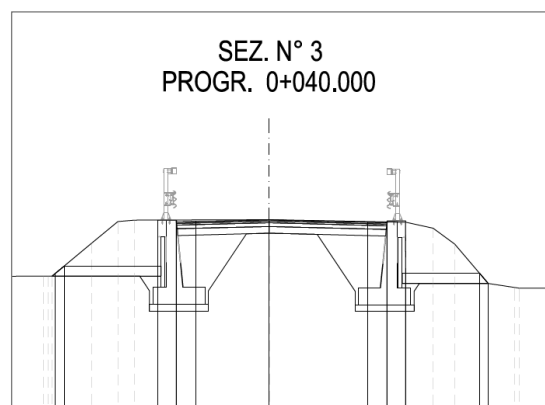


Figura 14 – Sezione del rilevato su lato nord in approccio al nuovo ponte di Final di Rero (via del Mare)

Tutte le murature di sostegno dei nuovi rilevati verranno rivestita con pietra locale.

4.3 NUOVO PONTE DI FINAL DI RERO

Il nuovo ponte di Final di Rero è costituito da n°2 campate (Figura 15 e Figura 16), di luce, intesa come interasse tra i rispettivi appoggi, pari a 54.88 m (campata nord) a sormonto dell'attuale Po di Volano e 80 m (campata sud) a sormonto della via d'acqua di nuova realizzazione. Le sottostrutture sono costituite da n°2 spalle, la spalla S1 a nord e la spalla S2 a sud e da una pila intestata nel punto di inizio dell'isola, all'incile del nuovo ramo d'acqua.

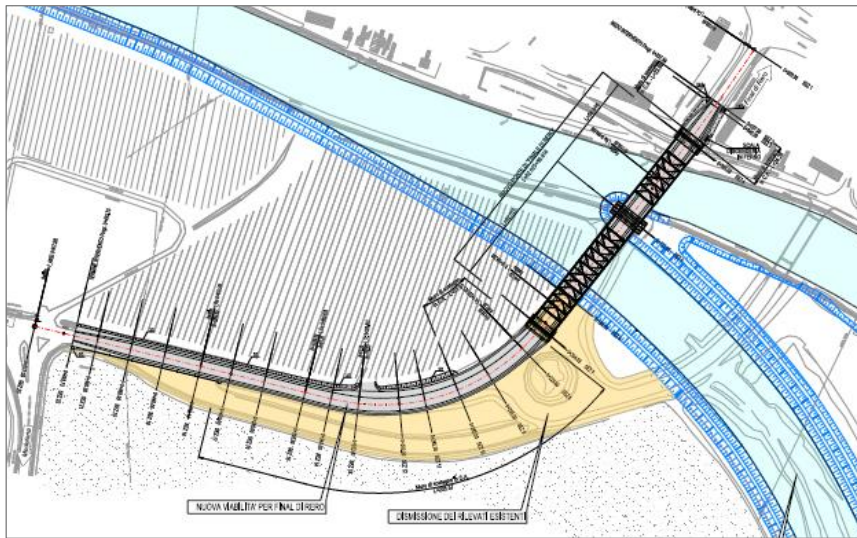


Figura 15 – Stralcio planimetrico del nuovo Ponte di Final di Rero

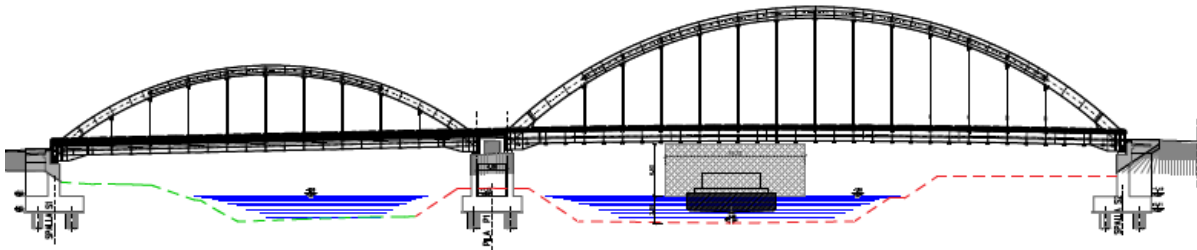


Figura 16 – Prospetto del nuovo Ponte di Final di Rero

La tipologia strutturale dell'impalcato è quella di trave Langer (o arco a spinta eliminata) a via inferiore e pareti controventate superiormente. Le campate sono in semplice appoggio: la luce fra gli assi degli appoggi è di 80 m (54.88 m), mentre l'interasse fra le pareti è di 14 m.

Su ciascuna parete l'arco è collegato alla trave principale attraverso pendini a passo 5 m, di diametro nominale $\varnothing 97$. Ogni strallo è collegato mediante perni all'arco attraverso un capocorda fisso ed all'impalcato attraverso un capocorda regolabile che permette di ottenere i corretti valori di tesatura.

L'arco è costituito da una sezione a doppio T di altezza 1.50 m (1.20 m), con piattabanda superiore 900x40 mm (700x40 mm), piattabanda inferiore 900x40 mm (700x40 mm) ed anima 20 mm; l'altezza in chiave è di 16 m (10 m).

L'arco è interamente realizzato in officina in conci che verranno saldati tra loro a piena penetrazione in cantiere e collegati al concio di incastro arco-trave.

All'appoggio la spinta orizzontale degli archi viene contrastata da travi a sezione a doppio T che fungono da tirante, di altezza 1.50 m (1.20 m) con piattabanda superiore 800x40 mm (600x40 mm), piattabanda inferiore 800x40 mm (600x40 mm) ed anima 20 mm.

L'impalcato in acciaio (che contribuisce anch'esso a contrastare la spinta orizzontale degli archi) è costituito da una lastra ortotropa con lamiera di spessore di 12 mm e nervature longitudinali chiuse trapezoidali di spessore 8 mm. La lamiera è inoltre irrigidita trasversalmente da travi trasversali a T ad essa saldate, poste ad interasse di 2.5m.

L'acciaio di carpenteria è di tipo S355, di tipo verniciato.

Ricapitolando, le caratteristiche geometriche fondamentali dell'opera sono:

- luce di calcolo: 80 m – 54.88 m
- larghezza complessiva della piattaforma: 14 m
- freccia arco: 16 m – 10 m
- interasse pendini: 5 m
- tipologia di impalcato: lastra ortotropa.

Le verifiche sono state condotte assumendo i seguenti valori dei parametri caratteristici:

- Vita nominale $V_N \geq 100$ anni
- Classe d'uso III
- Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_R = 150$ anni.

Le sottostrutture sono costituite da due spalle fisse, soggette quindi a tutte le azioni orizzontali longitudinali, oltre ovviamente alle sollecitazioni verticali e orizzontali trasversali, e da una pila mobile, sollecitata verticalmente ed orizzontalmente in senso trasversale.

Sia le spalle che la pila presentano una tipologia di fondazione di tipo profondo, su pali di diametro DN 1500.

Di seguito si riportano le principali caratteristiche geometriche delle spalle (Tabella 1) e della pila (Tabella 2).

Data: Settembre 2021	Rev.: 1	Doc.: II134P-CAN-001-1
----------------------	---------	------------------------

Tabella 1 – Caratteristiche geometriche delle spalle del nuovo ponte

SPALLA FISSA S1	SPALLA FISSA S2
Altezza muro frontale: 4.20 m	Altezza muro frontale: 5.45 m
Spessore muro frontale: 1.60 m	Spessore muro frontale: 1.60 m
Altezza muro paraghiaia: 1.65 m	Altezza muro paraghiaia: 1.55 m
Spessore muro paraghiaia: 0.60 m	Spessore muro paraghiaia: 0.60 m
Spessore plinto di fondazione: 2.00 m	Spessore plinto di fondazione: 2.00 m
Lunghezza plinto di fondazione: 16.00 m	Lunghezza plinto di fondazione: 16.00 m
Larghezza plinto di fondazione: 7.50 m	Larghezza plinto di fondazione: 7.50 m
Spessori muri laterali: 0.80 m	Spessori muri laterali: 0.80 m
Numero di pali: 8	Numero di pali: 8
Lunghezza pali 28 m	Lunghezza pali 30 m

Tabella 2 – Caratteristiche geometriche della nuova pila

PILA	H fusto	Numero Pali	Lung. Pali
Tipo P1	5.40 m	10	26

4.4 RILEVATI IN APPROCCIO AL NUOVO PONTE

La realizzazione dei rilevati stradali prevede operazioni preliminari di scavo che interessano uno scotico pari a 30 cm (valore comunemente assunto nei capitolati) ed una ulteriore bonifica di 20 cm.

Sul piano di sedime raggiunto, previa adeguata rullatura, verranno eseguite prove di carico con piastra al fine di verificare il raggiungimento di un modulo pari o superiore a 15 MPa nell'intervallo 0,05 – 0,15 MPa. Ulteriori approfondimenti potranno essere finalizzati alla completa asportazione di una coltre vegetale avente spessore maggiore, o al raggiungimento di un piano di posa a maggiore portanza.

Successivamente si provvederà nell'ordine alla:

- posa di un geotessile tessuto di separazione e rinforzo ad elevato modulo con resistenza a trazione non inferiore a $R > 100 \text{ KN/m}$
- posa di materiale da rilevato sino a colmare interamente lo spessore di scotico e bonifica, avendo l'accortezza di sagomare la parte superiore a schiena d'asino con pendenza non inferiore al 3,5%

- posa di anticapillare spessore 30 cm realizzato con doppio strato di geotessile non tessuto di separazione a formare una tasca riempita con misto granulare avente fuso 4 – 40 cm.

Laddove è necessario allargare (ed innalzare) il rilevato esistente, al fine di assicurare un perfetto collegamento fra le due parti dovrà essere eseguita una gradonatura delle scarpate esterne del rilevato esistente (Figura 17). Con questa operazione si avrà cura di asportare totalmente la coltre vegetale e gli apparati radicali spintisi a maggiore profondità. I singoli gradoni dovranno avere una debole contropendenza verso il centro del rilevato. Sul piano di sedime dell'area ove ricade la parte in allargamento sarà eseguito uno scotico + bonifica di 40 cm (eventualmente incrementato sino alla totale asportazione della coltre vegetale). Successivamente si procederà come nel caso precedente prevedendo una rullatura, geotessile di rinforzo, materiale da rilevato, anticapillare avvolto da una calza in geotessuto, ed infine stesa per strati successivi del rilevato vero e proprio.

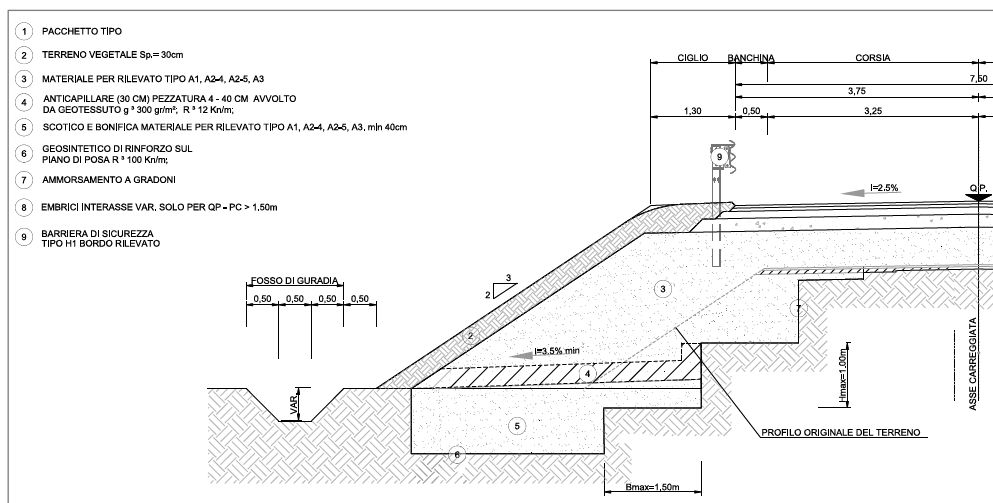


Figura 17 – Sezione tipo costruttiva del rilevato stradale di nuova esecuzione

4.5 NUOVA ISOLA

L'area interclusa, tra l'ansa originaria del Po di Volano e il nuovo tratto navigabile, diventa oggetto di sistemazione ambientale con opere a verde e interventi che mirano a rendere fruibile tale area alla collettività.

Tale area interclusa ha un'estensione di circa 31.000 m² ed inizia in corrispondenza della nuova pila del ponte di Final di Rero, oggetto di ricostruzione, per estendersi longitudinalmente di circa 500 m chiudendosi, a valle, alla confluenza dei due rami d'acqua (Figura 18). Al fine di creare un'area con andamento morfologico variabile, che ben si presta alle aree rinaturalizzate e caratterizzate da una copertura boschiva, l'isola sarà caricata con materiale proveniente dagli scavi, per uno spessore medio di circa 1.9 m, fino a raggiungere una quota media di campagna pari a +6.4 m s.m.m. (Figura 19).

All'interno dell'isola si svilupperà un percorso ciclopedonale lungo circa 800m; sono inoltre previste aree da attrezzare per la sosta che si affacciano sul Po di Volano, un'area per i giochi, un'area da attrezzare con elementi per attività ginniche, ed infine un'area a bosco fitto. Tranne la superficie aperta di accesso all'isola, in corrispondenza della passerella ed il percorso ciclopedonale, questo ambito è a verde per circa i tre quarti della sua superficie. Per l'esecuzione degli impianti vegetazionali, verrà riutilizzato il terreno proveniente dallo scavo per l'adeguamento della curva.

L'isola potrebbe assumere nel tempo più funzioni, quali: parco intercomunale, punto di sosta lungo la prevista pista ciclabile e qualora si prevedessero attrezzature per i natanti, potrebbe essere utilizzata come importante attracco anche per le piccole imbarcazioni.

L'accesso all'isola sarà assicurato dall'attuale ponte provvisorio, che oggi prolunga la SP 15 in sostituzione del ponte storico di Final di Rero (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

Tale ponte provvisorio era stato previsto con la funzionalità temporanea di deviare il traffico locale durante i lavori di rifacimento del ponte storico: ne era di fatto prevista la futura demolizione. Il collegamento all'isola sarebbe stato assicurato dalla realizzazione di una nuova passerella ciclopedonale; tuttavia, al fine di sfruttare le opere esistenti, comunque di nuova realizzazione, e di minimizzare le attività di demolizione e di conferimento a discarica, è stata perseguita la scelta di mantenere il ponte esistente quale futura passerella di collegamento all'isola. È comunque necessario prevedere interventi di adeguamento estetico del ponte provvisorio al fine di aderire al contesto ambientale e ricreativo della futura isola.

La rivegetazione dell'area interessata dall'isola prevede le seguenti piantumazioni, pari a complessive 1.617, suddivise per le tipologie di intervento previste:

- Viale alberato, piazza, aree da attrezzare, aree giochi:
 - *Quercus robur* (Farnia): n°201
- Arbusti:
 - *Acer campestre*: n°85
 - *Laurus nobilis*: n°85
 - *Spartium junceum*: n°85
 - *Sorbus aucuparia*: n°85
 - *Tamarix gallica*: n°85
 - *Viburnum tinus*: n°85
- Bosco con sesto d'impianto rado:
 - *Acer campestre*: n°25
 - *Quercus robur*: n°25
 - *Fraxinus ornus*: n°25
 - *Ulmus campestris*: n°25
 - *Carpinus betulus*: n°25
 - *Populus alba*: n°25
- Bosco con sesto d'impianto fitto:
 - *Acer campestre*: n°52
 - *Quercus robur*: n°52
 - *Fraxinus ornus*: n°52
 - *Ulmus campestris*: n°52
 - *Carpinus betulus*: n°52
- Bosco con prevalenza di Ontano (*Alnus glutinosa*)
 - *Alnus glutinosa*: n°116
 - *Quercus robur*: n°19
 - *Carpinus betulus*: n°19
- Alberatura per aree da attrezzare:
 - *Acer campestre*: n°154
 - *Carpinus betulus*: n°154
- Bosco di pioppo bianco:
 - *Populus alba*: n°34.

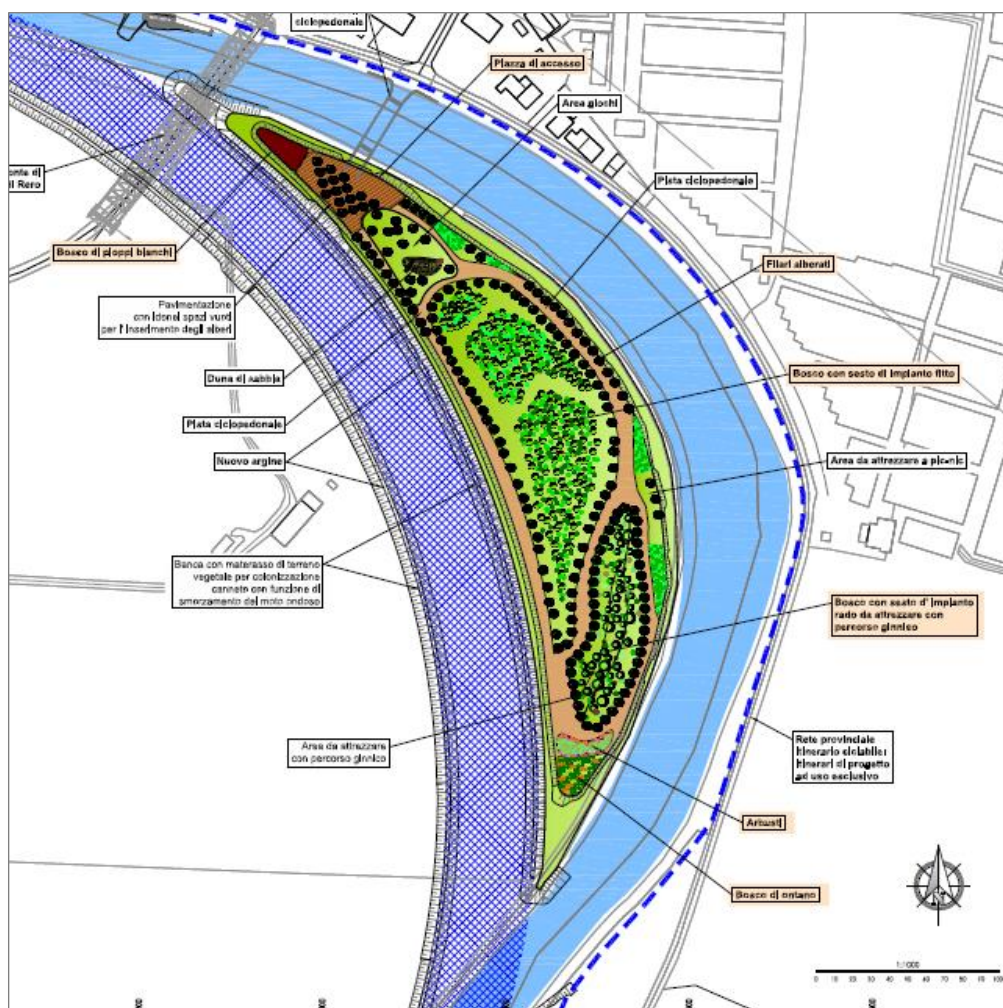


Figura 18 – Planimetria della nuova isola sistemata a verde e con interventi per la fruibilità da parte della collettività

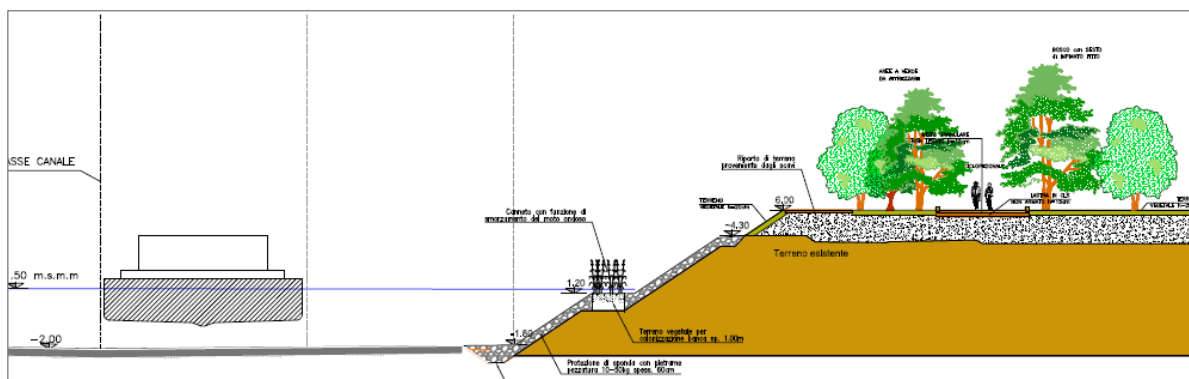


Figura 19 – Sezione trasversale della linea navigabile in fregio alla nuova isola

4.6 RIQUALIFICAZIONE PONTE PROVVISORIO ESISTENTE

Come illustrato in Figura 2, l'attuale attraversamento del Po di Volano a partire dall'incrocio tra la SP15 e la SP23 (a ovest dell'area di lavoro) è ad oggi garantito dal ponte storico, oggetto di demolizione, e dal ponte provvisorio reso necessario per la deviazione del traffico locale durante l'esecuzione del nuovo ponte a due campate.

L'attuale tratto in approccio al ponte provvisorio è caratterizzato da una strada di tipo E, che si ritiene adeguata all'utilizzo provvisorio e al traffico da cui verrà percorsa. Sul ponte provvisorio, a vantaggio della sicurezza veicolare, venne scelta la larghezza delle corsie pari a 3.25 m, larghezza banchine pari a 0.50 metri, per una larghezza stradale complessivamente di 7.50 m. Il ponte provvisorio, come l'attuale viabilità annessa, è in grado di sostenere le categorie di traffico indicate nella tabella 3.2.d del D.M. del 2001.

Il ponte provvisorio è un ponte a campata unica di luce di calcolo pari a 30.0 m (Figura 20). Esso si sviluppa con andamento rettilineo su un'unica carreggiata (Figura 21) con l'impalcato di larghezza complessiva $B = 8.90$ m (dei quali 7.50 m transitabili).

Il manufatto è realizzato mediante sette travate metalliche con soletta in c.a. collaborante disposte con interasse 1.16m e traversi metallici a parete piena aventi interasse pari a 3.00 m e 2.60 m.

Le travi in acciaio hanno altezza costante lungo il loro sviluppo longitudinale pari a 0.84 m. Il ponte è di tipo integrale, ciò significa che il tipo di vincolamento della struttura prevede un incastro tra impalcato e spalla.

La realizzazione della soletta d'impalcato è stata eseguita con il sistema costruttivo "a prédalles", armate con tralicci tipo Bausta (o similari), autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta. La prédalles è costituita da una lastra di acciaio dello spessore di 10 mm. La prédalles risultano continua su tutta la larghezza dell'impalcato e saldata alle anime della trave longitudinale, per questo motivo fungerà poi anche da piattabanda superiore della trave longitudinale dell'impalcato.

La spalla è costituita da un palancolato metallico in cassoni CAZ 46 disposti ad interasse pari a 1,16 m. Ciascun cassone CAZ 46 è composto da due coppie di AZ 46 anteriori (lato Idrovia) di lunghezza pari a 22,84 m e da due coppie di AZ 46 posteriori (lato terreno) di lunghezza pari a 22,0 m.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici del PROGETTO COSTRUTTIVO realizzato da impresa esecutrice dei relativi lavori.

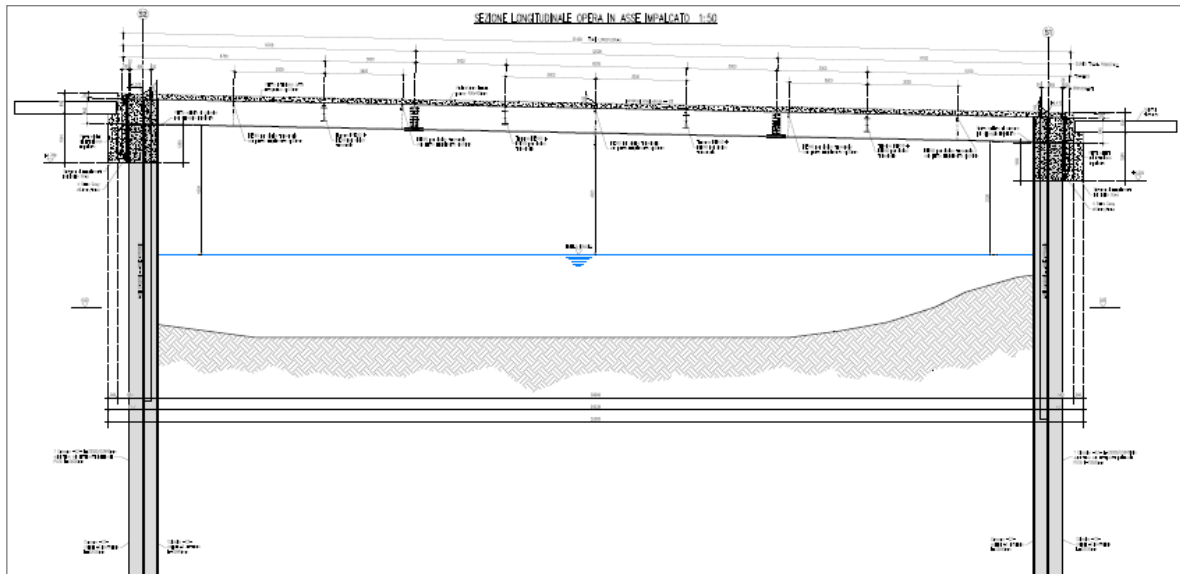


Figura 20 – Sezione longitudinale del ponte provvisorio

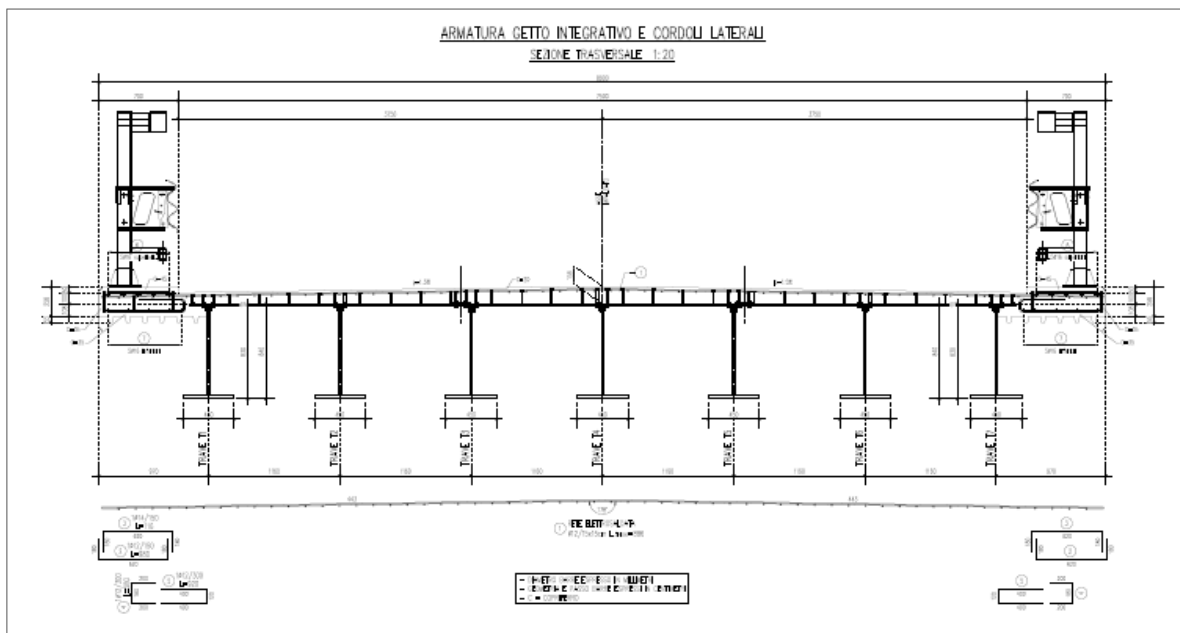


Figura 21 – Sezione trasversale dell'impalcato del ponte

Nel presente PROGETTO ESECUTIVO si prevede, a conclusione dei lavori, la conversione dell'attuale ponte provvisorio in passerella ciclo-pedonale per l'accesso alla nuova isola; pertanto, diversamente da quanto previsto nelle versioni progettuali pregresse, la nuova passerella non sarà realizzata secondo lo schema progettuale pregresso (Figura 22), ma deriverà dal riutilizzo di un manufatto esistente.

Tale iniziativa genera molteplici vantaggi rispetto alla soluzione precedente:

- Non sono da prevedersi interventi di demolizione, con alleggerimento delle attività di cantiere e minimizzazione dei conferimenti a discarica
- L'attuale ponte provvisorio è costituito da n°2 semplici spalle, e non prevede pile in alveo. La passerella storicamente prevista è invece caratterizzata da n°2 pile in alveo. Nella configurazione qui prevista si evita di introdurre lavorazioni in alveo e si riduce al minimo il disturbo al deflusso fluviale generato dagli elementi in alveo
- Viene incrementata la larghezza utile netta percorribile dell'impalcato, che risultava pari a 4 m nel progetto PREGRESSO e pari a 7.5 m nel presente progetto ESECUTIVO
- Non si introducono nuovi manufatti oggetto di collaudo.

L'ubicazione del ponte provvisorio esistente (Figura 25) è approssimativamente corrispondente all'ubicazione prevista per la passerella (Figura 24): esso si posiziona lungo l'asse di via della Pace, così da essere direttamente connesso e visibile al centro di Final di Rero.

Il mantenimento della struttura esistente richiede alcuni interventi di adeguamento, previsti nel presente PROGETTO ESECUTIVO, al fine di inserire tale struttura nel contesto ambientale e naturalistico della nuova isola, di cui la passerella rappresenterà l'unico accesso.

Tali interventi possono così sintetizzarsi:

- Rivestimento delle spalle costituite da palancole con pannelli rivestiti in pietra locale. Tale rivestimento funge da richiamo ai rivestimenti analoghi previsti anche su altre strutture in elevazione, ovvero i muri di sostegno per i rilevati di progetto in appoggio al nuovo ponte di Final di Rero, i muri spondali della nuova banchina prevista a monte del nuovo ponte di Final di Rero
- Rimozione dei guard-rail bordo ponte e sostituzione con barriera in legno ed inserimento di fioriere in legno
- Fresatura dell'asfalto e sostituzione con misto stabilizzato bianco, di modo che il passaggio risulti con caratteristiche più affini al percorso ciclopedonale.

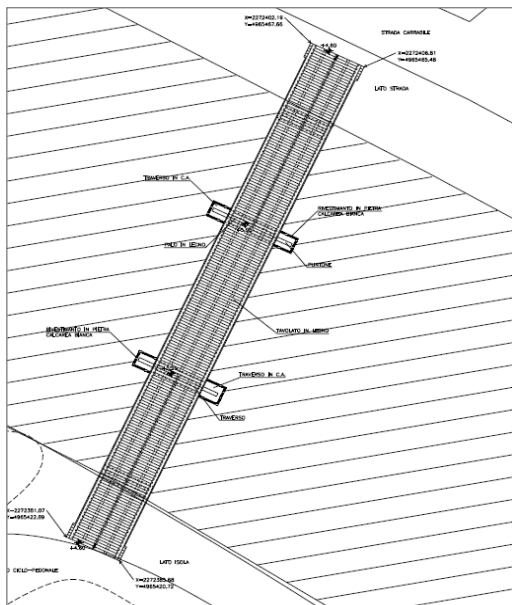


Figura 22 – Planimetria passerella ciclo-pedonale da progetto PREGRESSO

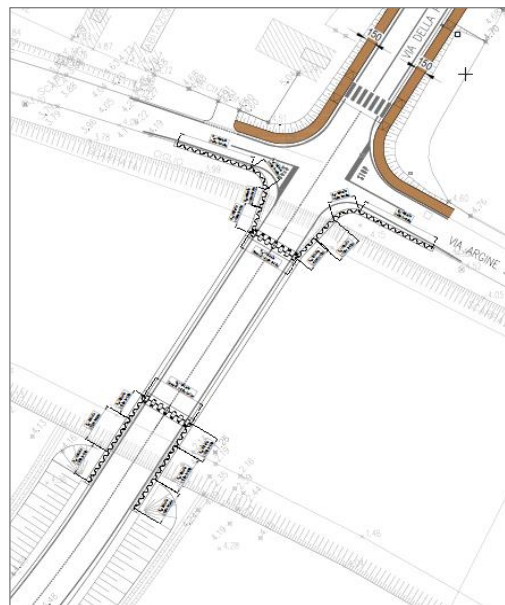


Figura 23 – Planimetria ponte provvisorio da convertire nella passerella di accesso all'isola



Figura 24 – Ubicazione planimetrica della passerella ciclo-pedonale nel progetto PREGRESSO

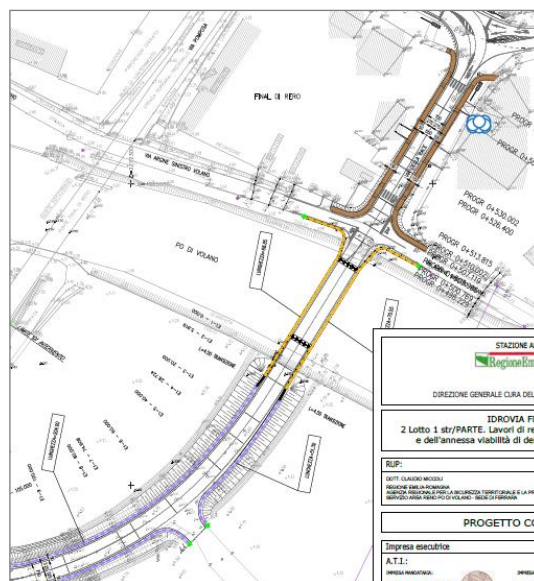


Figura 25 – Attuale ubicazione del ponte provvisorio, da convertire in passerella per accesso all'isola

4.7 SCALA DI ALAGGIO E MURO DI SPONDA

Le storiche prescrizione emesse durante la Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) sul progetto definitivo PREGRESSO prevedono la realizzazione di uno scivolo di alaggio per l'accesso al corso con piccole imbarcazioni.

Lo scivolo è da prevedersi lungo il muro di sponda, già esistente, ubicato a monte del ponte storico di Final di Rero. Le attuali condizioni del muro esistente (**Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**) richiedono una demolizione e ricostruzione complessiva della nuova struttura, nell'ambito della quale prevedere il manufatto di alaggio (Figura 26): complessivamente, la nuova banchina si estenderà per circa 80 m, mentre lo scivolo (discenderia) di sviluppa per complessivi 16 m.

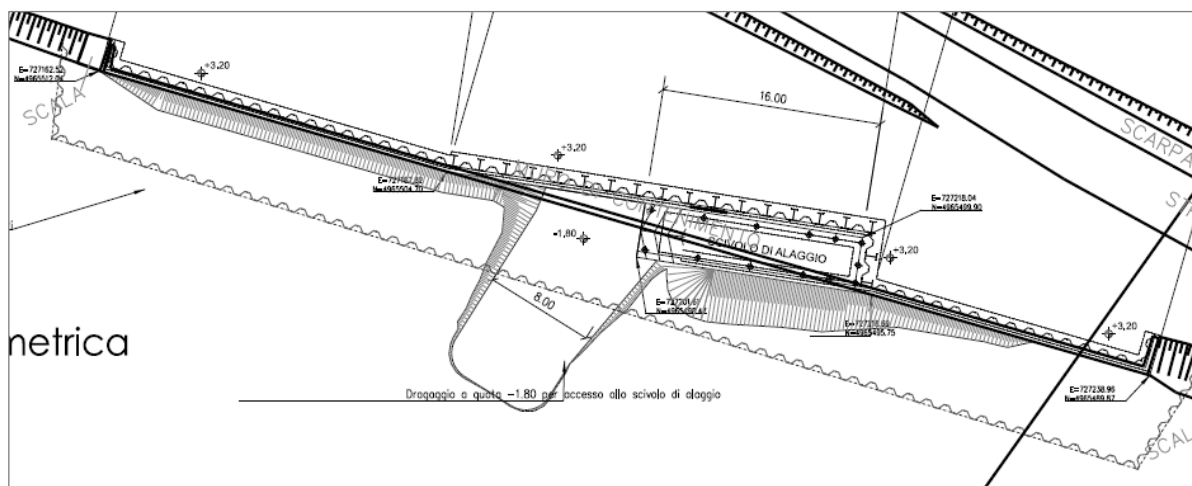


Figura 26 – Planimetria del nuovo muro di sponda previsti in sinistra idraulica a monte della nuova biforcazione e comprendente lo scivolo di alaggio

L'opera si struttura in n°2 sezioni principali, illustrate in Figura 27 e Figura 28, che consistono nel manufatto di sostegno composto da palancole in acciaio e trave di coronamento in c.a. con paramento fuori acqua rivestito in pietra locale:

- La Figura 27 illustra la sezione ordinaria del muro di banchina, all'esterno della scala di alaggio. Il sostegno è garantito da palancole tipo AZ 18-700, di lunghezza pari a 10.50 m, infisso nel terreno a quota approssimativa di circa 0.5 m s.m.m. per circa 7.50 m. La trave di coronamento è sagomata in modo da sostenere al piede il rivestimento in pietra locale. Nel punto di infissione del palancole, posto a quota approssimativa di -

0.50 m s.m.m., si prevede la posa di una berma in scapolame a protezione dall'eventuale erosione idraulica

- La Figura 28 illustra la sezione della banchina in corrispondenza della scala di allaggio; la ritenuta è costituita da un palancoato a sezione composta (del tipo HZ880MA+AZ18-700) di lunghezza complessiva pari a 15 m (HZ di altezza 15 m e AZ di altezza 8.50 m). Il manufatto della discenderia è costituito da una struttura in c.a. in appoggio al muro di contenimento, e fondata su pali prefabbricati tronco-conici di lunghezza 15 m.

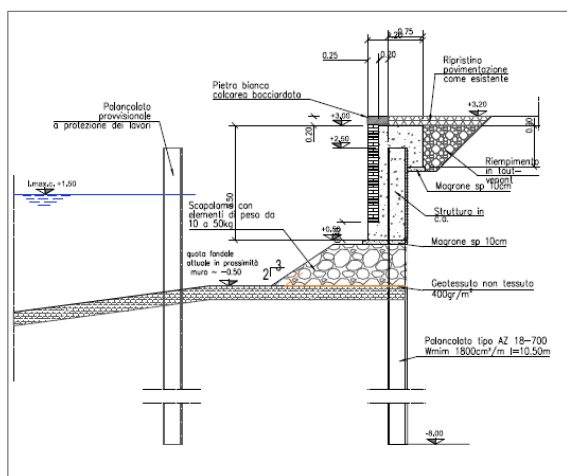


Figura 27 – Sezione trasversale della banchina

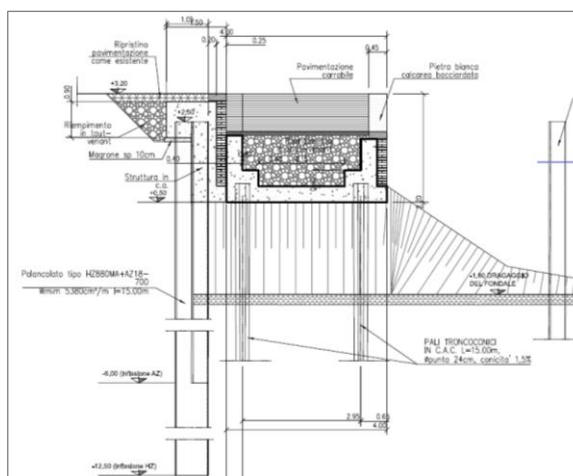


Figura 28 – Sezione trasversale della banchina in corrispondenza dello scivolo

4.8 INTERVENTI DI RINGROSSO ARGINALE LUNGO IL TRATTO MIGLIARINO-OSTELLATO

La sezione tipologica di progetto è riportata in Figura 29. La geometria attribuita all'intervento di sistemazione richiede l'adempimento dei seguenti vincoli, da rispettare secondo le seguenti priorità esposte in senso decrescente:

- Assicurare larghezza in sommità del rilevato pari a 4 m, utile per il transito dei mezzi di sorveglianza e fruibili dai cicli pedoni
- Assicurare, in ordine secondario rispetto al punto superiore, il raggiungimento di una quota uniforme pari a +4.40 m s.l.m.. Tale quota è quella corrispondente alla quota prevista nella progettazione degli interventi ricadenti all'interno del Lotto ARNI, già realizzati a valle della curva di Ostellato.

Le pendenze attribuite alle scarpate del nuovo rilevato sono pari a 3/2, caratterizzato con le precedenti campagne geognostiche eseguite e compatibili con la stabilità geotecnica del materiale oggetto di scavo.

L'attività di posa del materiale sarà svolta secondo il seguente procedimento:

- Rimozione della vegetazione esistente, da suddividersi in alberi ad alto fusto, cespugli o semplicemente copertura erbacea
- Rimozione dello scotico, per spessori di almeno 30 cm. Lo scotico sarà provvisoriamente abbancato
- Realizzazione di scavo a gradoni di lato pari ad almeno 50 cm lungo la scarpata lato campagna, necessario per garantire l'immorsamento ottimale del materiale di rinfiaccio dell'attuale corpo arginale
- Posa del materiale di rilevato per spessori non superiori a 30 cm per rilevati eseguiti con terre appartenenti ai gruppi A2-6, A2-7, A-4, A-5 e A-6. Dovrà essere accertata, prima della stessa e compattazione del materiale, che l'umidità corrispondente sia pari all'umidità ottimale, desunta con prova AASHTO, con tolleranza di +20% o - 20%. La stesa del materiale dovrà essere seguita da compattazione con rullo a piede di montone di peso circa pari a 10 ton. Per la definizione del numero di passate si rimanda a campo prova da eseguirsi prima dell'avvio delle attività dell'Appaltatore
- Posa sulle scarpate del terreno vegetale precedentemente abbancato e successiva idro-semina con essenze erbacee autoctone. Il riutilizzo del terreno vegetale, in conformità all'Art. 24 del DPR 120/2017 sarà consentito previa verifica di non contaminazione ai sensi dell'Allegato 4 del DPR 120/2017. Tali verifiche dovranno essere eseguite a carico dell'Appaltatore
- Realizzazione della pista carrabile in sommità, di larghezza utile netta pari a 3 m, costituita da posa di 30 cm di materiale misto stabilizzato granulometricamente, avvolto in geotessuto non tessuto di grammatura pari a 400 gr/m². La miscela per i materiali da stabilizzare granulometricamente sarà composta da ghiaia o pietrisco, sabbia, limo e argilla i cui componenti corrispondono ad una curva granulometrica compresa all'interno del fuso di Talbot.

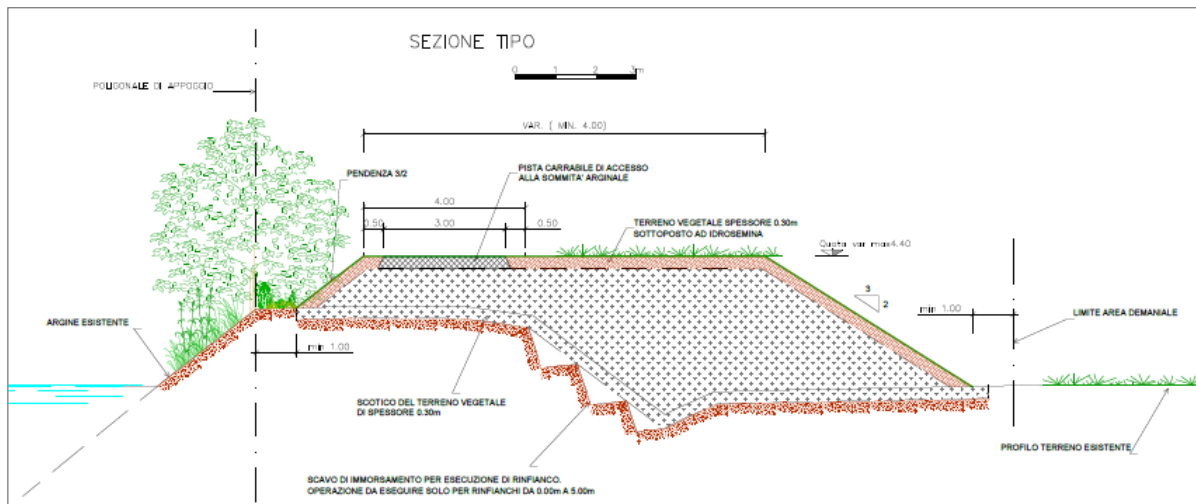


Figura 29 – Sezione tipologia degli interventi di rialzo e modellamento arginali lungo il tratto di Migliarino-Ostellato

5 GESTIONE DELLE MATERIE

Le attività produttive che interessano la produzione di materie nell'ambito del presente progetto sono da ricondursi alle seguenti WBS, con descrizione di approfondimento riportata ai paragrafi successivi:

1. ADEGUAMENTO IDROVIA:

- a) Scavo di terreno sopra falda da mezzo a terra, lungo la nuova curva in fregio all'isola
- b) Scavo di terreno in falda da mezzo a terra, lungo la nuova curva in fregio all'isola
- c) Scavo di terreno da mezzo natante, lungo il tratto idroviario esistente del Po di Volano
- d) Riporto di terreno per la sagomatura delle sponde da natante, lungo il tratto idroviario esistente del Po di Volano

2. PROTEZIONE SPONDE:

- a) Approvvigionamento e messa in opera di materiale lapideo
- b) Riporto di terreno per la rivegetazione delle banche

3. ISOLA

- a) Riporto e sistemazione del materiale proveniente dagli scavi

4. VIABILITA' (si trascurano ai fini della valutazione sulla gestione delle materie le quantità relative a binder e usura)

- a) Rimozione e abbancamento provvisorio di terreno vegetale
- b) Scavo di terreno
- c) Riporto di terreno di bonifica
- d) Realizzazione rilevato
- e) Posa di terreno vegetale sulle scarpate
- f) Realizzazione di strato anticapillare (4-40 cm)
- g) Posa di misto granulare stabilizzato
- h) Posa di tout-venant per strato di base
- i) Fresatura degli strati bitumati delle strade oggetto di dismissione
- j) Demolizione rilevati stradali non corrispondenti alla viabilità definitiva

5. OPERE D'ARTE

- a) Scavi e rinfianchi per le opere di spalla S1, S2 e Pila
- b) Demolizione e successivo conferimento a discarica delle spalle e pile esistenti, e delle n°3 campate laterali del ponte esistente di Final di Rero

- c) Rimozione terreno vegetale e scavi a tergo del muro di sponda esistente a monte di Final di Rero in sinistra idraulica
- d) Demolizione e successivo conferimento a discarica del muro di sponda esistente
- e) Rinfiacco in tout-venant e sistemazione di scapolame di protezione al piede del nuovo muro di sponda e del relativo scivolo di alaggio

6. MIGLIARINO OSTELLATO

- a) Rimozione del terreno vegetale
- b) Realizzazione del rilevato arginale
- c) Posa in opera di terreno vegetale
- d) Posa di misto granulare stabilizzato

7. CANTIERIZZAZIONE

- a) Scotico delle aree di cantiere, e realizzazione delle relative pavimentazioni
- b) Successiva rimozione della pavimentazione per tutte le aree di cantiere, a meno dell'isola; conferimenti a discarica per le parti di pavimentazione in calcestruzzo
- c) Sistemazione delle aree di cantiere con posa finale del terreno vegetale precedentemente abbancato.

Si riporta nel seguito la descrizione delle attività inerenti al ciclo delle materie e relativa quantificazione per ciascuna delle categorie d'opera sopra elencate.

5.1 ADEGUAMENTO IDROVIA

I lavori di adeguamento dell'idrovia consistono principalmente in attività di scavo e di sagomatura dell'alveo fluviale al fine di garantire il necessario rettangolo di navigazione richiesto.

Al fine di stimare correttamente le lavorazioni associate alla gestione delle terre in funzione del rispettivo stato di qualità fisica, l'escavo può suddividersi in

- Scavo da mezzo natante; nella successiva tabella, l'attività è ripartita tra la pk 0-600, +600-1052.95 e la pk 1052.95 -2739
- Scavo da terra sopra falda, da realizzarsi con mezzi meccanici a terra
- Scavo da terra sotto falda, da realizzarsi con mezzi meccanici a terra.

L'intero materiale viene temporaneamente abbancato presso il sito di deposito intermedio allestito in corrispondenza dell'isola. Dopo i tempi necessari per l'eventuale asciugatura ed il

raggiungimento dell'umidità ottimale, il materiale viene trasportato su mezzo natante ed impiegato per le attività di sagomatura lungo il tratto idroviario di Final di Rero e di rialzo arginale presso Migliarino-Ostellato.

A tal proposito, l'idoneità del materiale è già stata comprovata, sia dal punto di vista chimico che fisico, durante le campagne di indagini precedenti.

Si prevede una verifica anche in corso d'opera relativa alla classificazione geotecnica del materiale secondo gli standard AASHTO e allo stato di qualità chimica secondo il set analitico minimale esposto in Tab. 4.1 del DPR 120/2017.

Le verifiche saranno svolte su cumuli di 5.000 m³, e riguarderanno:

- Verifica di appartenenza alla classe A2.6 – A2.7 – A4 – A5 – A6 – A7 secondo CNR UNI 2006 (ASTM D422-63 – ASTM D4318-95). Nel caso di riutilizzo per rilevati stradali si dovrà verificare l'appartenenza alla classe A.1 – A2.4 – A2.5, e anche A2.6 – A2.7 per materiale proveniente da scavi in loco. La verifica viene condotta con analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione, con determinazione dei limiti di Atterberg e dell'indice di plasticità
- determinazione dell'umidità naturale su campioni in laboratorio (ASTM D2216-92) e in sito mediante idrometro per verificare il rispetto dei valori ottimali ottenuti con la prova Proctor
- che il materiale sottoposto ai test relativi al set analitico minimale previsto nella Tab. 4.1 del DPR 120/2017 e che il grado di contaminazione non superi le CSC relative a col. A, Tab. 1, All. 5, Titolo V, Parte IV, DLgs 3 aprile 2006, n. 152

Qualora lo scavo interessi materiale di riporto, ai fini del riutilizzo è da verificare che il materiale di origine antropica non sia superiore del 20%, ed è da verificare un test di cessione ai sensi dell'art. 9 del DM 5 febbraio 1998 per escludere rischi di contaminazione delle acque sotterranee.

Nella seguente Tabella 3 si espongono i dati quantitativi relativi all'attività di scavo e di riporto di materiale terroso ai fini del risezionamento dell'idrovia.

Tabella 3 – Quantitativi inerenti alle lavorazioni di scavo e riporto lungo l'idrovia (ADEGUAMENTO IDROVIA)

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]	
ADEGUAMENTO IDROVIA	pk 0-600	Scavi terreno da mezzo natante	Scavi	Riporto/Rilevato	12,318.00*	
		Riporto di terreno per sagomatura sponde		Riporto/Rilevato	2,152.00*	
	pk 600-1052.95	Scavi terreno da mezzo natante	Scavi	Riporto/Rilevato	43,034.78*	
		Riporto di terreno per sagomatura sponde		Riporto/Rilevato	2,343.92*	
	pk 1052.95-2739	Scavo terreno sopra falda (falda sottostante a 2.5 m dal p.c.)	Scavi		Riporto/Rilevato	32,862.50*
		Scavi terreno in falda da mezzo a terra	Scavi		Riporto/Rilevato	92,956.10*
		Scavi terreno da mezzo natante	Scavi		Riporto/Rilevato	103,185.62*
		Riporto di terreno per sagomatura sponde		Riporto/Rilevato	5,620.08*	

* Le quantità derivano dall'elaborazione del modello 3D derivato dagli elaborati grafici (elaborati di riferimenti II134P-IDR-002_0/II134P-IDR-006_0 e dal II134P-IDR-030_0 al II134P-IDR-039_0)

5.2 PROTEZIONE SPONDE

La protezione delle sponde viene realizzata con scogliera in massi provenienti da cava: il trasporto da cava avverrà con mezzo su gomma: dopo lo scarico nell'area di cantiere, il materiale viene trasferito su bettolina e quindi posato su sponda. Si eseguirà contestualmente la posa di terreno vegetale in corrispondenza delle banche.

I relativi quantitativi sono esposti in Tabella 3.

Tabella 4 – Quantitativi inerenti all'approvvigionamento dei massi di scogliera e riporto di materiale sciolto sulle banche (PROTEZIONE SPONDE)

	ATTIVITA'	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]
PROTEZIONE SPONDALE	DAPROGR. 0 A600	Protezione spondale	Approvvigionamento	10,297.00*
		Riporto terreno per banche	Rilevato/Riporto	2,400.00*
	DAPROGR. 600 A2739	Protezione spondale	Approvvigionamento	56,045.00*
		Riporto terreno per banche	Rilevato/Riporto	8,400.00*

* Le quantità derivano dall'elaborazione del modello 3D derivato dagli elaborati grafici (elaborati di riferimenti II134P-IDR-002_0/II134P-IDR-006_0 e dal II134P-IDR-030_0 al II134P-IDR-039_0)

Data: Settembre 2021	Rev.: 1	Doc.: II134P-CAN-001-1
----------------------	---------	------------------------

5.3 ISOLA

Il materiale proveniente dall'escavo viene temporaneamente posato in corrispondenza dell'isola. Nella fase finale dei lavori, un'aliquota del quantitativo di scavo verrà abbancata definitivamente in corrispondenza dell'isola al fine di modellare e di sagomare con l'obiettivo di riqualificare l'area. Il materiale verrà posato a rilevato e compattato per strati successivi di 0.3 m.

Su tale materiale posato definitivamente in posto dovranno essere accertate le seguenti caratteristiche fisiche, per volumi di materiale di 5.000 m³:

- Che il peso dell'unità di volume allo stato secco risulti pari ad almeno il 90 % del peso dell'unità di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale
- L'umidità naturale al momento della posa in opera dovrà possedere valori compresi fra +/- il 20% dell'umidità ottimale ottenuta nella prova di compattazione Proctor. L'intervallo di accettabilità risulta quindi $80\% w_{opt} < w_{nat} < 120\% w_{opt}$.

Nella seguente Tabella 5 si riportano i rispettivi quantitativi di materiale che verrà abbancato presso Migliarino-Ostellato.

Tabella 5 – *Quantitativi inerenti alla sistemazione definitiva di materiale sull'isola (ISOLA)*

	ATTIMITA'	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]
ISOLA	Sistemazione del materiale proveniente dagli scavi	Rilevato/Riporto		44,983.00*

* Le quantità derivano dall'elaborazione del modello 3D derivato dagli elaborati grafici (elaborati di riferimenti II134P-IDR-002_0/II134P-IDR-006_0 e dal II134P-IDR-030_0 al II134P-IDR-039_0)

5.4 VIABILITÀ

Gli interventi previsti prevedono la realizzazione di un rilevato per la viabilità provvisoria, e la successiva realizzazione della viabilità definitiva e dismissione della parte restante.

Sul materiale costitutivo della viabilità provvisoria e definitiva dovranno essere accertate, ai fini dell'accettazione, le seguenti caratteristiche almeno ogni 1.000 m³ di materiale:

DGR 603/2020. ADEGUAMENTO IDROVIA FERRARESE AL TRAFFICO IDROVIARIO DI V CLASSE EUROPEA. COMPLETAMENTO LAVORI DALLA CONCA DI VALPAGLIARO A VALLE DELLA STESSA FINO ALLA PROGRESSIVA 2750 IN LOC. FINAL DI RERO. Progetto Esecutivo	Pag. 42/60
--	------------

- Analisi granulometrica con setaccio e con prove di sedimentazione, al fine di accertare l'appartenenza alle categorie A1 – A2.4 – A2.5 (CNR UNI 10006). La verifica viene condotta con analisi granulometrica per setacciatura e sedimentazione, con determinazione dei limiti di Atterberg e dell'indice di plasticità.

Sul materiale posato dovranno essere accertate le seguenti caratteristiche fisiche:

- Che il peso dell'unità di volume allo stato secco risulti pari ad almeno il 90 % del peso dell'unità di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale. La verifica è da condursi con analisi di campioni e prove su piastra
- Almeno il 50% delle prove condotte, ciascuna su volumi di 1.000 m³, dovranno dimostrare il raggiungimento di un grado di costipazione di almeno il 95 % del valore ottimale
- L'umidità naturale al momento della posa in opera dovrà possedere valori compresi fra - 20% e +20% dell'umidità ottimale ottenuta nella prova di compattazione Proctor.

Si assume che il materiale costitutivo del rilevato stradale sia reperito dalle contestuali operazioni di scavo.

I quantitativi di materie che interessano tale lavorazione sono riportati in Tabella 6.

Tabella 6 – Quantitativi inerenti alla gestione delle materie sulla viabilità provvisoria e definitiva, scavi, riporti, approvvigionamenti, demolizioni, conferimenti a discarica (VIABILITA')

ATTIVITA'		TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]
VIABILITA' PROVVISORIA	Rimozione terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	778.00*
	Scavi terreno	Scavi	Riporto/Rilevato	2,477.00*
	Bonifica	Riporto/Rilevato		3,370.00*
	Realizzazione rilevato	Riporto/Rilevato		1,586.00*
	Posa di terreno vegetale	Riporto/Rilevato		778.00*
	Realizzazione strato anticapillare (4-40 cm)	Approvvigionamento		1,005.00*
	Misto granulare stabilizzato	Approvvigionamento		413.00*
	T out-venant per strato di base	Approvvigionamento		303.00*
VIABILITA' DEFINITIVA	Rimozione terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	496.00*
	Scavi terreno	Scavi	Riporto/Rilevato	3,731.00*
	Bonifica	Riporto/Rilevato		498.00*
	Realizzazione rilevato	Riporto/Rilevato		2,027.00*
	Posa di terreno vegetale	Riporto/Rilevato		496.00*
	Realizzazione strato anticapillare (4-40 cm)	Approvvigionamento		200.00*
	Misto granulare stabilizzato	Approvvigionamento		721.00*
	T out-venant per strato di base	Approvvigionamento		399.00*
SCAVO E DISMISSIONE RILEVATI ESISTENTI	Fresatura e rimozione strati bitumati (fresatura leggera usura-binder 9cm dove la viabilità è sovrapposta a quella esistente) - 1886 mq	Scavi	Discarica	169.74*
	Fresatura e rimozione strati bitumati (fresatura completa degli strati bitumati base-binder-usura 20cm a demolizione della viabilità non-definitiva) - 4540 mq	Scavi	Discarica	908.00*
	Scavi terreni viabilità esistente e provvisoria	Scavi	Riporto/Rilevato	14,260.26*

* Le quantità derivano da ALLEGATO B - Scheda movimenti terra Viabilità (elaborati di riferimenti II134P-VIA-001-0/II134P-VIA-023-0)

5.5 OPERE D'ARTE

Le attività di scavo e di riporto riferite alle opere d'arte, che sono il ponte di Final di Rero ed il muraglione in sinistra idraulica, riguardano la demolizione dei manufatti esistenti, lo scavo per la realizzazione dei nuovi manufatti, il rinterro di rinfiacco dei nuovi manufatti e le protezioni lapidee, provenienti da cava.

La passerella ciclo-pedonale deriva dalle operazioni di conversione del ponte provvisorio esistente: in particolare, si prevede la fresatura e la sostituzione dell'attuale pavimentazione costituita da binder+usura (complessivi 9 cm) con misto granulare stabilizzato (complessivi 10 cm).

Data: Settembre 2021	Rev.: 1	Doc.: II134P-CAN-001-1
----------------------	---------	------------------------

Le rispettive quantità corrispondono a quanto riportato in Tabella 7.

Tabella 7 – Quantitativi inerenti alla gestione delle materie in corrispondenza delle opere d'arte, scavi, riporti, approvvigionamenti, demolizioni, conferimenti a discarica (OPERE D'ARTE)

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]
OPERE D'ARTE	PONTE DI FINAL DI RERO	Scavi Spalla S1	Scavi	Riporto/Rilevato	1200
		Scavi Spalla S2	Scavi	Riporto/Rilevato	1200
		Scavi Pila	Scavi	Riporto/Rilevato	2219
		Demolizione spalla nord esistente	Demolizione	Discarica	450
		Demolizione spalla sud esistente	Demolizione	Discarica	450
		Demolizione campata nord esistente 1	Demolizione	Discarica	40
		Demolizione campata nord esistente 2	Demolizione	Discarica	40
		Demolizione campata sud esistente	Demolizione	Discarica	40
		Demolizione campata centrale esistente e an	Demolizione	Discarica	50
		Demolizione pila nord esistente in alveo	Demolizione	Discarica	100
		Demolizione pila sud esistente in alveo	Demolizione	Discarica	100
		Demolizione pila nord esistente in sponda	Demolizione	Discarica	70
		Scavo pali Spalla S1	Scavi	Discarica	495
		Scavo pali Spalla S2	Scavi	Discarica	424
		Scavo pali Pila	Scavi	Discarica	306
		Rinfianco Spalla S1	Riporto/Rilevato		630
		Rinfianco Spalla S2	Riporto/Rilevato		630
		Rinfianco Pila	Riporto/Rilevato		1900
	SCIVOLO E MURO IN SINISTRA IDRAULICA	Rimozione terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	88.8
		Scavi terreno	Scavi	Riporto/Rilevato	547.6
		Demolizione muro esistente	Demolizione	Discarica	166
		Rinfianco in terreno	Riporto/Rilevato		507.6
		Rinfianco nuovo muro in tout-venant	Approvvigionamento		40
		Riporto di terreno vegetale	Riporto/Rilevato		88.8
		Tout-venant di riempimento dello scivolo	Approvvigionamento		47
	Scapolame di protezione al piede	Approvvigionamento		126	
	PONTE CICLO-PEDONALE	Fresatura e rimozione strati bitumati (fresatura degli strati bitumati binder-usura 9cm) - 4540 mq	Scavi	Discarica	21.40
		Posa di misto granulare stabilizzato sp.10cm	Approvvigionamento		23.78

* Le quantità derivano da elaborati grafici (Ponte Final di Rero elaborati da n. II134P-STR-010_0/II134P-STR-014_0)
 Scivolo di alaggio II134P-STR-030_0/II134P-STR-035_0

5.6 MIGLIARINO-OSTELLATO

Il tratto di Migliarino-Ostellato si sviluppa per circa 4 km, e viene interessato dall'intervento di rialzo arginale.

Il materiale proviene dall'area di deposito intermedio posta in corrispondenza dell'isola, che, una volta accertate le idonee caratteristiche fisiche, viene caricato su bettolina e trasportato al tratto di Migliarino-Ostellato. Il materiale viene dunque trasferito sugli argini, e qui posato e compattato per strati successivi di 30 cm.

Sul materiale posato in posto dovranno essere accertate le seguenti caratteristiche fisiche, per volumi di materiale di 5.000 m³:

- Che il peso dell'unità di volume allo stato secco risulti pari ad almeno il 90 % del peso dell'unità di volume secco ottenuto nella prova di compattazione Proctor normale
- L'umidità naturale al momento della posa in opera dovrà possedere valori compresi fra +/- il 20% dell'umidità ottimale ottenuta nella prova di compattazione Proctor. L'intervallo di accettabilità risulta quindi $80\% w_{opt} < w_{nat} < 120\% w_{opt}$.

Preventivamente alla posa del materiale, deve essere rimosso il terreno vegetale per spessori non inferiori a 30 cm, abbancato temporaneamente e dunque riutilizzato per ricoprire l'argine rialzato.

I quantitativi complessivi da attribuire all'attività di Migliarino-Ostellato sono esposti in Tabella 8.

Tabella 8 – Quantitativi inerenti alla sistemazione delle materie in corrispondenza del tratto di Migliarino-Ostellato (MIGLIARINO-OSTELLATO)

	ATTIMITA'	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]	
SISTEMAZIONE MIGLIARINO-OSTELLATO		Rimozione terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	31,087.50*
		Realizzazione rilevato arginale		Riporto/Rilevato	183,170.00**
		Posa di terreno vegetale		Riporto/Rilevato	31,087.50*
		Posa di misto granulare stabilizzato	Approvvigionamento		5,050.80*

* Le quantità derivano dall'elaborato grafico II134P-SMO-001 e successivi

** Le quantità derivano dall'allegato Dettaglio Migliarino-Ostellato e dall'elaborato grafico II134P-SMO-001

5.7 CANTIERE

Le aree logistiche di cantiere si distribuiscono su n°2 piazzali (Figura 30):

- Area di cantiere 1, posta in fregio dell'attuale viabilità in approccio al ponte di Final di Rero
- Area di cantiere 2, posta in corrispondenza dell'isola.

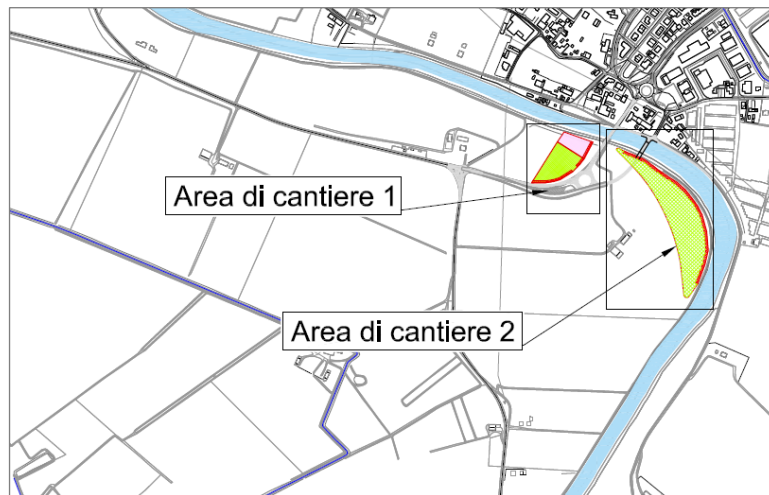


Figura 30 – Stralcio planimetriche delle aree di cantiere

Tali aree saranno sottoposte a lavorazioni di scotico e abbancamento temporaneo del terreno vegetale, e rivestite con strato di tout-venant e misto granulare stabilizzato. Solo una parte, a nord, dell'area di cantiere 1, viene pavimentata e diventa punto di deposito temporaneo degli approvvigionamenti (materiale lapideo) e dei volumi di demolizione.

A conclusione dei lavori, si prevede la rimozione del materiale lapideo posto in corrispondenza dell'area 1, la demolizione e conferimento a discarica della parte pavimentata, e il ripristino dello strato di terreno vegetale. Il materiale lapideo rimosso viene lasciato in gestione all'Appaltatore.

In corrispondenza dell'isola non si prevede invece la rimozione dello spessore granulare, che viene lasciato come base per la deposizione del materiale di rimodellamento morfologico.

I quantitativi previsti sono riportati in Tabella 9.

Tabella 9 – Quantitativi inerenti alla sistemazione provvisoria delle aree di cantiere ed alla successiva restituzione delle aree (CANTIERIZZAZIONE)

WBS	SOTTO WBS	ATTIVITA'	TIPOLOGIA DI LAVORO	DESTINAZIONE	QUANTITA' [m ³]	
CANTIERIZZAZIONE		Scotico del terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	2,310.00*	
		Posa di 30 cm di tout-venant	Approvvigionamento		2,310.00*	
		Area logistica di cantiere (S da CAD=7,700 m2)	Posa di 10 cm di misto granulare stabilizzato	Approvvigionamento		770.00*
			Rimozione di 40 cm di inerte	Scavi	Reimpiego	3,080.00*
			Posa di terreno vegetale	Rilevato/Riporto		2,310.00*
	Area per deposito temporaneo di demolizioni e approvvigionamenti (S da CAD=3,700 m2)	Scotico del terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	1,110.00*	
		Posa di 20 cm di tout-venant	Approvvigionamento		740.00*	
		Posa di 10 cm di magrone	Approvvigionamento		370.00*	
		Posa di 10 cm di c.a.	Approvvigionamento		370.00*	
		Rimozione di 20 cm di pavimentazione	Scavi	Discarica	740.00*	
		Rimozione di 20 cm di tout-venant	Scavi	Reimpiego	740.00*	
		Posa di terreno vegetale	Rilevato/Riporto		1,110.00*	
	Area per deposito temporaneo dei terreni di scavo (isola S da CAD=26,000 m2)	Scotico del terreno vegetale	Scavi	Riporto/Rilevato	7,800.00*	
		Posa di 30 cm di tout-venant	Approvvigionamento		7,800.00*	
		Posa di 10 cm di misto granulare stabilizzato	Approvvigionamento		2,600.00*	
Posa di terreno vegetale		Rilevato/Riporto		7,800.00*		

* Le quantità derivano agli elaborati grafici II134P-CAN-020-0/II134P-CAN-025-0

5.8 SINTESI E BILANCIO

Il bilancio finale dei quantitativi di materie previsti, già elencati nelle tabelle precedenti, è riportato nella seguente Tabella 10.

Si rileva che:

- Lo scavo complessivo risulta pari a 355.964,90 m³, da suddividersi in 312.294,60 m³ di terreno e 43.670,30 m³ di terreno vegetale
- Il riporto complessivo risulta pari a 303.887,90 m³, da suddividersi in 260.217,60 m³ di terreno e 43.670,30 m³ di terreno vegetale
- Viene conferito a discarica terreno condizionato (per l'esecuzione dei pali) in quantitativo pari a 1.225,00 m³
- Resta onere dell'Appaltatore la destinazione finale di 50.852 m³ di terreno di esubero. Tale esubero è generato dalle attività inserite nelle OPERE COMPLEMENTARI A, la cui realizzazione è subordinata al reperimento da parte della Stazione Appaltante dei

finanziamenti necessari. In caso i relativi lavori venissero avviati, l'Appaltatore dovrà provvedere all'identificazione dei siti di conferimento finali e alla redazione di apposito Piano di Utilizzo

- L'approvvigionamento di materiale lapideo risulta complessivamente pari a 88.890,58 m³, di cui rimane nella disponibilità dell'Appaltatore 3.820,0 m³
- Vengono conferiti a discarica complessivi 1.225 m³ di terreno condizionato (per l'esecuzione dei pali di fondazione) e 3,345.14 m³ di materiale di demolizione.

Tabella 10 – Bilancio finale delle quantità di materie

TERRENO				TERRENO VEGETALE		
SCAVI	RIPORTI	DISCARICA	CER	SCAVI	RIPORTI	DISCARICA
12,318.00	2,152.00	495.00	17 05 04	778.00	778.00	
32,862.50	7,964.00	424.00	17 05 04	496.00	496.00	
92,956.10	2,400.00	306.00	17 05 04	88.80	88.80	
146,220.40	8,400.00			31,087.50	31,087.50	
2,477.00	44,983.00			2,310.00	2,310.00	
3,731.00	3,370.00			1,110.00	1,110.00	
169.74	1,586.00			7,800.00	7,800.00	
908.00	498.00					
14,260.26	2,027.00					
1,200.00	630.00					
1,200.00	630.00					
2,219.00	1,900.00					
495.00	507.60					
424.00	183,170.00					
306.00						
547.60						
312,294.60	260,217.60	1,225.00		43,670.30	43,670.30	-
MATERIALE LAPIDEO				DEMOLIZIONE		
APPROWIGIONAMENTI	SCAVO (a disposizione Appaltatore)			DEMOLIZIONI	DISCARICA	CER
10,297.00	3,080.00			450.00	450.00	17 01 01
56,045.00	740.00			450.00	450.00	17 01 01
1,005.00				40.00	40.00	17 01 01
413.00				40.00	40.00	17 01 01
303.00				40.00	40.00	17 01 01
200.00				50.00	50.00	17 01 01
721.00				100.00	100.00	17 01 01
399.00				100.00	100.00	17 01 01
40.00				70.00	70.00	17 01 01
47.00				166.00	166.00	17 01 01
126.00				740.00	740.00	17 01 01
5,050.80				169.74	169.74	17 03 02
2,310.00				908.00	908.00	17 03 02
770.00				21.40	21.40	17 03 02
740.00						
7,800.00						
2,600.00						
23.78						
88,890.58	3,820.00			3,345.14	3,345.14	

6 CANTIERIZZAZIONE

6.1 AREE LOGISTICHE DI CANTIERE

Le aree logistiche di cantiere si sviluppano su n°2 siti (Figura 31):

- Area di cantiere 1, posta a monte della viabilità in approccio al ponte di Final di Rero. L'area si suddivide in;
 - una parte dedicata agli uffici e parcheggi, di estensione pari a 7.700 m², con base costituita da 30 cm di tout-venant e 10 cm di misto granulare stabilizzato
 - una parte posta a nord della precedente, adibita allo stoccaggio dei materiali di approvvigionamento, in particolare materiale lapideo, e al deposito temporaneo dei materiali di demolizione. L'estensione dell'area risulta pari a 3.700 m². La base dell'area è costituita da (procedendo dal basso verso l'alto) 20 cm di tout-venant, 10 cm di magrone, uno strato di membrana impermeabile in HDPE, 10 cm di calcestruzzo con rete elettrosaldata. Tale area è attrezzata di una rete di drenaggio e di un pozzetto predisposto per lo scarico delle acque di precipitazione in Po di Volano
- Area di cantiere 2, posta in corrispondenza dell'isola, di estensione pari a 26.000 m². L'area viene rivestita con 30 cm di tout-venant e 10 cm di misto stabilizzato. L'impiego dell'area è riservato al deposito intermedio dei materiali di scavo, prima del riutilizzo ai siti di destinazione. L'estensione dell'area rende agevole la stesa per l'arieggiamento e l'asciugatura del materiale, al fine di acquisire le caratteristiche di umidità idonee per la costipazione del materiale.

Come già in precedenza osservato, prima dell'occupazione delle aree con l'attrezzatura di cantiere, si prevede la rimozione del terreno vegetale per spessori di 30 cm, l'abbancamento temporaneo su cumulo (corrispondente al tratteggio rosso in Figura 31), ed il successivo rivestimento con materiale lapideo. A conclusione del cantiere, è prevista la sistemazione dei luoghi con la stesa del terreno vegetale precedentemente abbancato.

La cantierizzazione dell'opera richiede anche la realizzazione di n°2 piarde provvisionali (Figura 32), costituite di palancoato infisso su sponda fluviale per consentire il trasferimento di materie da terra a fiume e viceversa.

La piarda nord è posta in fregio all'area di cantiere 1 e ubicata a monte del ponte di Final di Rero. L'impiego principale della piarda nord è per consentire

- il trasferimento dei materiali di demolizione da fiume a terra, in attesa della caratterizzazione (omologa rifiuto, rif. DLgs 152/06, ammissibilità in discarica, rif. DM 27/09/10, idoneità al recupero, rif. DM 186/06)
- il trasferimento di materiale lapidei di cava da terra a fiume.

La piarda sud è posta in corrispondenza dello spigolo sud della futura isola. Il relativo impiego deriva dalla necessità di trasferire il materiale abbancato temporaneamente sull'isola su mezzo marittimo, ai fine della destinazione al tratto di Migliarino-Ostellato.

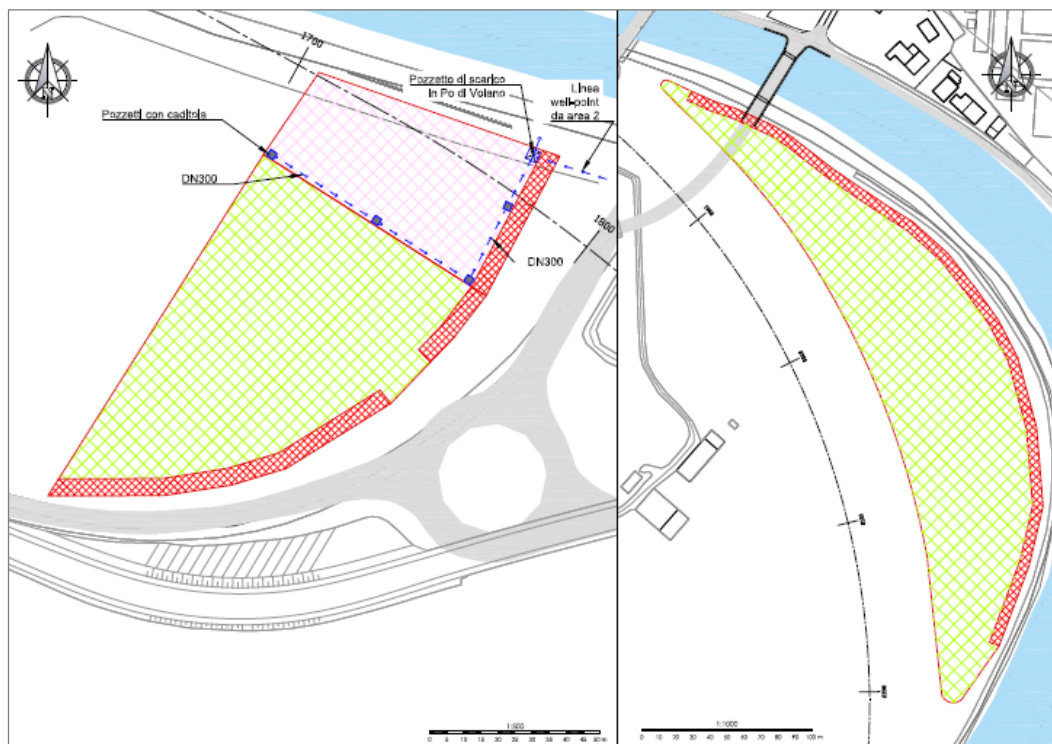


Figura 31 – Aree logistiche di cantiere

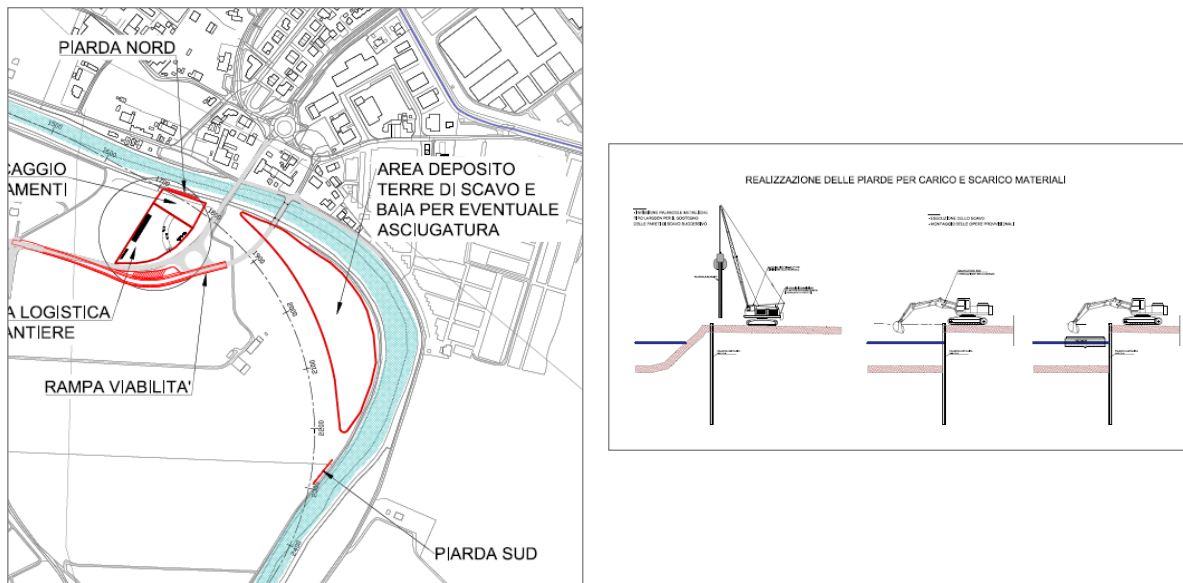


Figura 32 – Ubicazione delle n°2 piarde provvisionali e sezione rappresentativa

6.2 LAVORAZIONI PRINCIPALI

Le principali lavorazioni sono connesse alle operazioni massive, ovvero corrispondenti alle quantità maggiori, che riguardano:

- 1) Le escavazioni, quantità associata pari a 357.518,90 m³
- 2) I riporti/rilevati, quantità associata pari a 303.887,9 m³
- 3) Le protezioni a scogliera, quantità associata pari a 88.860,80 m³.

Tali lavorazioni determinano l'andamento temporale del cantiere. Prevedendo quindi una durata del cantiere stimata a 4 anni (con 200 giorni lavorativi annui), si possono derivare i regimi giornalieri di lavoro richiesti per ciascuna delle attività sopra riportate:

- 1) Le escavazioni, regime giornaliero 500 m³/g
- 2) I riporti/rilevati, quantità associata pari a 500 m³/g
- 3) Le protezioni a scogliera, quantità associata pari a 150 m³/g = 300 ton/g.

Le lavorazioni connesse alle demolizioni strutturali, alla realizzazione del ponte di Final di Rero e della viabilità annessa possono svolgersi in maniera autonoma con andamento temporale non correlato rispetto alle lavorazioni di tipo fluviale.

CICLO DELLE MATERIE DI SCAVO RIPORTO E PROTEZIONE SPONDALE

Le lavorazioni relative alla gestione delle materie di scavo si suddividono in:

- 1) Esecuzione dello scavo
- 2) Deposito temporaneo sull'area di stoccaggio
- 3) Trasporto dall'area di stoccaggio al sito di destinazione finale
- 4) Esecuzione del riporto/rilevato presso il sito di destinazione finale.

Tali attività si svolgono con riferimento alle seguenti categorie di scavo:

- A. Scavo da mezzo natante (che può riguardare la categoria pk 0-600 e la categoria pk 600-2739). Si esegue lo scavo da n°1 mezzo natante dotato di benna (n°3 operatori). Si trasporta il materiale lungo la via d'acqua fino a raggiungere la piarda SUD, dove viene scaricato. Il materiale viene movimentato con mezzo su gomma sull'isola e steso con n°1 pala e n°1 ruspa al fine di asciugarsi e raggiungere l'umidità ottimale. Non sono da escludersi lavorazioni di erpicatura del terreno posto sull'area di stoccaggio al fine di favorirne l'asciugatura.
- B. Scavo da mezzo a terra sopra falda (che riguarda esclusivamente la categoria pk 600-2739). Si esegue lo scavo da escavatore. Il materiale viene poi steso sull'isola con n°1 pala e n°1 ruspa.
- C. Scavo da mezzo a terra sottofalda (che riguarda esclusivamente la categoria pk 600-2739). Lo scavo viene eseguito da mezzo di escavatore. È necessario il preventivo abbattimento della falda mediante impianto well-point (n°2 operatori). Il materiale viene poi steso sull'isola con n°1 pala e n°1 ruspa.

La destinazione finale dei materiali di scavo può essere:

- i. Il materiale viene destinato alle attività di rialzo arginale nel tratto di Migliarino-Ostellato: il materiale di scavo viene movimentato con mezzo su gomma e con ruspa e pala dall'area di stoccaggio e caricato su mezzo natante dotato di benna, in corrispondenza della piarda sud. Il mezzo natante trasporta il materiale presso il tratto di Migliarino-Ostellato. Il materiale viene scaricato dal mezzo natante

in corrispondenza degli argini da rialzare. La realizzazione del rilevato lungo gli argini è operata da: n°1 ruspa, n°1 pala, n°1 rullo.

- ii. Riutilizzo del materiale per la sistemazione dell'isola. In tal caso il materiale rimane ubicato nell'area di stoccaggio, e viene sottoposto, mediante pala, ruspa e rullo a lavorazione di rilevato.
- iii. La parte complessiva in avanzo, considerando anche gli altri contributi provenienti dalla realizzazione della viabilità e delle opere d'arte, è lasciata alla disponibilità dell'Appaltatore, che deve provvedere alla rimozione e trasporto del materiale presso sito esterno.

Le lavorazioni associate alla fornitura e posa del materiale lapideo riguardano:

- Il trasporto su gomma del materiale proveniente da cava, a mezzo di autocarro (produzione 150 m³/g=300 ton/g che equivale a n°15 cicli di carico e scarico per autocarri di portata pari a 20 ton ciascuno)
- Lo stoccaggio provvisorio presso l'Area 1, zona pavimentata (a nord)
- Il trasferimento su bettolina dalla piarda nord a mezzo di autogrù
- La posa del materiale (produzione 150 m³/g=300 ton/g, che equivale all'impiego giornaliero di n°2 unità fluviali).

LAVORAZIONI STRADALI E PONTE

Le lavorazioni da svolgersi per la demolizione delle strutture esistenti si svolgeranno da terra o da acqua, con escavatori dotati di pinze frantumatrici e martello demolitore. La demolizione del ponte di Final di Rero sarà svolta mediante smontaggio e sollevamento degli impalcati con n°3 gru, n°2 poste rispettivamente sulle rive per la movimentazione iniziale, e ulteriore gru per l'appoggio finale su piano.

Le pile saranno demolite da acqua, utilizzando escavatori con pinze frantumatrici e martello demolitore.

Le lavorazioni stradali saranno eseguite con n°2 escavatori, n°2 pale, n°2 ruspe, n°2 rulli.

Il montaggio dei nuovi impalcati ed il varo sarà eseguito ricorrendo a n°3 gru, due posizionate sulla stessa riva per la movimentazione iniziale, e una terza posta sulla sponda opposta per l'appoggio finale su spalla e pila.

6.3 FASIZZAZIONE

Il cantiere si suddivide in n°6 fasi di lavoro, nel seguito sintetizzate con riferimento agli elaborati di cantierizzazione.

Le FASI contrassegnate da numero e lettera (es. 2a, 2b e 2c) considerano lavorazioni che sono contemporanee.

Tali FASI sono esposte con riferimento agli interventi contemplati nell'intero PROGETTO ESECUTIVO.

FASE 1

Allestimento cantiere

Realizzazione della rampa su ponte provvisorio

Realizzazione delle piarde Nord e Sud per carico e scarico materiale su chiatte/bettoline

Predisposizione dell'area deposito terre di scavo.

FASE 2a

Deviazione del traffico sul ponte provvisorio

Demolizione del ponte esistente di Final di Rero

FASE 2b

Disboscamento e riprofilatura idrovia a Nord del ponte

Sistemazione degli argini dalla progr. 0 alla progr. 600

FASE 2c

Scavo idrovia a Sud del ponte dalla progr. 1900 alla progr. 2250 e rialzo argini Migliarino-Ostellato

Palancolato provvisorio da realizzare lato acqua in fregio al muraglione e alla pila centrale del ponte nuovo di Final di Rero

FASE 3a

Realizzazione spalle, pila e muri di sostegno delle rampe di approccio al ponte

FASE 3b

Realizzazione dello scivolo di alaggio e del muro

FASE 3c

Conclusione riprofilatura tratto Nord

FASE 4a

Posa del materiale di scogliera tratto Nord del ponte

FASE 4b

Varo del ponte di Final di Rero

FASE 4c

Scavo del tratto idroviario inferiore al ponte di Final di Rero

FASE 5a

Deviazione del traffico su nuovo ponte di Final di Rero

FASE 5b

Rivestimento a scogliera del nuovo tratto idroviario in fregio all'isola lavorando da terra

FASE 5c

Sistemazione a verde dell'isola

FASE 6a

Dismissione viabilità provvisoria

Rimozione delle piarde

Conclusione del nuovo tratto idroviario in fregio all'isola

FASE 6b

Adeguamento del ponte ciclopedonale

FASE 6c

Riprofilatura e rivestimento scogliera tratto sud isola.

7 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

Avendo distinto gli interventi contenuti nel presente PROGETTO ESECUTIVO in LAVORI IN APPALTO e in OPERE COMPLEMENTATI A e B, il Cronoprogramma (elaborato II134P-CAN-040-0) si presenta in n°2 versioni:

- La prima versione riguarda i lavori complessivi; è previsto un periodo di lavoro pari a complessivi 1497 giorni naturali e consecutivi (Figura 33)
- La seconda versione riguarda le OPERE IN APPALTO; è previsto un periodo di lavoro pari a complessivi 1197 giorni naturali e consecutivi (Figura 34).

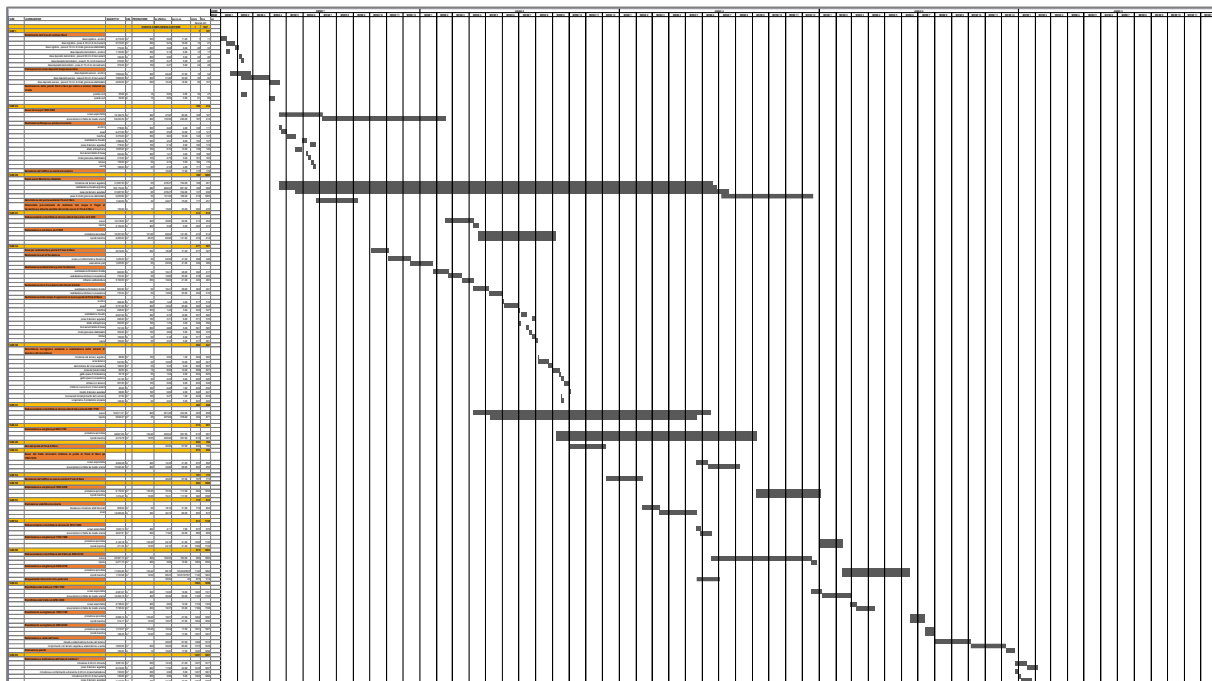


Figura 33 – Cronoprogramma dei lavori complessivi previsti nel presente Progetto Esecutivo. Il Cronoprogramma è consultabile all'elaborato II134P-CAN-040-0

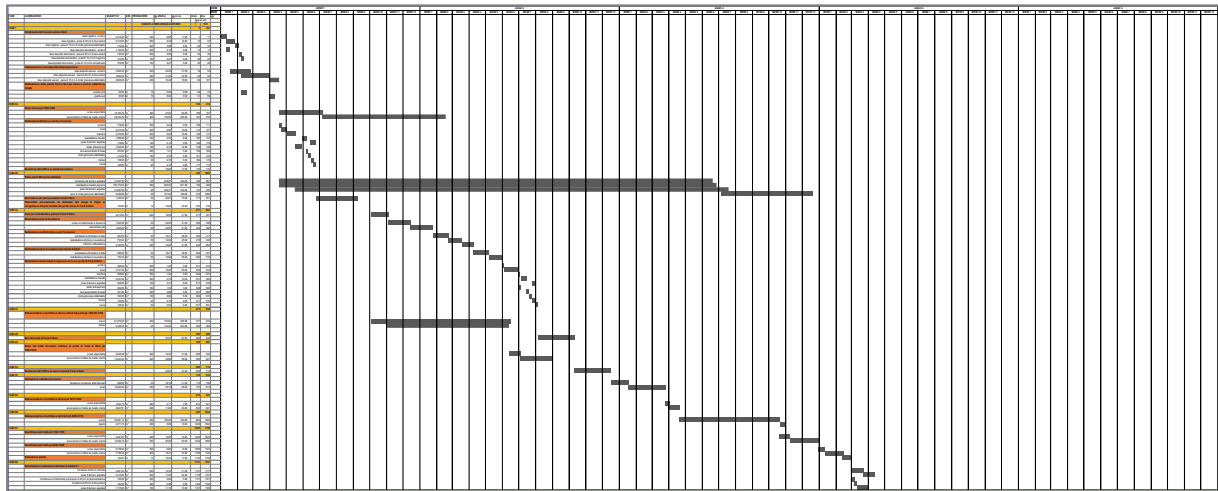


Figura 34 – Cronoprogramma dei lavori previsti nelle OPERE IN APPALTO (finanziate).. Il Cronoprogramma è consultabile all’elaborato II134P-CAN-040-0