

Inquadramento area di intervento



Esecutore del servizio: ETS S.r.l.

Committente: RFI S.p.A. - DTP Milano

Opere progettate: Opere di protezione idraulica e interventi di protezione pile

Luogo di realizzazione delle opere progettate: Linea Parma - San Zeno

Periodo di svolgimento del servizio: 01/06/2020 - 31/10/2020

Importo delle opere progettate: € 2'000'000.00

Descrizione del servizio svolto

Progettazione preliminare e definitiva delle opere di difesa idraulica mediante paratia mobile in corrispondenza dell'argine maestro destro del Fiume Po (Comune di Colorno, fraz. di Mezzano Rondani, PR) e interventi di protezione delle pile in alveo al km 20+770 della linea Parma - San Zeno, inclusi gli studi specialistici (geologia, geotecnica e idraulica), le attività di screening e autorizzazione paesaggistica, le indicazioni per la stesura dei piani di sicurezza, espropri e indennizzi, CME.

Le attività propedeutiche alla progettazione della paratia mobile hanno riguardato:

- Esecuzione di una campagna indagine al fine di definire nel dettaglio e in modo specifico le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche dell'area di realizzazione della paratia mobile;
- Rilievo topografico attraverso l'utilizzo di un GPS e un Laser Scanner al fine di ottenere una rappresentazione grafica del tracciato lungo il quale verrà posizionata la paratia mobile;
- Indagine GPR (Ground Penetrating Radar) per individuare le principali tracce dei sottoservizi/impianti presenti in corrispondenza del tracciato.

Le attività propedeutiche alla progettazione dell'intervento di protezione delle pile in alveo hanno riguardato:

- Rilievo di inquadramento plano-altimetrico con stazione totale e sistema di posizionamento satellitare GPS per la materializzazione di 2 capisaldi plano-altimetrici e il collegamento ai riferimenti esterni;
- Rilievo batimetrico con sistema Multibeam iWbms installato e integrato con Otter USV.

Con l'attività progettuale si è proceduto alla redazione di elaborati di natura generale e specialistica al fine di garantire la messa in sicurezza delle linee ferroviarie.

Paratia mobile - km 19+680



Stazione di Mezzano Rondani (PR)



Piattaforma stazione Mezzano Rondani (PR)



Ingresso alla stazione - lato nord

Protezione pile - km 20+770



Vista del ponte ferroviario



Particolare argine Po - lato Casalmaggiore (CR)

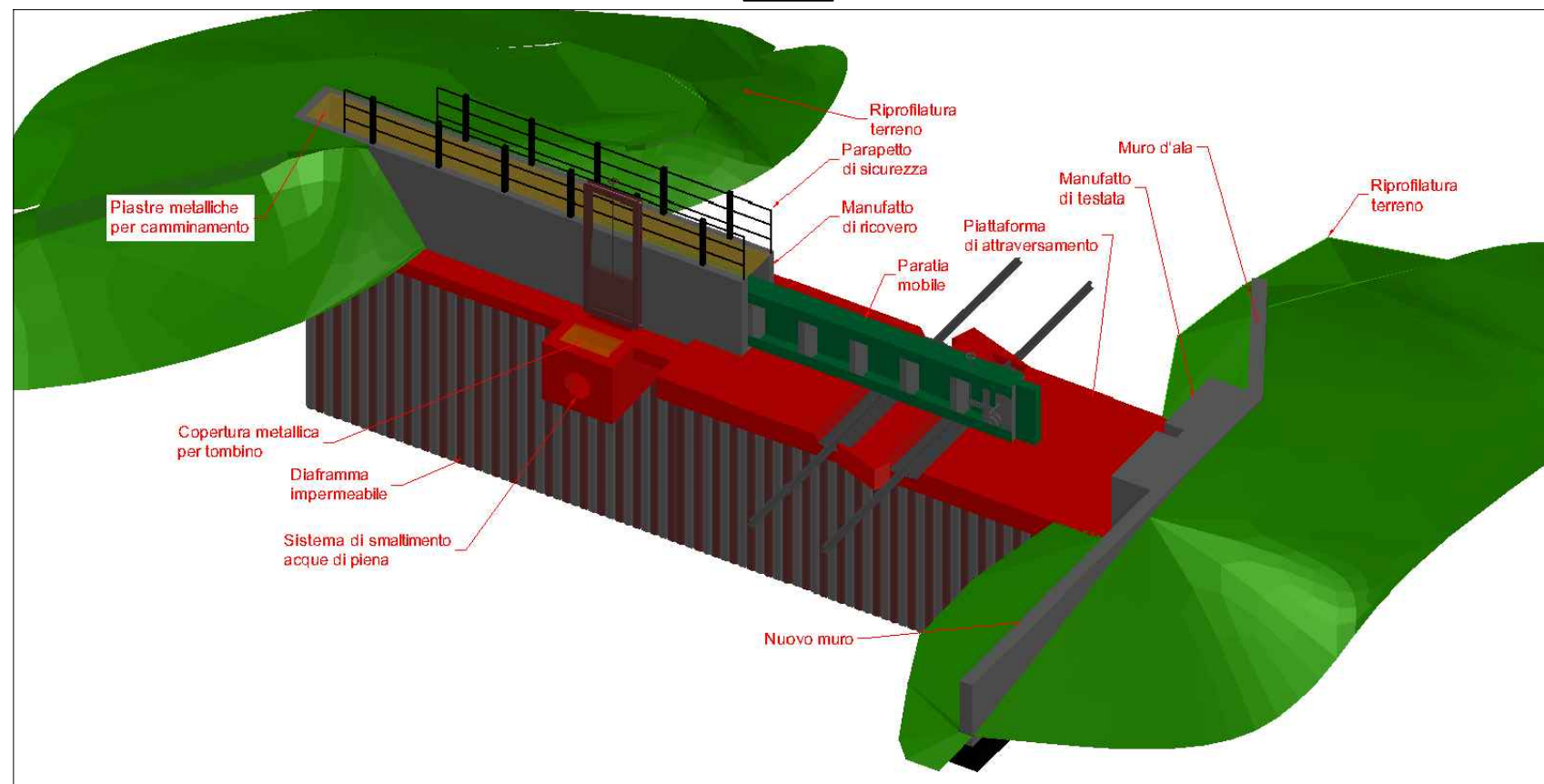


Vista area golenale

Planimetria di progetto



Vista 3D



Descrizione degli interventi: Paratia mobile - km 19+680

Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di una paratia mobile con New-Jersey metallico cavo. Lo scopo della paratia mobile è di eliminare il punto di debolezza del rilevato arginale in corrispondenza dell'intersezione argine-rilevato nella stazione di Mezzano Rondani - Colorno (PR). In caso di eventi di piena eccezionali la paratia viene posta in opera facendola scorrere su una piattaforma in c.a. che permette l'attraversamento della linea ferroviaria; la paratia viene poi attestata all'interno del manufatto di testata. Durante l'esercizio ferroviario, invece, la paratia è posta all'interno del manufatto di ricovero. Gli interventi di progetto sono completati da muri di contenimento dell'argine posti lateralmente al manufatto di testata. Al di sotto del manufatto di ricovero e della piattaforma di attraversamento è presente un diaframma impermeabile, costituito da pali secanti, che corre parallelamente allo sviluppo della paratia mobile. Infine, in corrispondenza del manufatto di ricovero si prevede la realizzazione di un sistema di smaltimento del troppo pieno costituito da un manufatto in c.a. e una paratoia.

Manufatti di ricovero e di testata

Durante l'esercizio ferroviario la paratia mobile è disposta all'interno del manufatto di ricovero. Il manufatto, in c.a., è un elemento di lunghezza pari a 10.20 m con sezione a "U". I paramenti verticali del manufatto hanno altezza di 1.60 m, spessore di 20 cm e poggiano su una base di dimensioni 120x20 cm. In caso di eventi di piena si procederà alla posa in opera della paratia mobile; in questa fase l'elemento viene attestato in corrispondenza del manufatto di testata. Tale manufatto è realizzato in c.a. e ha una lunghezza di 4.00 m. Il manufatto di testata ha uno spessore di 1.20 m.

Sistema di messa in opera

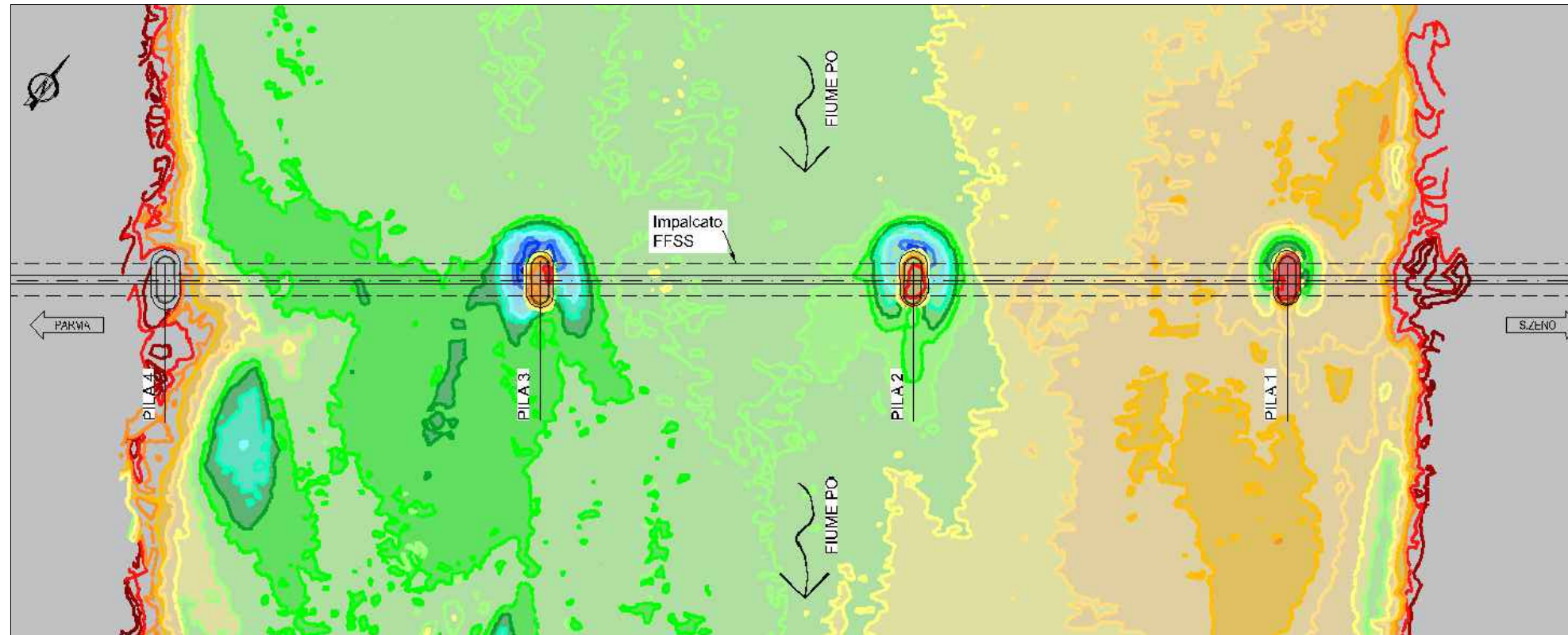
Il sistema di messa in opera, sia per motivi di operatività che di sicurezza, avviene manualmente attraverso un argano meccanico azionato dal manufatto di testata per spingere la paratia dal manufatto di ricovero e attestarla in quello di contrasto. Per garantire la tenuta idraulica finale e la facilità di messa in opera, la paratia mobile scorre sulla piattaforma attraverso ruote pesanti telescopiche ad alto carico (ed eventuali golfari per il sollevamento) che prevedono un meccanismo di messa in opera-calata delle ruote a scomparsa nell'elemento con un sistema a bilanciere. Lo scorrimento all'interno dei manufatti è garantito da un sistema di rulli che sono posti ad entrambi i lati, sia superiormente che inferiormente.

Diaframma impermeabile

Il diaframma impermeabile è posto al di sotto della piattaforma di attraversamento e del manufatto di ricovero con la funzione di protezione dal fenomeno di sifonamento. Il diaframma ha uno sviluppo di 20.30 m ed è costituito da 91 pali secanti di lunghezza pari a 5.00 m e 9 pali di lunghezza pari a 3.95 m posti al di sotto del manufatto di smaltimento delle acque. Tutti i pali sono in calcestruzzo con un diametro di 30 cm ad interasse di 20 cm.

Tutti gli interventi sono progettati per garantire un adeguato margine di sicurezza secondo le vigenti norme e sono riportati in appositi elaborati grafici.

Rilievo batimetrico area di intervento



Inquadramento plano-altimetrico

Il posizionamento plano-altimetrico durante la fase di acquisizione è stato garantito da sistemi di posizionamento satellitare GPS in modalità RTK, forniti dal Servizio di Posizionamento Interregionale GNSS della Lombardia, Piemonte e Valle d'Aosta (SPIN3 GNSS). La correzione è stata eseguita con la tecnica VRS (Virtual Reference Station). Il formato di correzione utilizzato è RTCM 3.x: formato standard per la trasmissione dati GPS/GLONASS.

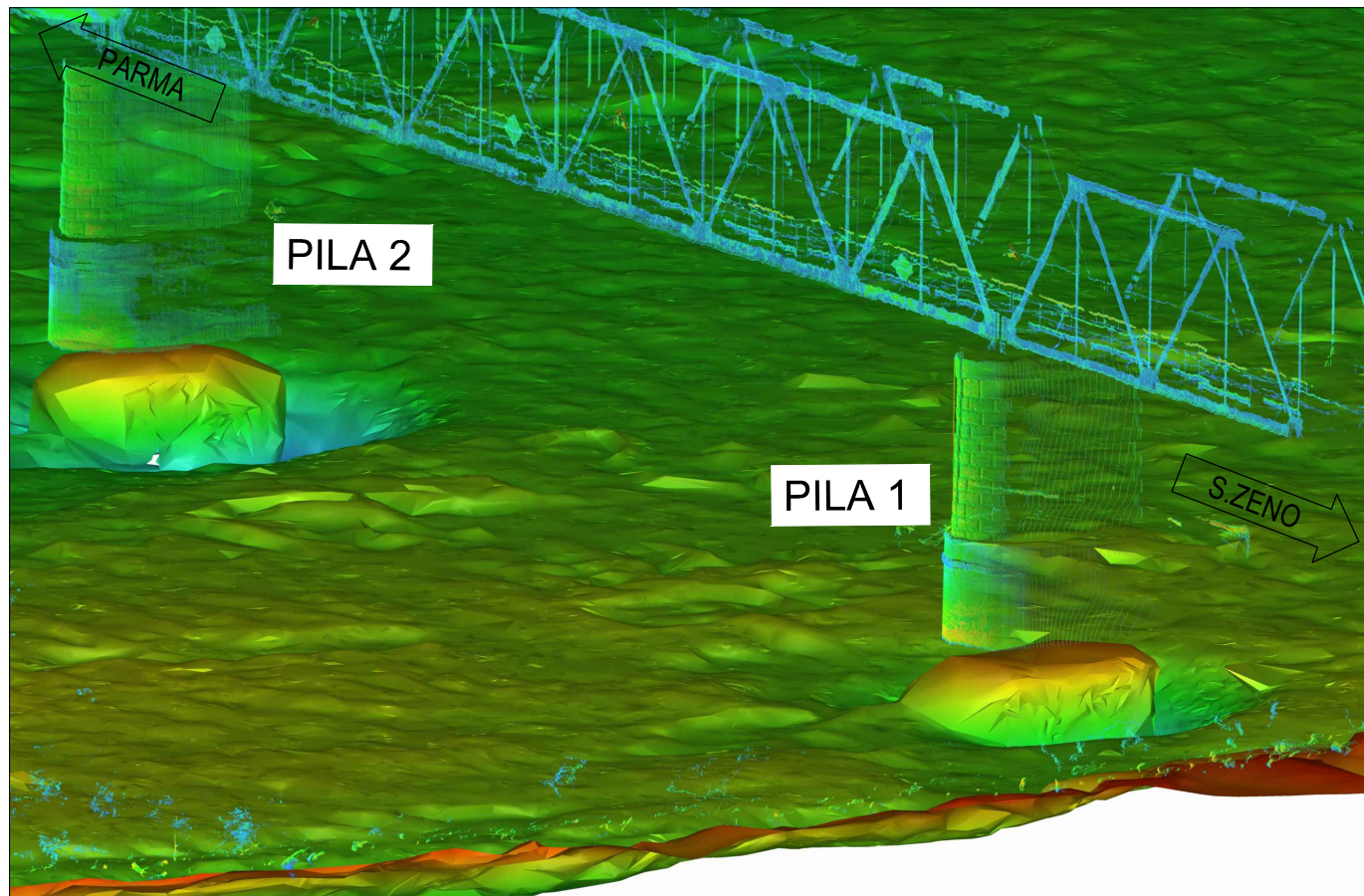
La configurazione del sistema prevede l'uso di n°2 stazioni, l'operatore invia al centro di controllo la propria posizione misurata dalla Rover Station. In base ai dati delle stazioni permanenti circostanti, la rete genera una stazione virtuale prossima al Rover e invia in tempo reale le correzioni differenziali necessarie ad ottenere accuratèzze centimetriche nella determinazione della posizione.

Rilievo batimetrico

L'attrezzatura idrografica utilizzata per eseguire i rilievi batimetrici si compone di complesse e numerose attrezzature e infrastrutture (dato altimetrico e satellitare) che nel complesso costituiscono il sistema idrografico.

Il rilievo idrografico è stato condotto utilizzando un sistema composto da *Multibeam iWbms* della Norbit e da un drone *USV* (Unmanned Surface Vehicle) della Maritime Robotics. L'acquisizione del dato è stata effettuata utilizzando il software *VCS* (Vehicle Control Station) opportunamente installato su PC dedicato. I dati di posizione unitamente ai dati acquisiti sono memorizzati per essere successivamente validati ed elaborati.

Rilievo batimetrico e nuvola di punti ponte ferroviario



Rilievo batimetrico con Otter USV



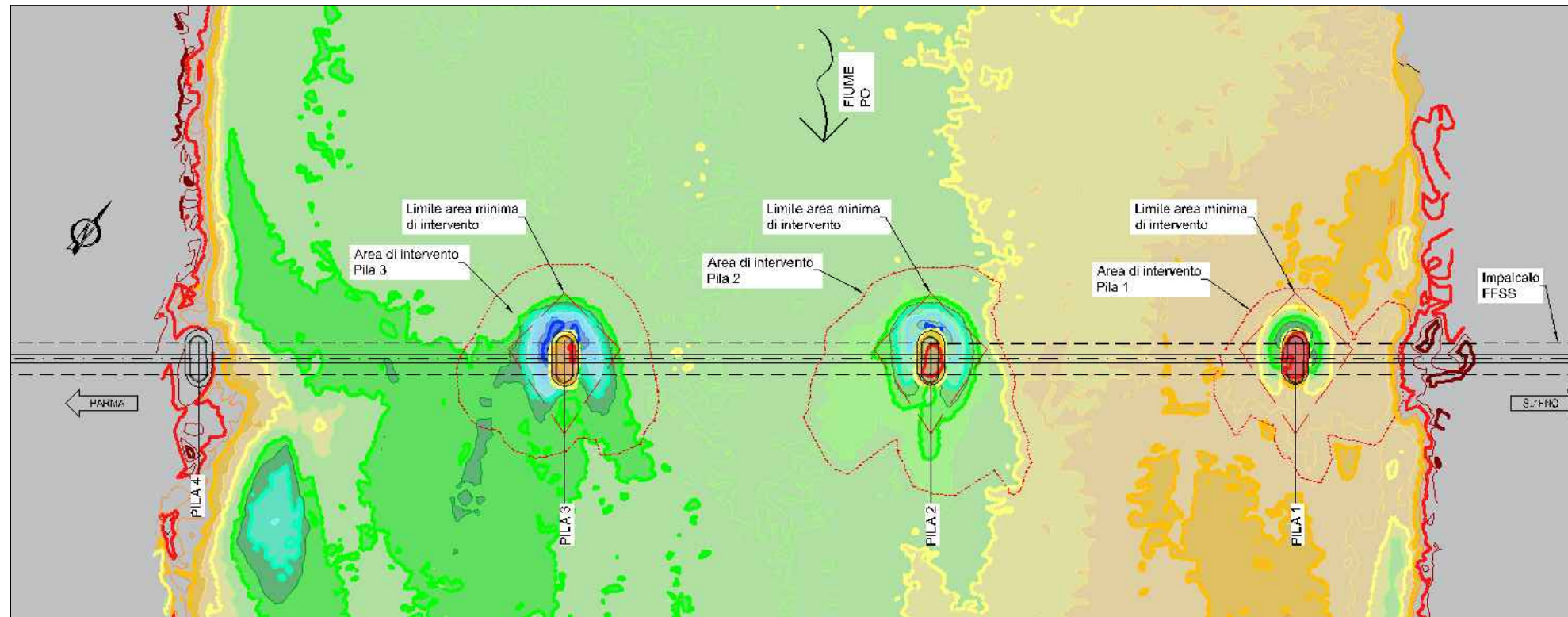
Elaborazione e restituzione dati batimetrici

I dati idrografici sono stati validati ed elaborati con il software Qimera, dal quale è stato possibile estrarre il DTM, le isobate e le sezioni. Il DTM rappresenta una riproduzione del fondo alveo di tipo matriciale dove ogni nodo viene dato dalla media delle profondità misurate all'interno di ogni celletta, le quali vengono generate dall'utente al momento dell'acquisizione. Una volta ottenuto il DTM, si è proceduto con l'estrazione delle isobate (linee che hanno la stessa profondità) ad intervallo di 0.5 m, avente come sistema di riferimento WGS 84 – UTM 32.

Risultati ottenuti

L'elaborazione dei dati batimetrici ha permesso di individuare nel tratto indagato alcune morfologie peculiari. Le principali unità morfologiche osservate sono: aree dominate dalla presenza di forme di fondo, depressioni erosive, aree a fondo piano. Le morfologie osservate risultano controllate da processi erosivi e deposizionali che interessano l'area indagata, in relazione ad aspetti morfologici e idraulici del tratto fluviale, quali la velocità della corrente, la larghezza, il gradiente del letto. In particolare abbiamo un alto tasso di trasporto di materiale, come testimonia la presenza di un "tappeto" sedimentario uniforme. In corrispondenza delle pile del ponte ferroviario, si riscontra un tasso di erosione abbastanza uniforme, con erosione massima di ca. 4 m.

Planimetria di intervento



Descrizione dell'intervento di protezione delle pile

L'intervento previsto in progetto prevede il ripristino del fondo alveo in corrispondenza di 3 pile del ponte ferroviario.

Il rilievo batimetrico ha evidenziato la presenza di processi erosivi e deposizionali che interessano l'area indagata, in relazione ad aspetti morfologici e idraulici del tratto fluviale, quali la velocità della corrente, la larghezza, il gradiente del letto. In particolare abbiamo un alto tasso di trasporto di materiale, come testimonia la presenza di un "tappeto" sedimentario uniforme. In corrispondenza delle pile del ponte ferroviario, si riscontra un tasso di erosione abbastanza uniforme.

In corrispondenza di ciascuna pila si nota una distribuzione piuttosto omogenea delle isobate. L'erosione massima è localizzata sempre a monte di ciascuna pila e raggiunge valori massimi di 4 m ca. per le pile 1 e 2, mentre per la pila 1 assume un valore massimo pari a 3 m ca.

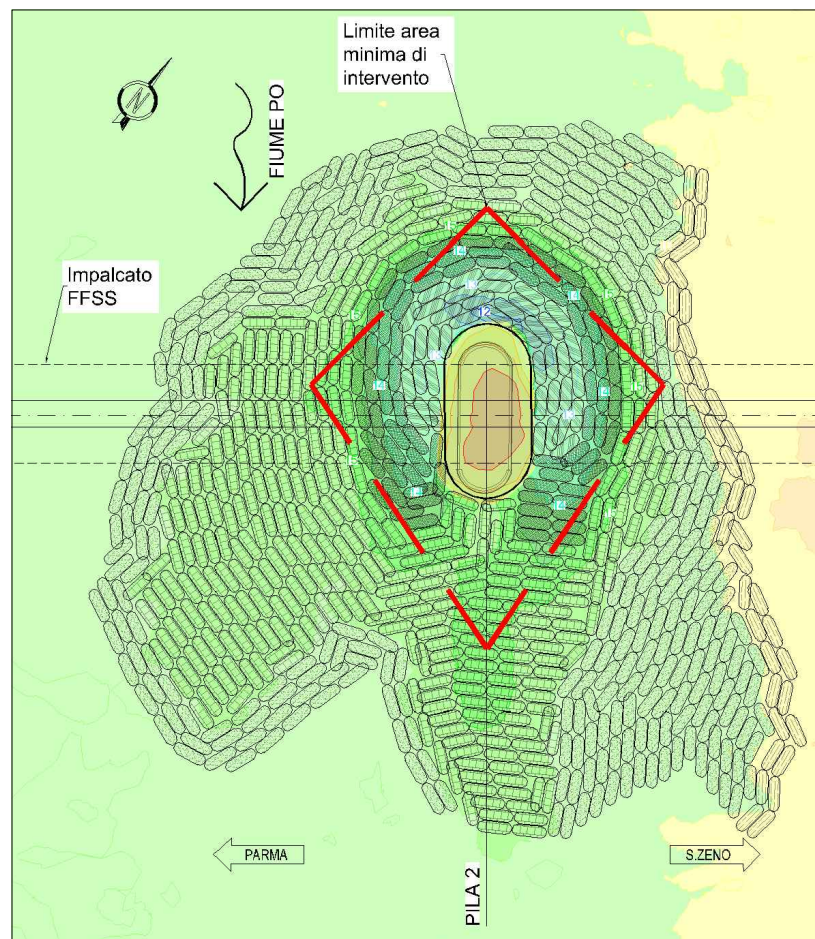
Per poter ripristinare il fondo alveo eroso in prossimità delle pile ed evitare il protrarsi del fenomeno di scalzamento locale delle pile nel tempo si prevede la posa in opera di burghe: strutture cilindriche costituite da rete a doppia torsione.

Gli elementi sono posati per ripristinare il fondo alveo nell'intorno delle pile e in prossimità delle stesse. In particolare l'area interessata dalla posa delle burghe si estende per circa 15 m a valle di ciascuna pila e per circa 10 m su ciascuno dei rimanenti lati fino a una quota di 17.50 m s.l.m.

Di seguito si riporta il numero e il volume di burghe che interessano ciascuna pila:

- Pila 1: n. 1784; ca. 1180 mc;
- Pila 2: n. 4368; ca. 2900 mc;
- Pila 3: n. 3644; ca. 2420 mc.

Dettaglio disposizione burghe - planimetria



Dettaglio disposizione burghe - sezione tipo

