

REGIONE TOSCANA



## REGIONE TOSCANA

Direzione Difesa del Suolo e  
Protezione Civile

LAVORI DI ADEGUAMENTO STATICO DEL TORRENTE CARRIONE A VALLE DEL PONTE  
DELLA RFI LINEA PI-GE.

TRATTO DA PONTE DELLA RFI LINEA PI-GE A PONTE DI VIA MENCONI.

2° LOTTO

CIG: 6756773976

CUP: F83B08000130002

## PROGETTO ESECUTIVO



Elaborato n. :

E.01.01

Scala:

Oggetto:

RELAZIONE GENERALE

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Agosto 2016	Emissione		CECCARELLI	CECCARELLI
2	Ottobre 2016	Revisione aggiunta rampa			

PROGETTO:

Ing. MARCO GIOVANNI CECCARELLI  
V.le Puccini 1780 55100 - LUCCA  
Tel.: 0583/511648 - Fax: 0583/511030  
E-mail: tecnico@deltaingegneriasrl.com

Dott. Geol. GIORGIO MAZZANTI  
Regione Toscana

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. LUIGI D'ARGLIANO  
Regione Toscana

IL R.U.P.:

Dott. Ing. ANDREA MORELLI  
Regione Toscana

019-2016



## 1. Premessa

A seguito di incarico è stato redatto il progetto dei “ *Lavori di adeguamento statico del torrente Carrione, a valle del ponte della RFI, linea PI-GE - II°lotto*”.

Per lo sviluppo del progetto è stato tenuto conto di tutti gli studi già eseguiti nel tratto ed in particolare dei seguenti:

- “*Studio idraulico del Torrente Carrione con analisi dei possibili interventi per la mitigazione del rischio*”, redatta dai Prof. Ing. Giovanni Seminara, e prof. Ing. Marco Colombini, in collaborazione con la Dott. Ing. Rossella Luchi del Dipartimento di Ingegneria Civile, Chimica e Ambientale dell'Università di Genova;
- “*Analisi strutturale dei manufatti di contenimento laterali e trasversali del T. Carrione. Valutazione dello stato attuale e proposte di intervento*”. eseguito dall' Ing. Giovanni Cardinale della società GPA Ingegneria s.r.l. di S. Giovanni Valdarno (Arezzo);
- “*Lavori di somma urgenza per realizzazione indagini geotecniche ed opere di sistemazione del sifonamento della scogliera in sponda destra del T. Carrione a monte del ponte di Via Giovan Pietro nel comune di Carrara*” Relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Luigi D'Argliano 4 Maggio 2015
- “*Lavori di somma urgenza per realizzazione indagini geotecniche ed opere di sistemazione del sifonamento della scogliera in sponda destra del T. Carrione a monte del ponte di Via Giovan Pietro nel comune di Carrara*” Relazione tecnico descrittiva di fine lavori redatta dal Ing. Riccardo Spallanzani GI.ESSE Ingegneri Associati Massa
- 

Lo scopo della progettazione è quello di definire le nuove difese di sponda finalizzate alla realizzazione delle sezioni di deflusso indicate nello studio idraulico del Prof. Seminara.

Nel tratto oggetto di intervento le nuove difese di sponda garantiscono il transito del valore di portata con tempo di ritorno trentennale stimato nello studio in 306 mc/s con un metro di franco.

## 2. Stato attuale

Il tratto oggetto di studio è stato rilevato dal Geom. Alessio Mazzetti di Prato, dopo la data del rilievo sono intervenute alcune modifiche morfologiche che hanno interessato il tratto di alveo: in particolare la costruzione della terza luce del ponte della linea ferroviaria PI-GE e l'intervento in somma urgenza di sistemazione del sifonamento della scogliera in destra a monte del ponte di via Menconi.

E' stato pertanto eseguito dal sottoscritto una integrazione del rilievo per aggiornare la geometria del tratto.

### **Sponda destra:**

Prima degli eventi alluvionali del novembre 2014, nel tratto compreso tra i due ponti, la sponda era rivestita con una scogliera in massi ciclopici.

Durante gli eventi si sono manifestati fenomeni di sifonamento nelle aree a campagna circostanti il condominio "L'Argine"; è stato pertanto eseguito in somma urgenza l'intervento di sistemazione del sifonamento con palancole metalliche di lunghezza 13.50 per uno sviluppo di circa 64.40 m.



**Fig. 1** Intervento in somma urgenza presso il condominio L' Argine



Sulla scogliera sono state fatte indagini ad opera dei tecnici intervenuti a vario titolo nel tratto con esecuzione di saggi di verifica.

Sull'opera sono state riscontrate numerose problematiche riferibili sostanzialmente ai seguenti aspetti:

- tessitura della scogliera disordinata con blocchi che risultano tra loro disarticolati in assetto instabile con presenza di vuoti;
- assenza di intasamento in calcestruzzo tra i blocchi: infatti il calcestruzzo è stato probabilmente posto in opera a scogliera montata come testimoniato dall'alto volume di vuoti compreso tra i blocchi e dalla presenza di materiale terroso tra gli stessi;



**Fig. 2** Tessitura della scogliera



**Fig. 3** Scalzamento della scogliera

L'opera, così come realizzata, non può garantire la sicurezza statica ne può garantire la sicurezza a fronte dei fenomeni di sifonamento; come testimoniato dai dissesti e dai blocchi già asportati dalla corrente.

Sempre a seguito degli eventi, con gli scavi di sbancamento conseguenti all'ampliamento di alveo ed alla costruzione della terza luce del ponte ferroviario, è stato rimosso un limitato primo tratto della scogliera.



**Fig. 4** Tratto a valle del ponte RFI in destra.

A campagna della difesa di sponda in destra è presente il terrapieno dei piazzali della linea ferroviaria fino all'incirca alla sezione 30C; più a valle in corrispondenza della Segheria Vennai inizia un argine in terra di larghezza variabile al quale sono attestati a campagna alcuni fabbricati: l'altezza della sommità arginale dal piano a campagna è di circa 4.00/4.50 m





**Fig. 5** Fabbricati in destra a ridosso dell'argine



**Fig. 6** Fabbricati in destra a ridosso dell'argine



**Sponda sinistra:**

In sponda sinistra è presente un muro d'argine costruito con materiali eterogenei, che ha subito nel tempo vari interventi di rialzamento.



**Fig. 7** Muro d'argine in sponda sinistra

Le indagini preliminari eseguite nella studio della società GPA Ingegneria s.r.l. hanno evidenziato l'assenza di collegamento tra i vari elementi del muro.

Generalmente il muro ha un terrapieno a campagna di larghezza variabile 4-12 m, in alcuni tratti sono però presenti, come in sponda destra, dei fabbricati molto vicini od addirittura addossati al muro d'argine con quota di pavimento situata a -2.50/-3.00 m dalla sommità del muro.



**Fig. 8** Terrapieno a ridosso dell'argine



**Fig. 9** Fabbricato adibito a laboratorio artigianale in sinistra a ridosso dell'argine





**Fig. 10** Fabbricato adibito a carrozzeria in sinistra a ridosso dell'argine

Lo studio geologico è stato eseguito dal Dott. Geol. Luigi D'Argliano della Regione Toscana, al quale si rimanda per la descrizione puntuale delle indagini e delle prove effettuate.

In estrema sintesi si rileva la presenza di un pacco composto da strati di materiali fini costituiti prevalentemente da *sabbie limose*, *sabbie e ghiaie*, con intercalazioni più sottili di *argille limose*, sotto il pacco di materiali fini sono presenti le *ghiaie grossolane in matrice sabbiosa*.

Gli argini sono costituiti dai materiali fini sopra descritti.



### 3. Opere in progetto

Nello studio del prof. Seminara, relativamente al tratto in esame, si prevede l'ampliamento delle sezioni e la modifica della quota di fondo con la creazione di un alveo di magra a sezione trapezoidale.

In una prima fase si procederà all' allargamento delle sezioni con mantenimento della quota di fondo attuale.

Nella seconda fase, partendo da valle si procederà alla riprofilatura del fondo alveo dell'intero corso d'acqua con abbassamento delle quote e realizzazione, nel tratto in esame, dell'alveo di magra.

Le opere in progetto sono state definite tenendo conto degli spazi molto ridotti a disposizione e dell'esistenza di edifici sia in sinistra che in destra che, in alcuni casi, sono addossati alle difese di sponda.

Le tecnologie adottate riducono al minimo i rischi di danneggiare le strutture esistenti.

I lavori sono realizzabili in varie fasi operando dall'alveo o dalla sommità arginale senza richiedere interventi di abbassamento o parziale rimozione delle attuali difese di sponda in modo da garantire, anche durante l'esecuzione, un soddisfacente livello di sicurezza idraulica del tratto.

Nel tratto in esame la portata  $Q_{Tr\ 30}$  stimata dal Prof. Seminara in 306 mc/s risulta contenuta con un franco sempre maggiore di 1 m.

Per quanto riguarda la portata  $Q_{Tr\ 200}$  stimata in 425 mc/s si osserva che anche questa è sempre contenuta al disotto delle quote arginali con franchi molto ridotti o nulli ad eccezione del tratto ubicato subito a monte del ponte di Via Menconi dove il ponte determina, nella sua attuale configurazione, un rilevante rigurgito che provoca l'esondazione in destra.

Nella ubicazione delle difese di sponda si è tenuto conto anche della possibilità di rivestire le stesse sia in sinistra che in destra con una muratura di pietrame di 25 cm di spessore.

L'intervento ha un carattere di urgenza, infatti si tratta di rendere funzionale la terza luce del ponte RFI sulla linea PI-GE prevista ed attuata nel piano degli interventi di riassetto idraulico del Torrente Carrione.

L'opera non introduce modifiche sostanziali alla configurazione dell'alveo, ma recependo lo studio idraulico del Prof. Seminara prevede la riprofilatura delle sezioni e l'adeguamento strutturale delle difese di sponda.

Per quanto sopra, vista l'urgenza e le caratteristiche del progetto, non si provvederà alla verifica preliminare di VIA (screening)

Per quanto riguarda la verifica di compatibilità delle preesistenze archeologiche, si rileva che il progetto, relativamente alle fasi contenute nel LOTTO II, non prevede scavi di approfondimento in alveo, mentre si interviene sul rilevato arginale che costituisce un oggetto di recente costruzione; pertanto ai sensi dell'art. 25 comma 1 del D.Lgs 50/2016 non si procede a detta verifica.

Per quanto riguarda la disponibilità delle aree su cui realizzare l'intervento si precisa che in sponda sinistra l'intervento rimane in alveo senza alcun interessamento di proprietà private.

In sponda destra si prevede l'occupazione di una striscia di terreno ubicata su un rilevato che fisicamente costituisce un rilevato arginale.

Sempre in sponda destra si prevede l'occupazione temporanea di una superficie adibita a piazzale e parcheggio in corrispondenza delle particelle 369, 541 ed 85 del foglio 81 come meglio indicato nel piano particellare.

## **Caratteristiche delle opere di difesa di sponda**

### **3.1 Difesa di sponda in destra**

Con riferimento alla *Tavola 5* si prevede:

- realizzazione di una paratia di micropali diametro reso del foro 240 mm lunghezza 11 m interasse di circa 0.70 m armati con tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 diametro 152 spessore 8 mm da eseguirsi dalla sommità arginale;
- smontaggio della scogliera e scavo lato fiume fino alla quota di circa -2.60 m dalla sommità del cordolo;
- realizzazione di tiranti in barra tipo Dywit diametro 32 mm da 15 m di lunghezza totale posti ad interasse di 3.50 m;
- montaggio trave portatiranti metallica e tesaggio dei tiranti
- scavo fino alla quota banca;
- realizzazione di secondo ordine di tiranti in barra tipo Dywit diametro 32 mm da 12 m di lunghezza totale posti ad interasse di 3.50 m;
- completamento della demolizione della scogliera e dello scavo fino alla quota del fondo alveo attuale;
- rivestimento provvisorio della paratia con spritz beton
- realizzazione di un diaframma in pali di jet grouting diametro 80 cm interasse 65 cm spinti fino alla profondità di -5 m con inserimento in testa di armature di collegamento;
- realizzazione di una trave testa pali da collegare al diaframma di jet grouting;
- realizzazione di rivestimento della paratia di micropali mediante una parete in calcestruzzo cementizio armato di 25 cm di spessore;
- realizzazione del cordolo in testa alla paratia;
- completamento dell'opera con recinzione da installare sul cordolo della paratia.

In sponda destra nel tratto subito a valle del ponte ferroviario verrà realizzata una rampa per l'accesso in alveo; la rampa servirà in fase di realizzazione dei lavori ed anche ad intervento realizzato per le operazioni di manutenzione del tratto di alveo.

La rampa verrà realizzata mediante un arretramento a campagna dell'opera di difesa idraulica e la realizzazione di una scogliera in massi cementati verso fiume per la realizzazione dello scivolo.



La scogliera verrà realizzata riutilizzando i massi di risulta dallo smontaggio della scogliera attuale fino all'esaurimento degli stessi, a tergo della scogliera il rilevato potrà essere completato mettendo in opera una porzione del materiale più ghiaioso derivante dagli scavi in alveo.

### **3.1 Difesa di sponda in sinistra**

Con riferimento alla *Tavola 6* si prevede:

- scavo di regolarizzazione al piede del muro di sponda esistente;
- realizzazione di un diaframma in pali di jet grouting diametro 80 cm interasse 65 cm spinti fino alla profondità di 5 m;
- riperforazione del diaframma in jet grouting con perforazioni poste ad interasse 0.80 m inserimento di armatura metallica composta da tubo in spezzoni manicottati in acciaio S355 diametro 114.3 spessore 8 mm
- realizzazione di tiranti/puntone in barra tipo Titan 52/26 da 10 m di lunghezza posti ad interasse di 4.50 m
- realizzazione di cordolo testa pali;
- realizzazione di muro in calcestruzzo cementizio armato di rivestimento del muro esistente di 30 cm di spessore con predisposizione di alloggiamento del tirante/puntone;
- realizzazione di tiranti/puntone in barra tipo Titan 52/26 da 10 m di lunghezza posti ad interasse di 4.50 m;
- completamento del muro con copertina in calcestruzzo cementizio armato estesa anche al vecchio muro;

Sulla continuità e sulle caratteristiche del diaframma in jet grouting saranno eseguiti controlli mediante:

- indagine geoelettrica tridimensionale da eseguirsi prima della realizzazione del diaframma e dopo la realizzazione dell'opera;
- carotaggi delle colonne e prove di laboratorio.

#### **4 Movimenti di terra e materiali di risulta**

L'intervento comporta la realizzazione di scavi e movimenti terra in particolare si prevede:

- scavi di sbancamento in alveo per un totale di circa 8.500 mc di cui 4.500 mc da scavarsi nella prima fase e circa 4.000 mc da scavarsi nella seconda fase di approfondimento della quota d'alveo;
- dello scavo di sbancamento di prima fase si prevede che circa 300/400 mc saranno composti dai blocchi di marmo della scogliera da demolire e da residui di calcestruzzo del materiale di intasamento.

Per l'esecuzione degli scavi sono previste le indagini finalizzate alla bonifica da ordigni bellici dell'area così come previste dal *D.Lgs 81/2008* e dalla *L. 178/2012*.

Il materiale di inerte di risulta viene caratterizzato ai sensi del *Titolo V del D.L. 162/2006*, sulla base dei dati al momento a disposizione inerenti i materiali del Carrione in questa sede è stato previsto il conferimento ad impianto di recupero inerti.

I blocchi di marmo, saranno interamente riutilizzati per la realizzazione dello scivolo della rampa di accesso all'alveo e per il raccordo provvisorio in destra a valle del tratto adeguato con il presente progetto.

#### 4. Considerazioni conclusive

Con l'intervento in progetto si prevede una tipologia di opere di difesa di sponda che potrà essere estesa con i necessari adattamenti all'intero tratto compreso tra il ponte della linea ferroviaria PI-GE ed il ponte di Via Menconi.

In relazione al finanziamento attualmente disponibile per lotto denominato "*Lotto II*" che ammonta a complessivi € 1.169.602,89 è stato individuato un primo tratto di intervento.

Il tratto si estende dal ponte RFI fino ad arrestarsi poco a valle della sezione 30B1 (*vedasi tavola 3*)

Il quadro economico dell'intervento Il Lotto è il seguente:

<b>A IMPORTO ESECUZIONE DELLE LAVORAZIONI</b>		
<b>A.1</b>	A misura	€ 812,763.80
<b>A.2</b>	A corpo	
<b>A.3</b>	In economia	€ -
<b>TOTALE A</b>		<b>€ 812,763.80</b>
<b>B IMPORTO PER L'ATTUAZIONE DEI PIANI DI SICUREZZA</b>		
<b>B.1</b>	A misura	€ 26,111.47
<b>B.2</b>	A corpo	
<b>B.3</b>	In economia	€ -
<b>TOTALE B</b>		<b>€ 26,111.47</b>
<b>TOTALE A+B</b>		<b>€ 838,875.27</b>
<b>C SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE</b>		
<b>C.1</b>	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto	
<b>C.2</b>	Rilievi, accertamenti ed indagini	€ -
<b>C.3</b>	Allacciamenti a pubblici servizi	
<b>C.4</b>	Imprevisti	€ 8,109.56
<b>C.5</b>	Acquisizione aree e immobili	
<b>C.6</b>	Incentivo art. 113 D.Lgs. 50/2016	€ 16,777.51
<b>C.7</b>	Spese tecniche relative a: progettazione, definitiva ed esecutiva nonché al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione IVA compresa	€ 56,600.00
<b>C.8</b>	Bonifica ordigni bellici IVA compresa	€ 10,000.00
<b>C.9</b>	Analisi delle terre, campagna geognostica, indagini preventive e di verifica geoelettriche, carotaggi e prove di laboratorio	€ 22,000.00
<b>C.10</b>	Collaudo statico	€ 12,688.00
<b>C.11</b>	Espropri ed occupazioni	€ 20,000.00
<b>C.12</b>	IVA 22% sui lavori	€ 184,552.56
<b>TOTALE C</b>		<b>€ 330,727.62</b>
<b>TOTALE GENERALE A+B+C</b>		<b>€ 1,169,602.89</b>

Lucca, 10.11.2016

Ing. Marco Giovanni Ceccarelli