



**Regione Toscana**

**Settore Assetto Idrogeologico**

**Master Plan**

**degli Interventi di mitigazione del rischio idraulico sul Bacino del Torrente Carrione**  
in coerenza con lo “Studio idraulico del T. Carrione con analisi dei possibili interventi per la mitigazione dei rischi” e con l’ “Analisi strutturale dei manufatti di contenimento laterale e trasversali del T. Carrione. Valutazione dello stato attuale e proposte d’intervento”

**Relazione di sintesi dello studio “Analisi strutturale dei manufatti di contenimento laterale e trasversali del T. Carrione. Valutazione dello stato attuale e proposte d'intervento” redatto dallo Studio di Ingegneria G.P.A.**



**CUP:**

**Data:**

Luglio 2016

**Scala:**

**Elaborato:**

**Allegato  
B**

**Oggetto: *Relazione 2***

**Redattori:**

**Ing. Andrea Morelli**

**Ing. Francesco Piani**

**Il Dirigente:**

**Ing. Gennarino Costabile**

**Relazione di Sintesi dello Studio**  
**“Analisi strutturale dei manufatti di contenimento laterale e**  
**trasversali del T. Carrione.**  
**Valutazione dello stato attuale e proposte d’intervento”**

## Indice

Premessa.....	3
Caratteristiche delle difese spondali .....	4
Sopralzi .....	4
Muri in c.a. ....	5
Muri a gravità.....	5
Argini in terra.....	5
Berlinesi.....	6
Edifici .....	6
Stima dei costi di intervento sulle opere arginali.....	6
Criteri di valutazione delle priorità di intervento .....	7
Interventi Prioritari sulle Opere Longitudinali.....	8
Interventi Prioritari sulle Opere Trasversali .....	10

## Premessa

Lo studio in oggetto, affidato con decreto dirigenziale n. 4242 del 22/9/2015 allo studio G.P.A., rappresenta una prima analisi di fattibilità mirata a ottenere un quadro di conoscenze più complete possibili riguardo alla situazione dei manufatti e delle opere che insistono lungo il corso del Carrione dall'abitato di Carrara fino alla foce, in accordo anche con le indicazioni fornite dallo studio idraulico DICCA UNIGE, coordinato dal Prof. Seminara. Il quadro di conoscenza ha approfondito gli aspetti riguardanti la tipologia, la geometrica, i materiali, le prestazioni, la rispondenza ai progetti di quanto insiste sul corso d'acqua.

Dal punto di vista della tipologia, le opere longitudinali insistenti sul corso d'acqua sono state classificate, essenzialmente in:

- Muri in c.a. (circa 2800m di estensione, pari al 17% del totale);
- Muri a gravità in cls o in pietra (alcuni con sopralzo in c.a.) (circa 7000m di estensione, pari al 41%, di cui 3100m, il 44%, in cls e 3900m, il 56%, in pietra);
- Argini in terra (alcuni realizzati con “terre armate”) (circa 3300m di estensione, pari al 20%);
- Berlinesi (circa 870m di estensione, pari al 5%);
- Edifici che fungono da argine (essenzialmente lungo il tratto cittadino del Carrione) (circa 2800m di estensione, pari al 17%);

considerando che lo sviluppo totale delle opere longitudinali, sia in destra che in sinistra idraulica, è di circa 17km.

Per quanto riguarda la funzionalità, le opere trasversali sono state classificate in:

- Ponti;
- Passerelle private carrabili;
- Passerelle pedonali (alcune in disuso).

Per quanto riguarda le verifiche strutturali sui manufatti, le verifiche sono state fatte prendendo come riferimento le NTC 2008, ipotizzando come condizioni di carico statiche sia lo stato di magra (azioni del terrapieno e dell'eventuale sovraccarico) sia lo stato di piena (azioni idrauliche e contropinta del terrapieno). Per le condizioni sismiche è stato considerato solo lo stato di magra (condizione peggiore). Gli “stati limite” considerati sono quelli di tipo strutturale (STR) e

geotecnico e di equilibrio. Da queste considerazioni, le opere sono state anche suddivise in:

- Costruite prima del 1982;
- Costruite tra 1982 e 2008;
- Costruite dopo il 2008 (intendendo quelle realizzate seguendo i criteri NTC 2008).

Il 1982 è stato scelto come primo riferimento perché è l'anno della classificazione del territorio in zone sismiche.

Il corso d'acqua del Carrione è stato suddiviso, in accordo con lo S.I. Seminara, in tre tratti e 13 sotto-tratti complessivi che, procedendo da valle verso monte, risultano i seguenti:

- Il tratto terminale, lungo circa 2350m, va dalla foce al Ponte ferroviario GE-PI;
- Il tratto intermedio, di circa 5000m, che va dal Ponte ferroviario GE-PI alla confluenza tra Gragnana e Carrione;
- Il tratto cittadino, di circa 1030m, che va dalla confluenza tra Gragnana e Carrione al Ponte del Cavatore (unione dei rami di Torano e di Colonnata).

## **Caratteristiche delle difese spondali**

Di seguito si riportano alcune considerazioni che sono emerse a seguito delle indagini in situ sulla caratterizzazione fisica, tipologica e dei materiali, suddivise per tipologia di opera.

### **Sopralzi**

Sono stati utilizzati per “rialzare” una difesa spondale già esistente per aumentare il volume di acqua contenibile entro le sponde. Solitamente sono stati realizzati in c.a. con un'altezza compresa tra 0,5m e 3m. Il fatto che questa tecnica si così diffusa nel bacino del Carrione porta a pensare che ci sia stata una tendenza consolidata nel tempo di ritenere questi interventi migliorativi per quanto riguarda la sicurezza idraulica, senza una vera e propria analisi a scala più ampia (come fatto invece nello S.I. Seminara). Non avendo terrapieno a tergo, l'azione prevalente è quella esercitata dall'acqua. Il collasso può avvenire o per crisi della sezione di ancoraggio del sopralzo al muro pre-esistente (in questo caso esonda “solo” l'acqua contenuta dal sopralzo e non quella contenuta dal muro di base) oppure per crisi del muro di base per ribaltamento o slittamento, perché non più in grado di sostenere la spinta dell'acqua, maggiore di quella per cui era stato originariamente progettato il muro (in questo caso l'acqua che esonda è molto maggiore). Le criticità riscontrate sono legate alla inadeguatezza dell'ancoraggio tra sopralzo e muro, dalla non perfetta conoscenza della geometria del muro di base, dalla carenza dei materiali del muro a gravità di base. Gli

interventi migliorativi proposti dallo studio G.P.A. consistono essenzialmente in:

- Demolizione e nuova costruzione del sopralzo oppure ricostruzione affiancata al sopralzo esistente di un nuovo sopralzo inghisato a quello vecchio;
- Realizzazione paratia (tirantata o no) di micropali a tergo del muro fino alla quota del sopralzo per adeguare il muro di base alle prescrizioni NTC 2008;
- Rinforzo del muro di base con rete chiodata (in accompagnamento all'intervento precedente).

## **Muri in c.a.**

Le criticità riscontrate derivano soprattutto dalla difformità di geometria o disposizione dell'armatura tra opera realizzata e progetto e dall'utilizzo inappropriato delle aree lato terrapieno.

Gli interventi migliorativi proposti dallo studio G.P.A. consistono essenzialmente in:

- Rilievo e indagini di dettaglio propedeutiche alla verifica strutturale secondo le NTC 2008;
- Interventi di rinforzo specifici a seguito dei risultati delle verifiche di cui al punto precedente (contrafforte in c.a. per armatura insufficiente, micropali di fondazione, paratia di micropali a tergo del muro);
- Misure di sicurezza necessarie (limitazione sovraccarico d'uso, misure di Protezione Civile in caso di superamento del franco idraulico).

## **Muri a gravità**

Per questa tipologia di muri spondali (che ricomprendono sia quelli realizzati in cls che quelli in pietrame). Le criticità riscontrate sono le stesse già viste per i muri in c.a.

Gli interventi migliorativi proposti dallo studio G.P.A. consistono essenzialmente in:

- Rilievo e indagini di dettaglio propedeutiche alla verifica strutturale secondo le NTC 2008;
- Interventi di rinforzo specifici a seguito dei risultati delle verifiche di cui al punto precedente:
  - Paratia di micropali a tergo del muro (tirantata o no) per fronteggiare le scarse caratteristiche sismo-resistenti dell'opera;
  - Berlinese di micropali al piede dell'opera, contro lo scalzamento;
  - Rinforzo del muro in pietra con rete chiodata (in accompagnamento all'intervento precedente).
- Misure di sicurezza necessarie (limitazione sovraccarico d'uso, misure di Protezione Civile in caso di superamento del franco idraulico).

## **Argini in terra**

Dalle indagini svolte le terre armate sono risultate caratterizzate da terreni idonei per stabilità ma meno dal punto di vista idraulico e di permeabilità, mentre le verifiche preliminari a sifonamento e

filtrazione hanno dato risultati soddisfacenti. La geogriglia presenta un risvolto insufficiente (non si riesce a rilevare nella parte centrale).

Gli argini in terra non armata sono potenzialmente critici perché sono difformi al progetto, che prevedeva appunto terre armate, ma mancano informazioni sufficienti per valutarne la stabilità.

Pertanto le criticità riscontrate sono legate alla insufficiente presenza di geo-griglia, dalle caratteristiche dei terreni, dalla mancanza di armatura.

Gli interventi migliorativi proposti dallo studio G.P.A. consistono essenzialmente in:

- Rilievo e indagini di dettaglio propedeutiche alla verifica strutturale secondo le NTC 2008;
- Intervento di protezione con geostuoie e idrosemina con funzione sia antierosiva che di rinforzo della geogriglia attuale.

## **Berlinesi**

Le berlinesi sono di recente realizzazione e svolgono la funzione o di opera arginale o di protezione al piede di difese spondali realizzate in precedenza (a seguito di abbassamenti di alveo o di scalzamenti o erosioni). La maggiore criticità riscontrata riguarda il fatto che le opere sono ancora in corso di completamento e in attesa di collaudo statico. Appare comunque necessario per le opere già completate un rilievo di dettaglio e delle indagini per valutare la rispondenza dell'opera al progetto.

## **Edifici**

Una delle caratteristiche principali del Carrione è che spesso, lungo il corso d'acqua, si trovano dei fabbricati che fungono da veri e propri argini, ancora una volta a dimostrazione del fatto che, in passato, non sono state fatte valutazioni approfondite per quanto riguarda il rischio idraulico. Nel centro storico vecchi edifici fanno da sponda al Carrione ma anche nella zona valliva non è infrequente trovare edifici industriali che costituiscono le difese spondali. Studi specifici e di dettaglio dovranno essere effettuati, così come una approfondita ricerca documentale per valutare le caratteristiche tecniche e funzionali di tali edifici. Le criticità maggiori si presentano in termini di stabilità, resistenza, scalzamento, infiltrazione, sottolineando l'ulteriore criticità rappresentata dalle aperture (finestre) presenti nei diversi fabbricati e che possono essere interessate dalle acque del Carrione a seguito di piene del corso d'acqua.

## **Stima dei costi di intervento sulle opere arginali**

La relazione G.P.A. ha provato anche a dare una stima dei costi da sostenere per gli interventi proposti, in modo da avere un'idea sull'ordine di grandezza necessario. Per il dettaglio dei costi si

rimanda alla relazione conclusiva (allegato 02.RG.06.01). Nella tabella sottostante si riportano invece le stime ipotizzate. Per quanto riguarda i muri a gravità in cls con sopralzo, la differenza nelle due colonne deriva dall'ipotesi che anche il muro di base necessiti di intervento (colonna 1) oppure che non abbia bisogno di interventi (colonna 2).

La stima dei costi sulle opere trasversali è riportata direttamente nel successivo capitolo dedicato agli specifici interventi.

<b>Tipologia</b>	<b>Stima Costi</b>	<b>Stima Costi</b>
Muri in c.a.	1.500.000	1.500.000
Muri a gravità in cls		
- con Sopralzo	7.100.000	1.500.000
- senza Sopralzo	2.900.000	2.900.000
Muri a gravità in pietra	12.500.000	12.500.000
Argini in terra armata	500.000	500.000
Berlinesi	-	-
Edifici	-	-
<b>Totale</b>	<b>24.500.000</b>	<b>18.900.000</b>

## **Criteria di valutazione delle priorità di intervento**

La relazione conclusiva dello studio effettuato da G.P.A. sulle caratteristiche degli argini e degli attraversamenti presenti ha definito delle priorità di intervento per quanto riguarda le criticità arginali riscontrate. Per quanto riguarda, invece, gli attraversamenti lo studio G.P.A. si è limitato a valutare la fattibilità degli interventi (per lo più rimozioni) definiti dallo S.I. Seminara, cercando di esaminarne la fattibilità strutturale e quella funzionale. Le valutazioni sulle priorità di intervento sono basate sui seguenti criteri:

- Criticità riscontrate;
- Analisi costi-benefici;
- Valutazione probabilità accadimento e del relativo danno causato.

Le priorità individuate sono state le seguenti:

- 1) Studio di reale fattibilità tecnica e economica di ogni intervento sulle opere trasversali ritenute idraulicamente inadeguate;
- 2) Interventi necessari al deflusso in sicurezza delle acque: realizzazione alveo di magra nel tratto di



valle, adeguamento/rimozione opere trasversali (dopo approfondimento, punto 1), adeguamento difese spondali;

3) Stati di emergenza quali lavori in corso da completare, varchi aperti (per crolli/rotture precedenti) che necessitano di interventi definitivi, lesioni o rotture da richiudere, erosioni o scalzamenti da consolidare;

4) Muri a gravità con sopralzi in c.a. perché il collasso può avvenire in corrispondenza della sezione di ancoraggio o per un livello di piena non sopportabile dal muro di base;

5) Muri a gravità in pietra perché le loro capacità sismo-resistenti siano inadeguate in base alle NTC 2008.

## Interventi Prioritari sulle Opere Longitudinali

Per quanto riguarda gli interventi prioritari riscontrati sulle opere longitudinali, la relazione GPA distingue (elaborato 02.RG.06.01):

- **Tratto 01:** intervento di rinforzo della sezione in c.a. del muro fondato su palancole (rif. tav. 04.BK.09.01 del book interventi).
- **Tratto 02:** Muro d'ala del ponte di via Covetta: la parte superiore del muro è risultata non armata. Pertanto si prevede l'intervento di demolizione e ricostruzione del sopralzo (rif. tav. 04.BK.10.01 del book interventi).
- **Tratto 05:** il tratto è caratterizzato da lavori in fase di collaudo e lavori da iniziare (Lotto VIII – II stralcio, rif. tav. 02.RG.05.02)
- **Tratto 06:** nel tratto è presente il cantiere per gli interventi di adeguamento post-alluvione 2003 e 2012. I lavori sono attualmente in corso e il progetto della paratia di micropali è stato sequestrato per accertamenti (Lotto IX – Provincia di Massa Carrara). Si raccomanda la necessità di richiudere strutturalmente i varchi aperti in sostituzione ai geoblocchi in concomitanza alla conclusione dei lavori delle opere rimaste incompiute: paratie di micropali, muri in c.a., sopralzi in c.a..
- **Tratto 07:**
  - Limitare il sovraccarico d'uso sul terrapieno a tergo dei muri individuati nelle tavole 04.BK.11.01, 04.BK.12.01, 04.BK.13.01 del book interventi.
  - Approfondimento scogliera in destra idraulica (rif. tav. 04.BK.11.01 del book interventi).
  - Rinforzo strutturale della sezione di base del muro in c.a. in destra idraulica (rif. tav. 04.BK.12.01 del book interventi).
  - Rinforzo strutturale della sezione di base del muro in c.a. in destra idraulica (rif. tav.

04.BK.14.01 del book interventi).

- **Tratto 08:** rinforzo strutturale del muro in c.a. in sinistra idraulica mediante paratia di micropali + limitare il sovraccarico d'uso sul terrapieno a tergo (rif. tav. 04.BK.17.01 del book interventi).
- **Tratto 09:**
  - Sigillare giunti aperti elementi prefabbricati muro in c.a. in sinistra idraulica (rif. tav. 04.BK.19.01 del book interventi).
  - Intervenire sui muri esistenti sopralzati con gabbioni in lastre di marmo per adeguare l'opera con interventi strutturali.
  - In sinistra rilevato il muro di un fabbricato che presenta una grossa lesione verticale ed è in forti condizioni di instabilità. Si suggerisce un immediato intervento di approfondimento e consolidamento.
- **Tratto 10:**
  - Presenza di lavori in corso in corrispondenza di discontinuità strutturale.
  - Rinforzo strutturale del muro in c.a. in sinistra idraulica mediante paratia di micropali (rif. Tav. 04.BK.20.01 del book interventi).
- **Tratto 11:** rinforzare il muro in c.a. (difforme dal progetto) in sinistra idraulica con paratia di micropali a tergo del muro esistente + ricostruzione muro come da progetto in corrispondenza del varco aperto chiuso momentaneamente con geoblocchi – tratto lasciato incompleto (rif. tav. 04.BK.21.01 del book interventi).
- **Tratto 12:** si segnala un'evidente fessurazione in sinistra idraulica nella parte sottostante del muro d'argine a gravità con soprizzo in c.a. (rif. sez. 105). Le indagini sul muro di base in cls con soprizzo in c.a. in destra idraulica (rif. sez. 105 e scheda n.89) hanno rilevato una scarsa qualità del calcestruzzo che può compromettere la sicurezza strutturale dell'opera (muro disgregato). Si segnalano dunque interventi prioritari su tale tratto (sinistra e destra idraulica).
- **Tratto 13 (Tratto cittadino)**
  - Cantieri in corso, lavori da completare.
  - A monte del fabbricato Forti e a valle del Ponte della Bugia in destra idraulica è presente un varco parzialmente aperto e parzialmente protetto con geoblocchi che va richiuso con un'opera spondale adeguata.
  - Allargamento dell'alveo nel tronco compreso fra le sezioni 123 e 124 portando la larghezza della sezione misurata alla sommità dei muri spondali a 11 m come rilevato dallo studio

idraulico.

## **Interventi Prioritari sulle Opere Trasversali**

Per quanto riguarda le opere trasversali, sono stati analizzati gli interventi che derivano dallo S.I. Seminara che ha già assegnato una priorità derivante dalle considerazioni di tipo idraulico. Muovendosi da valle verso monte, gli interventi sono i seguenti:

### **- Ponte di Via Covetta (Intervento di Priorità 2):**

Rimozione restringimento ponte di via Covetta in misura tale da assicurare che il deflusso della portata trentennale avvenga con il richiesto franco. In alternativa a tale intervento lo studio idraulico prevede l'innalzamento del Ponte di via Menconi.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** Ripercussioni sulla viabilità di accesso a via Covetta e a via Argine Destro.

Tot ~ 1.500.000 €.

### **- Ponte di Via Menconi (Intervento di Priorità 2):**

Innalzamento del Ponte di via Menconi in misura tale da assicurare che il deflusso della portata trentennale avvenga con il richiesto franco. In alternativa a tale intervento lo studio idraulico prevede la rimozione del restringimento del ponte di via Covetta.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok mediante sollevamento impalcato con martinetti (sol.1) o in alternativa con rifacimento impalcato più snello (sol.2).

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** L'intervento di sollevamento dell'impalcato determina criticità sulla viabilità di accesso al ponte.

Tot sol.1 ~ 250.000 €.

Tot sol.2 ~ 650.000 €.

**Dato che i due interventi (Ponte Via Covetta e Ponte Via Menconi) sono alternativi, dal punto di vista costi-benefici la scelta più conveniente appare quella di intervenire sul Ponte Via Menconi ma sono da approfondire i possibili problemi di viabilità, che dovrà essere adeguata a una quota di impalcato più alta.**

### **- Ponte di Via Marconi (Intervento di Priorità 2):**

Adeguamento quota impalcato del Ponte di via Marconi in misura tale da assicurare che il deflusso della portata trentennale avvenga con il richiesto franco.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok mediante sollevamento impalcato con martinetti (sol. 1) o in alternativa con rifacimento impalcato più snello (sol. 2).

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** L'intervento di sollevamento dell'impalcato determina criticità sulla viabilità di accesso al ponte.

**Stima dei costi:**

Tot sol.1 ~ 200.000 €.

Tot sol.2 ~ 600.000 €.

**La soluzione n.1 è preferibile perché strutturalmente più conveniente ma ha maggiori problemi di funzionalità per la viabilità di accesso al ponte.**

**- Ponte di Via Stabbio (Intervento di Priorità 1):**

Innalzamento del Ponte di via Stabbio ( $\geq 1,25$  m) + eliminazione del restringimento della sezione a monte del ponte in misura tale da assicurare che il deflusso della portata trentennale avvenga con il richiesto franco.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok mediante sollevamento impalcato con martinetti (sol. 1) o in alternativa con rifacimento impalcato più snello (sol. 2).

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** L'intervento di sollevamento dell'impalcato determina criticità sulla viabilità di accesso al ponte e sulle attività presenti nelle aree confinanti.

**Stima dei costi:**

Tot sol.1 ~ 200.000 €.

Tot sol.2 ~ 600.000 €.

**La soluzione n.1 è preferibile perché strutturalmente più conveniente ma ha problemi di funzionalità per la viabilità di accesso al ponte. Nel caso specifico l'innalzamento dell'impalcato di 1.25 m è da considerarsi non perseguibile perché troppo elevato.**

**- Passerella Privata Peghini (sez. 81) (Intervento di Priorità 1):**

Eliminazione della passerella carrabile privata (sez. 81) tale da permettere il deflusso della portata trentennale in sicurezza. Tale intervento va accompagnato da un adeguamento delle quote delle difese spondali.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** Da una prima visione sommaria dell'area, la rimozione della

passerella carrabile di servizio alla segheria è da ritenersi compatibile ipotizzando di poter sfruttare gli altri accessi presenti.

***Stima dei costi:***

Tot ~ 35.000 €.

**- Passerella Privata Figaia (sez. 85) (Intervento di Priorità 1):**

Eliminazione della passerella carrabile privata (sez. 85) tale da permettere il deflusso della portata trentennale in sicurezza. Tale intervento va accompagnato da un adeguamento delle quote delle difese spondali.

***Fattibilità strutturale dell'intervento:*** Ok.

***Fattibilità funzionale dell'intervento:*** Da una prima visione sommaria dell'area, la rimozione della passerella carrabile di accesso alla segheria implica la necessità di dover convogliare a un altro accesso tutto il traffico veicolare.

***Stima dei costi:***

Tot ~ 250.000 € (considera la realizzazione di una nuova passerella di accesso)

**- Passerella abbandonata (sez. 93.4) (Intervento di Priorità 1):**

Eliminazione della passerella abbandonata (sez. 93.4) poiché di forte ostacolo ai deflussi.

***Fattibilità strutturale dell'intervento:*** Ok.

***Fattibilità funzionale dell'intervento:*** Ok.

***Stima dei costi:***

Tot ~ 10.000 €

**- Passerella abbandonata (sez. 98.1) (Intervento di Priorità 1):**

Eliminazione della passerella abbandonata (sez. 98.1) poiché di forte ostacolo ai deflussi.

***Fattibilità strutturale dell'intervento:*** Ok.

***Fattibilità funzionale dell'intervento:*** Ok.

***Stima dei costi:***

Tot ~ 10.000 €

**- Passerella carrabile privata (sez. 98.A) (Intervento di Priorità 1):**

Eliminazione della passerella carrabile privata (sez. 98.A) poiché di forte ostacolo ai deflussi.

***Fattibilità strutturale dell'intervento:*** Ok.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** Da una prima visione sommaria dell'area, la rimozione della passerella carrabile di servizio alla segheria è da ritenersi compatibile ipotizzando di poter sfruttare l'accesso presente nella zona retrostante.

**Stima dei costi:**

Tot ~ 35.000 €.

**- Ponte di San Martino (Intervento di Priorità 2):**

Adeguamento del Ponte di via San Martino tale da assicurare il deflusso della portata trentennale in sicurezza.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** demolizione campata in alveo e realizzazione di un nuovo ponte a portale (sol. 1) o in alternativa mediante rimodellazione dell'alveo con apertura seconda canna del ponte ai deflussi del torrente (sol.2).

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** L'intervento di sostituzione della campata in muratura con un nuovo ponte a portale non determina criticità sulla viabilità. L'intervento di rimodellazione dell'alveo necessita di approfondimenti congiunti da un punto di vista idraulico, strutturale e funzionale.

**Stima dei costi:**

Tot sol. 1~ 350.000 €.

**- Antico ponte romano – ponte di via Groppoli (Intervento di Priorità 1):**

Rimozione o smontaggio del ponte di via Groppoli per consentire il deflusso della portata trentennale in sicurezza. In seguito a tale intervento le difese spondali a valle del ponte richiederanno opportuni adeguamenti.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** Impatto sociale per la valenza storica del ponte.

**Stima dei costi:**

Tot ~ 250.000 €

**- Ponte Forti (Intervento di Priorità 1):**

Rimozione Ponte Forti per consentire il deflusso della portata massima tollerabile per il centro cittadino.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** Possibili criticità sulla viabilità, necessità di garantire il

transito e l'accesso pedonale all'area di interesse.

**Stima dei costi:**

Tot ~ 135.000 €.

**- Fabbricato Forti (Intervento di Priorità 1):**

Rimozione (sol. 1) o alternativamente rialzo primo solaio (sol. 2) Fabbricato Forti per consentire il deflusso della portata massima tollerabile per il centro cittadino.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Necessari approfondimenti di dettaglio sull'opera.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** Impatto funzionale e sociale.

**Stima dei costi:**

Tot sol.1 ~ 300.000 €.

Tot sol.2 ~ 150.000 €.

**- Ponte della Bugia (Intervento di Priorità 1):**

Rimozione o alternativamente rifacimento o sollevamento del ponte della Bugia per consentire il deflusso della portata massima tollerabile per il centro cittadino.

**Fattibilità strutturale dell'intervento:** Ok soluzione di rimozione (sol. 1) o in alternativa di rifacimento impalcato (sol. 2). No soluzione di sollevamento.

**Fattibilità funzionale dell'intervento:** L'intervento di rimozione preclude il collegamento della viabilità trasversale al ponte. L'intervento di rifacimento determina criticità sulla viabilità di accesso e sugli ingressi di strutture private presenti sul ponte.

**Stima dei costi:**

Tot sol.1 ~ 35.000 €.

Tot sol.2 ~ 280.000 €.