COMUNE DI FINALE LIGURE
PROVINCIA DI SAVONA

FINALMARE S.p.a.

MESSA IN SICUREZZA DEL TORRENTE PORA
INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICA - 1°STRALCIO
TRA IL PONTE DI VIA SAGITTARIO E LA FOCE

PROGETTO PRELIMINARE



1.1.A RELAZIONE INTEGRATIVA

COMMESSA: 1310601

REVISIONE				CONTROLLO	NOTE
n°	MODIFICA	DATA	TECNICO		
0	PER EMISSIONE	Aprile 2017	C.P.	A.G.	
1	PER REVISIONE	Giugno 2017	C.P.		

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI PADOVA
ING. ALBERTO GALLI N. 2379

ORDINE DEGLI INGEGNERI REGGIO EMILIA
DOTT. ING. CERLINI DENIS n. 972

PROGETTISTI:

SGI Studio Galli Ingegneria SPA
Via della Provvidenza, 13 35030 Sarmeola di Rubano (PD)
tel. +39 049 8976844 - fax +39 049 8976784
Website:http:/www.sgi-spa.it; Mail: info@sgi-spa.it

STUDIO MAIONE INGEGNERI ASSOCIATI
Via Inama, 7 - 20133 Milano - tel. +39.02.70120918 fax +39.02.70120923
Via Cavallotti, 16 - 43100 Parma - tel. +39.0521.508419 fax +39.0521.221022

INDICE

1. PREMESSA 3
2. ANALISI DELLE CONSIDERAZIONI ISTRUTTORIE 4
2.1. Punto 1 4
2.2. Punto 2 5
2.3. Punto 3 9
2.4. Punto 4 13
2.5. Punto 5 14
2.6. Punto 6 14
2.7. Punto 7 15
2.8. Punto 8 20
2.9. Punto 9 20
2.10. Punto 10 23
2.11. Punto 11 24
2.12. Punto 12 25
2.13. Punto 13 26
2.14. Punto 14 26
3. ALLEGATI 29
3.1. Progetto Preliminare opere di urbanizzazione: rifacimento attraversamenti 30
3.1.1. Ponte ferroviario 31
3.1.2. Ponte dell'Aurelia 33
3.1.3. Ponte di via I. Nievo 35
3.2. Risultati simulazioni Tr 200 anni (configurazione progetto 2017) 37
3.3. Mappa delle reti fognarie e acquedottistiche e dei rii minori 39
3.4. Aree inondabili 41
3.4.1. Vigenti (T. Pora) 43
3.4.2. Vigenti (T. Aquila) 45
3.4.3. A seguito di interventi 1° Stralcio (incluso contributo T. Aquila) 47
3.4.4. A seguito di interventi 1° Stralcio (escluso contributo T. Aquila) 49

1. PREMESSA

Il presente documento presenta una serie di valutazioni e approfondimenti di tipo tecnico in relazione a quanto contenuto nel contributo istruttorio del Comitato Tecnico di Bacino (seduta del 17 Marzo 2016). Tale analisi ha comportato una revisione dell'assetto progettuale rispetto alla versione del Progetto Preliminare redatto e consegnato in data Aprile 2014.

Si precisa che si parlerà di "preliminare complessivo" quanto si farà riferimento al tratto del T. Pora a valle della confluenza con il T. Aquila fino alla foce (sez. 37 - sez.1) e di "Primo Stralcio" per il tratto compreso tra le sezioni 23 e la foce. L'oggetto del presente Primo Stralcio è il tratto del T. Pora interessato dal P.U.O. Sub distretto di Trasformazione DT1b Aree Piaggio.

Si rimanda alla Relazione Illustrativa per gli aspetti generali della presente fase progettuali e alla Relazione Tecnica per dettagli sulle attività di modellazione mono e bidimensionale che di seguito verranno richiamati.

2. ANALISI DELLE CONSIDERAZIONI ISTRUTTORIE

Di seguito, per ciascuna delle considerazioni formulate nel contributo istruttorio del Comitato Tecnico di Bacino del 17 Marzo 2016, viene fornita un'illustrazione di quanto già eseguito fino all'aprile del 2014 e si riportano eventuali approfondimenti e integrazioni che sono state ritenute necessarie.

2.1. Punto 1

Considerazioni istruttorie

"*Si ribadisce che il progetto da sottoporre al Comitato di Bacino deve riguardare un lotto funzionale di interventi del tratto di interesse (cfr. anche indirizzi ex DGR 1361/2010). Il progetto deve pertanto prevedere tutti gli interventi necessari, anche al fine della eventuale riperimetrazione preventiva delle fasce di inondabilità. Trattandosi già di un primo stralcio di interventi, lo stesso non risulta ulteriormente divisibile e ne va quindi prevista l'attuazione in una unica soluzione*."

Valutazioni tecniche progettuali

Rispetto alla versione dell'Aprile 2014, la revisione 2017 dell'assetto progettuale prevede una nuova linea di difesa in sponda sinistra tra le sezioni 11 e 3 ovvero propone l'occlusione dei varchi e delle aperture nel tratto in cui sono attualmente presenti in alveo.

Questo tipologia di opera consente di completare il quadro sistematorio già previsti nel Progetto Preliminare 2014 che combinava interventi "a scala di bacino", quali la riprofilatura del fondo alveo, la realizzazione della nuova linea di difesa in sponda destra e il complessivo adeguamento della sponda sinistra esistente, e interventi "a carattere puntuale", tra i quali più importanti sono l'eliminazione del vincolo costituito dal ponte della Genova – Ventimiglia.

La combinazione dei suddetti interventi consente il contenimento della piena duecentennale garantendo un franco di sicurezza non inferiore a 0,5 metri nel tratto di interesse e, quindi, può essere considerati un lotto funzionale ad un'eventuale ripremetrazione preventiva delle fasce di inondabilità.

In particolare, per quanto riguarda la sponda sinistra, l'assetto progettuale prevede sostanzialmente la combinazione di due tipologie di opere che sono analoghe dal punto di vista strutturale, mentre si differenziano per lo scopo. Infatti, queste opere consistono sostanzialmente nella realizzazione di un

muro di sponda verticale dello spessore di circa 50 cm e distante almeno 1 m dalla facciata degli "edifici-sponda" (edifici che possono essere lambiti dalla corrente del T. Pora).

Le opere, denominate di "tipo C.1", consentono, assieme all'insieme degli interventi di sistemazione già citati, di evitare le esondazioni dirette dai varchi e dalle aperture attualmente presenti in alveo in sponda sinistra, mentre le opere di "tipo C.2", invece, consentono di risolve tutte le situazioni di "edifici-argine" attualmente presenti nel tratto terminale. Si rimanda agli allegati relativi ai particolari costruttivi (elaborato 7) per dettagli.

Queste opere comportano uno spostamento della linea di difesa in sinistra verso l'alveo di circa 1.5 m e conseguentemente, per mantenere invariata la capacità di deflusso della sezione di progetto del T. Pora e quindi il profilo idrico di piena, la linea di difesa in sponda destra è stata parallelamente allargata verso l'area Piaggio. Si rimanda agli allegati relativi alla planimetria di progetto (elaborato 4.3) per la rappresentazione grafica dell'estensione planimetrica delle opere in questione.

2.2. Punto 2

Considerazioni istruttorie

"*In particolare, posto che ad oggi il quadro di riferimento in termini di pianificazione di bacino vigente è quello della progettazione preliminare elaborata nel 2003/2005, va verificata ed attestata la compatibilità della nuova progettazione del tratto terminale con gli interventi previsti nel preliminare complessivo fino alla confluenza con il t. Aquila, ovvero prevedere, se del caso, una revisione del progetto preliminare complessivo*."

Valutazioni tecniche progettuali

Il progetto preliminare complessivo del 2003/2005 prevedeva, per quando riguarda la parte dell'asta torrentizia a monte del tratto oggetto del Primo Stralcio fino alla confluenza Pora - Aquila (sez.23-sez.37), la riprofilatura del fondo alveo nel tratto compreso tra le sezioni 30-24 secondo una livelletta con pendenza pari a 0.5% e l'allargamento, ove possibile, delle sezioni d'alveo in sponda destra (tratto compreso tra le sez.37 - sez.28).

Nel 2014 gli interventi precedentemente proposti erano stati rivisti nell'ambito del Progetto Preliminare di Primo Stralcio che ha per oggetto il tratto compreso tra le sezioni 23 e 1. L'assetto

progettuale prevedeva la regolarizzazione della livelletta di fondo secondo le pendenze dello 0.5% tra la sezione 20 e la sezione 8, per poi proseguire, fino alla foce, con pendenza pari allo 0.22%, oltre che l'allargamento della sezione dell'alveo in destra idraulica lungo l'intero tratto compreso tra la sezione 20 (ponte di via Sagittario) e la foce e la realizzazione di nuove difese spondali continue in sinistra idraulica. Per quanto riguarda gli attraversamenti, si prevedeva il completo rifacimento delle strutture esistenti in corrispondenza della linea FF.SS. Genova – Ventimiglia e della strada Aurelia mediante costruzione di nuovi manufatti che non prevedono nessuna opera di sostegno dell'impalcato collocata in alveo. È inoltre prevista la rimozione del ponte Bailey di via Sagittario.

Nel 2017 è stata eseguita una revisione dell'assetto del tratto del T. Pora a valle della confluenza con il T. Aquila, secondo i criteri di dimensionamento idraulico già assunti nel preliminare complessivo. Le variazioni riguardano sostanzialmente la nuova linea di difesa in sponda sinistra, come già illustrato al paragrafo precedente.

Una volta valutata la sistemazione idraulica complessiva, si è proceduto a stralciare gli interventi oggetto del presente studio, prevedendo un raccordo del fondo alveo e delle sponde di progetto con quanto relativo allo stato attuale del fiume.

Di seguito si riportano i profili idrometrici risultanti dalle simulazioni condotte nel caso di assetto progettuale sistematorio complessivo dell'intero tratto del T. Pora dalla confluenza col T. Aquila (Figura 1) e la foce e nel caso dell'implementazione delle sole opere previste nel presente Primo Stralcio (Figura 2).

Figura 1: Progetto preliminare complessivo (configurazione 2017)

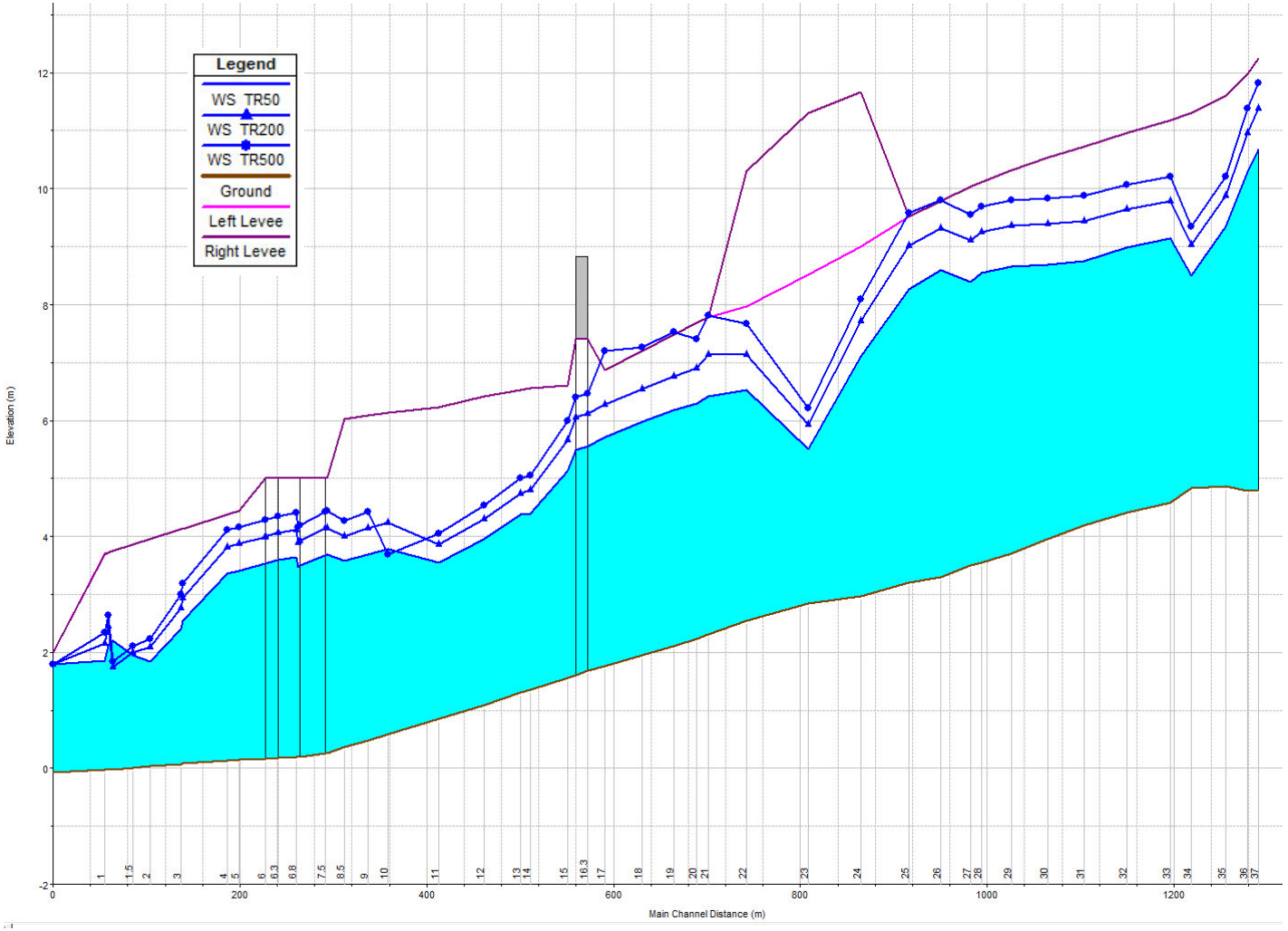
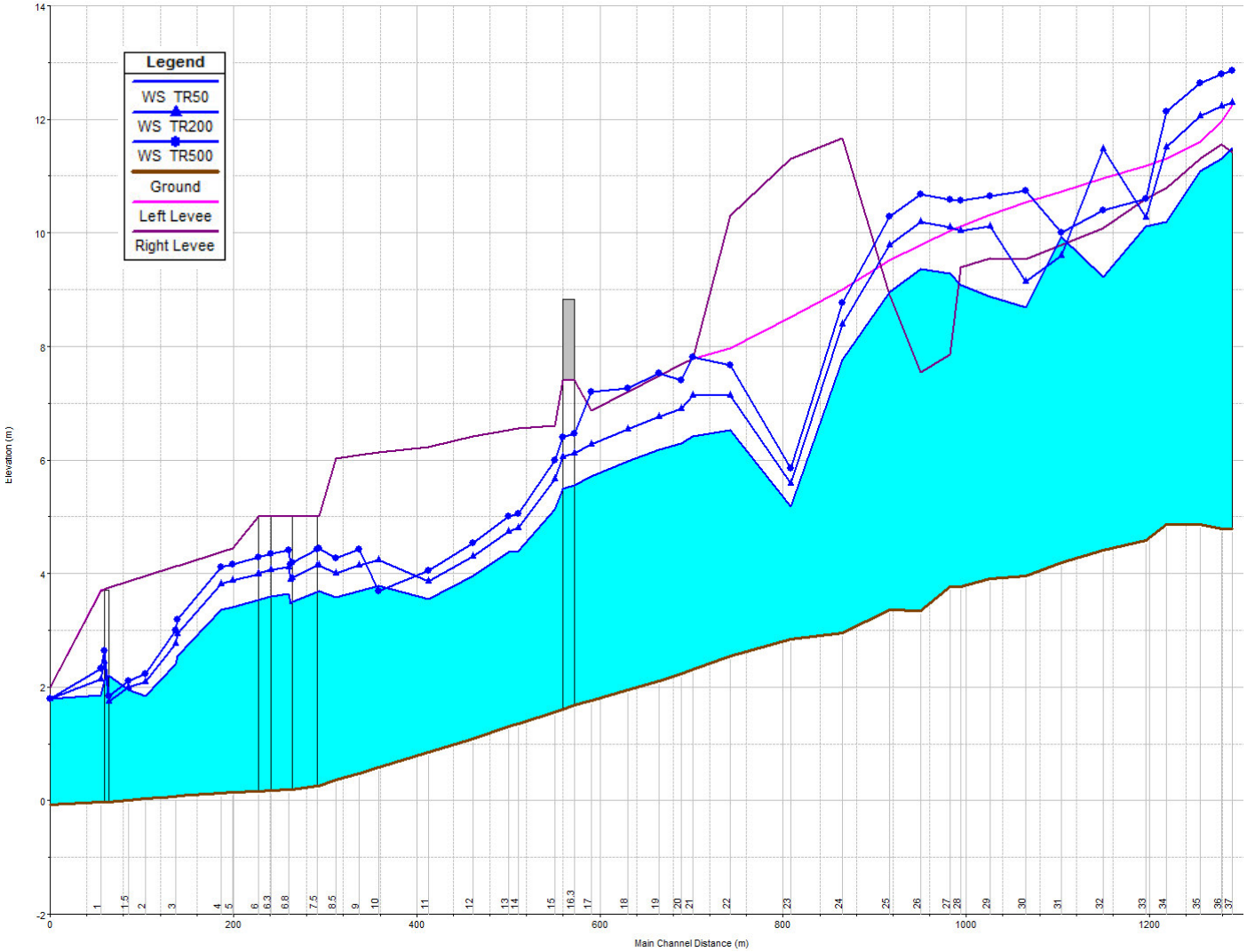


Figura 2: Primo Stralcio Progetto Preliminare (configurazione 2017)



2.3. Punto 3

Considerazioni istruttorie

"*Nella sistemazione proposta, le arginature in sponda destra non rispettano la linea della fascia di riassetto fluviale prevista dal piano di bacino vigente, ma risultano spostate lato fiume nella parte terminale. Tale proposta, che costituisce variante al piano di bacino, deve essere adeguatamente supportata attraverso specifiche valutazioni che dimostrino l'impossibilità del rispetto di tale perimetrazione e la possibilità di raggiungimento di equivalenti condizioni di messa in sicurezza*."

Valutazioni tecniche progettuali

Come già ricordato nella premessa alla Relazione Tecnica del presente Progetto Preliminare, l'iter progettuale che ha caratterizzato la presente fase di progettazione preliminare ha inizio con quanto già definito nell'ambito del "Progetto preliminare per interventi per la messa in sicurezza dei torrenti Pora e Aquila" redatto nell'anno 2003 a seguito dell'entrata in vigore del Piano di Bacino. Successivamente, nell'anno 2005, il suddetto progetto preliminare è stato aggiornato tenendo conto che l'intervento di riconversione delle aree Piaggio avrebbe consentito interventi di ampliamento dell'alveo del Pora in sponda destra e di mantenimento dell'attuale ponte FF.SS., realizzando in alternativa un nuovo fornice (luce idraulica integrativa) sul rilevato FF.SS. sempre a scapito della sponda destra (Figura 3).

Sulla base dell'aggiornamento all'anno 2005, la Provincia di Savona procedette al recepimento del quadro degli interventi da esso definito nel Piano Interventi e nella Carta della Fascia di Riassetto del Piano di Bacino del Torrente Pora (C.T.P. n. 84 del 27.04.06). Nell'anno 2006 è stata quindi introdotta la fascia di riassetto fluviale, in corrispondenza dell'allargamento di alveo previsto in sponda destra, che è una variante al Piano di Bacino tutt'ora vigente.

Nel presente progetto è stata prevista il rifacimento dei manufatti di attraversamento con un nuovo attraversamento senza pile in alveo (come originariamente contemplato nel progetto preliminare 2003), anziché creare un nuovo fornice sul rilevato esistente (Figura 4).

È stato quindi possibile proporre una soluzione progettuale senza opere interferenti con gli eventi di piena del T. Pora che, rispetto alla precedente fase progettuale, ha consentito di contenere lo spostamento della linea di difesa in destra rispetto allo stato attuale. L'allargamento della sezione trasversale, infatti, non può essere un intervento generalizzato per i vincoli esistenti e, se limitato ad

un tratto del T. Pora, determinerebbe una disomogenea capacità di trasporto solido e conseguenti problematiche di deposito.

La soluzione proposta, mantenendo il riferimento alle condizioni di sicurezza definite dal Piano di Bacino, consente di ridurre ulteriormente il rischio idraulico residuale in quanto prevede un nuovo manufatto FF.SS. senza pile che riduce significativamente la possibilità che eventuali corpi galleggianti di grandi dimensioni trasportati dalla corrente di piena creino un'ostruzione della sezione di deflusso e conseguentemente riducano la capacità di portata del T. Pora.

In particolare, relativamente al trasporto solido, la proposta progettuale comporta un minor deposito nella parte immediatamente a monte del ponte poiché la corrente si mantiene più rapida: conseguentemente, tenuto conto del fatto che il ponte ferroviario costituisce dal punto di vista idraulico una strozzatura, si realizza un deflusso delle portate di piena con un margine di sicurezza maggiore.

Nell'analisi dell'intero tratto del T. Pora a valle della confluenza col T. Aquila, si osserva, inoltre, un incremento del materiale solido trasportato nel tratto intermedio e soprattutto in quello più a valle rispetto alla soluzione progettuale. Si nota altresì come il valore del volume solido movimentato sia dello stesso ordine di grandezza di quello della soluzione ante - operam sia in termini totali che medi annui.

In conclusione, quindi, in base alle considerazioni appena illustrate, la soluzione proposta discende direttamente dalla scelta di rifare il ponte ferroviario senza pile in alveo e, rispetto al precedente assetto sulla base del quale era stata aggiornata nel 2006 la fascia di riassetto fluviale, comporta maggiori condizioni di sicurezza per il T. Pora.

Figura 3: Progetto preliminare complessivo nella configurazione 2003/2005 (ponte RFI con nuovo fornice)

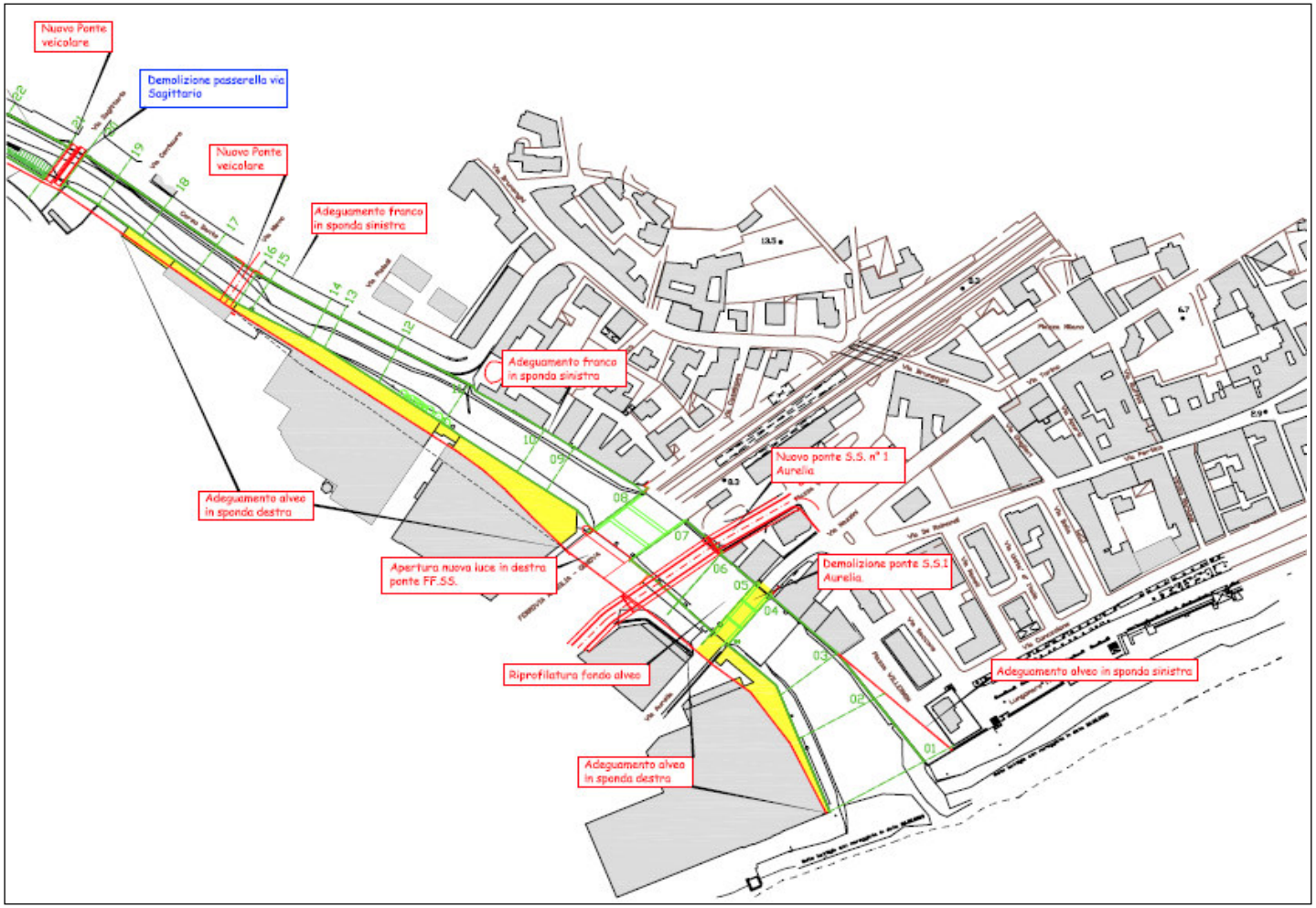
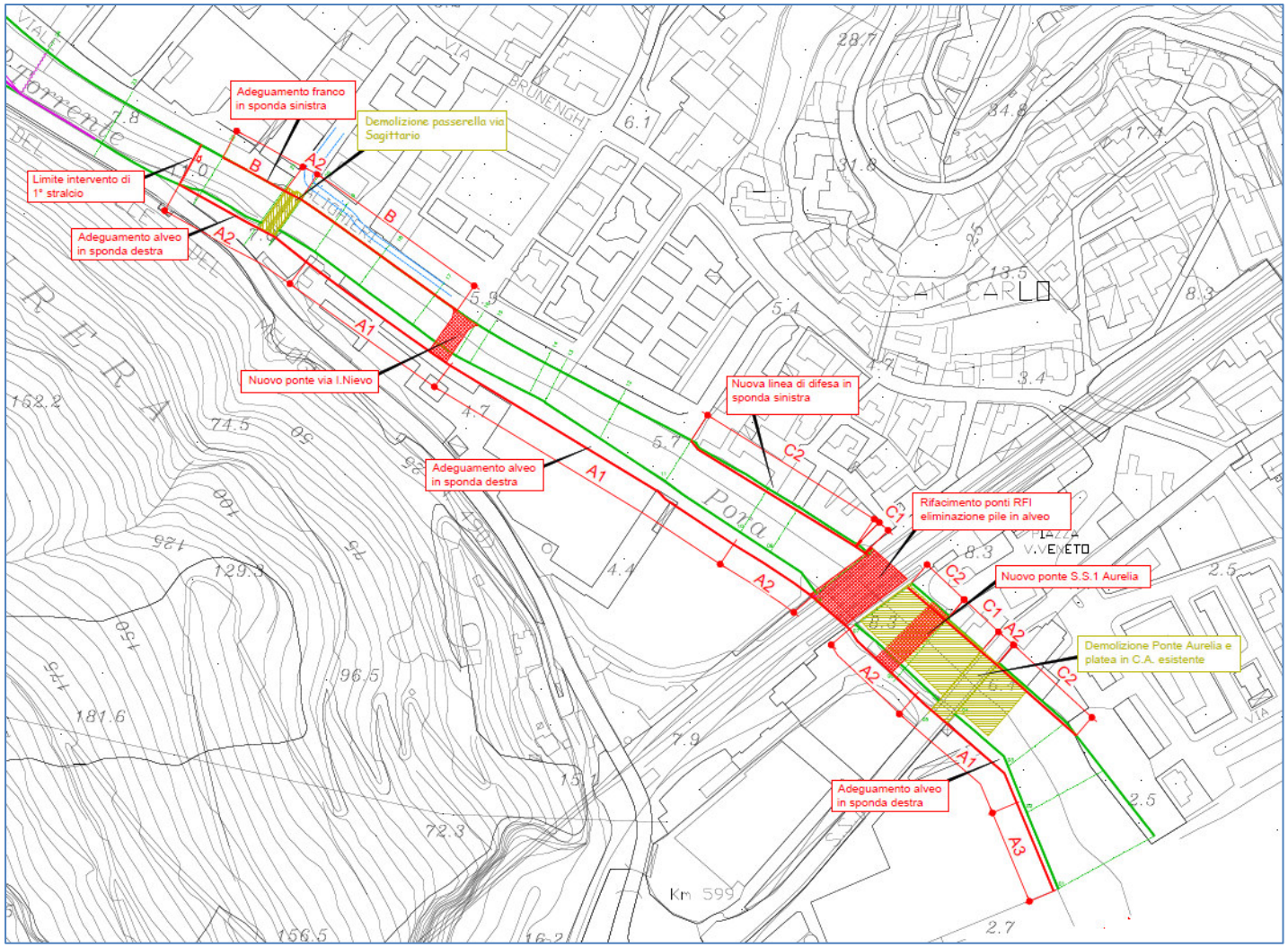


Figura 4: Progetto preliminare complessivo nella configurazione 2017 (ponte RFI senza pile)



2.4. Punto 4

Considerazioni istruttorie

"*Inoltre, a riguardo del previsto rifacimento del ponte ferroviario, tenuto conto che tale intervento risulta fondamentale e determinante nel nuovo quadro di progettazione proposto, è necessario che venga accertata e garantita la fattibilità dell'intervento nei termini (posizione, dimensioni, ingombri, ecc..) previsti, sia dal punto di vista tecnico sia economico, nonché i tempi necessari per la sua realizzazione. Posto che la realizzazione di un nuovo ponte senza pile in alveo risulta idraulicamente preferibile e conforme alle norme tecniche delle costruzioni, appare peraltro imprescindibile, a tale proposito, il raccordo con RFI, soggetto titolato all'eventuale rifacimento o adeguamento del ponte ferroviario. Resta fermo peraltro che il lotto di progettazione non può essere suddiviso in ulteriori stralci e pertanto la riperimetrazione sarà condizionata all'attuazione di tutti gli interventi previsti.*"

Valutazioni tecniche progettuali

Il dimensionamento dei ponti lungo il T. Pora sono stato oggetto di progettazione a livello preliminare. Gli elaborati grafici redatti in tale fase progettuali sono riportati in allegato al presente documento (paragrafo 3.1). In particolare, il ponte ferroviario è stato finalizzato anche a seguito di un confronto con RFI. Nell'ambito del P.U.O. Sub distretto di Trasformazione DT1b Aree Piaggio è stato eseguita una stima economica che si riporta sinteticamente di seguito.

oggetto	importo €	categoria
PONTI		
Demolizione ponte via Sagittario	230 000.00	m.s.
Demolizione ponte via Aurelia	470 000.00	m.s.
Demolizione ponte ferroviario esistente	790 000.00	m.s.
Nuovo ponte stradale via Ippolito Nievo	910 000.00	m.s.
Nuovo ponte stradale Via Aurelia	1 300 000.00	m.s.
Passerella pedonale su asse ex via Aurelia	360 000.00	n.a.

Nuovo ponte stradale Via Aurelia	1 300 000.00	m.s.
Passerella pedonale su asse ex via Aurelia	360 000.00	n.a.
Nuovo ponte ferroviario	2 500 000.00	m.s.

m.s. - opere di messa in sicurezza del Torrente Pora
n.a. - opere di urbanizzazione non a carico del soggetto attuatore

2.5. Punto 5

Considerazioni istruttorie

"*Il lotto funzionale da realizzare non può prescindere inoltre dalla sistemazione anche della sponda sinistra, in corrispondenza del centro abitato. Deve pertanto essere garantito che non siano previste altezze diverse delle opere di difesa sulle due sponde e che siano eliminate le cause di esondabilità diretta in sponda sinistra.*"

Valutazioni tecniche progettuali

L'assetto sistematorio proposto con la revisione 2017 del Progetto Preliminare implementato prevede sia l'allineamento delle sommità delle opere di difesa in sponda destra e sinistra, come peraltro già definitivo nella precedente versione di questo progetto, ma anche una nuova linea di sponda in sinistra al fine di chiudere i varchi e le aperture attualmente presenti in alveo che causano esondazioni dirette sponda.

Si rimanda al profilo longitudinale (elaborato 5.2) per la rappresentazione grafica delle sommità spondali, mentre si vedano i particolari costruttivi (elaborato 7) e la planimetria di progetto (elaborato 4.3) per dettagli sulla tipologia e sulla estensione planimetrica delle opere.

2.6. Punto 6

Considerazioni istruttorie

"A tale proposito, non appaiono sufficientemente approfondite le soluzioni progettuali proposte in sponda sinistra. Si fa cenno alla previsione di chiusura dei varchi e delle aperture in alveo senza alcun dettaglio, rimandandole anzi ad "altro intervento". In generale trattandosi di un progetto di messa in sicurezza del tratto, deve essere affrontato il problema della attuale situazione di "edifici-argine" e perseguito il suo superamento. Dovrebbero quindi essere individuati e progettati interventi tali da configurare una idonea (per gli obiettivi posti) linea arginale anche in sponda sinistra, e comunque tale da configurare le chiusure (sia delle aperture sia dei varchi) come opere idrauliche, anche ai fini di una riperimetrazione successiva, ovvero individuati interventi alternativi e complementari."

Valutazioni tecniche progettuali

La revisione 2017 dell'assetto progettuale, come già illustrato in precedenza, prevede la realizzazione di una nuova linea arginale anche in sponda sinistra che comporta sostanzialmente la realizzazione di un nuovo muro verticale in cemento armato dello spessore di circa 50 cm e distaccato dal paramento degli edifici esistenti di minimo 1 m. Questo intervento è state distinto in opere di tipo C.1 e C.2 che presentano la medesima tipologia costruttiva, ma hanno una funzionalità differente. Le opere di tipo "C.2" hanno esclusivamente lo scopo di creare una difesa idraulica, mentre le opere di tipo "C.1" servono anche per evitare l'esondazione diretta.

Si rimanda alla planimetria di progetto (elaborato 4.3) per individuare graficamente il tracciato di tali opere, al profilo longitudinale (elaborato 5.2) per la definizione dell'altezza del muro di contenimento e ai particolari costruttivi (elaborato 7) per la tipologia costruttiva.

2.7. Punto 7

Considerazioni istruttorie

"A riguardo degli interventi di risagomatura del fondo alveo previsti, si rileva che almeno nel primo stralcio sono previsti scavi di una certa rilevanza in corrispondenza del ponte della ferrovia e della rimozione della platea esistente. Si ricorda a tale proposito la criticità e delicatezza di tale tipo di interventi, che andrebbero in generale evitati, laddove possibili interventi alternativi, come peraltro evidenziato anche dallo stesso Comune. Lo studio a fondo mobile realizzato al fine anche di individuare le zone a tendenza di erosione o deposito, nonché di giustificare le carenze di franco, è effettuato solo per la portata duecentennale. Tale studio appare tuttavia poco significativo per verificare l'affidabilità della progettazione proposta. Al fine di determinare la stabilità dell'alveo e la necessità di successivi interventi di manutenzione, è necessario determinare il profilo di equilibrio dell'alveo, in condizioni di portata formative e non eccezionali. A tale proposito si raccomanda il riferimento alle linee guida regionali in merito ed in particolare al "Manuale di morfodinamica" redatto dal DICAT dell'Università di Genova nel 2009 su incarico regionale."

Valutazioni tecniche progettuali

Gli interventi di risagomatura del fondo alveo previsti consentono la rimozione della platea esistente di spessore circa 1 m a cavallo del ponte ferroviario che aveva sostanzialmente perturbato il naturale profilo longitudinale del T. Pora.

I necessari approfondimenti sulle tendenze evolutive dell'alveo per verificare l'assetto progettuale sono stati eseguiti con modello bidimensionale (codice di calcolo Basement) a fondo mobile in concomitanza di eventi di piena estremi, così come riportato al paragrafo 7 della Relazione Tecnica.

Ad integrazione di tali valutazioni morfodinamiche sono state effettuate ulteriori simulazioni anche per portata formative e non eccezionali. In particolare, si è fatto riferimento alle indicazioni fornite dal Prof. Ing. Besio durante gli incontri istruttori intervenuti nello scorso anno 2016, in base alle quali, come evidenziato da recenti studi morfodinamici in ambito ligure, la piena Tr 5 anni è stata individuata come l'evento mediamente significativo per verificare le condizioni di stabilità dell'alveo.

A tal proposito, quindi, si è considerato una condizione al contorno di monte con portata costante pari a 200m^3/s (Tr 5 anni), mentre a valle si è imposto il livelli del medio mare; in particolare, sono state condotte tre differenti simulazioni con quota 0.0, +0.5 e +1.8 m s.m.m..

Si riportano di seguito i profili idrometrici e del fondo alveo al termine della simulazione ("istante finale") ovvero quando non si osservano più sostanziali variazioni morfologiche. Come si può notare dal confronto con il profilo del fondo all'inizio della simulazione ("assetto progetto preliminare", si verifica una certa tendenza erosiva nel tratto a valle dell'Aurelia e un conseguente deposito sulla costa per i livelli del mare pari a 0.0 a +0.5 m, mentre tutti e tre gli scenari presentano un minimo deposito di sedimenti a cavallo del ponte FF.SS.. L'innalzamento del fondo alveo è generalmente di qualche decina di centimetri con valore massimo puntuale di circa 50 cm nel caso di condizione di valle pari a +1.8 s.m.m., che rappresenta la condizione mare sostanzialmente ai limiti di accadibilità nel Mar Ligure in relazione all'elevata profondità dei fondali.

In relazione ai suddetti scostamenti tra il profilo iniziale e finale del fondo alveo ovvero alla sostanziale invarianza per la maggior parte del tratto del T. Pora oggetto di riprofilatura, a seguito della rimozione della platea, le simulazioni evidenziano che l'assetto progettuale, oltre a garantire le condizioni di sicurezza idraulica in concomitanza delle piene estreme, comporta un sostanziale equilibrio dell'alveo in condizioni di portata formative e non eccezionali.

Figura 5: Condizione al contorno di valle: livello medio mare pari a 0 m

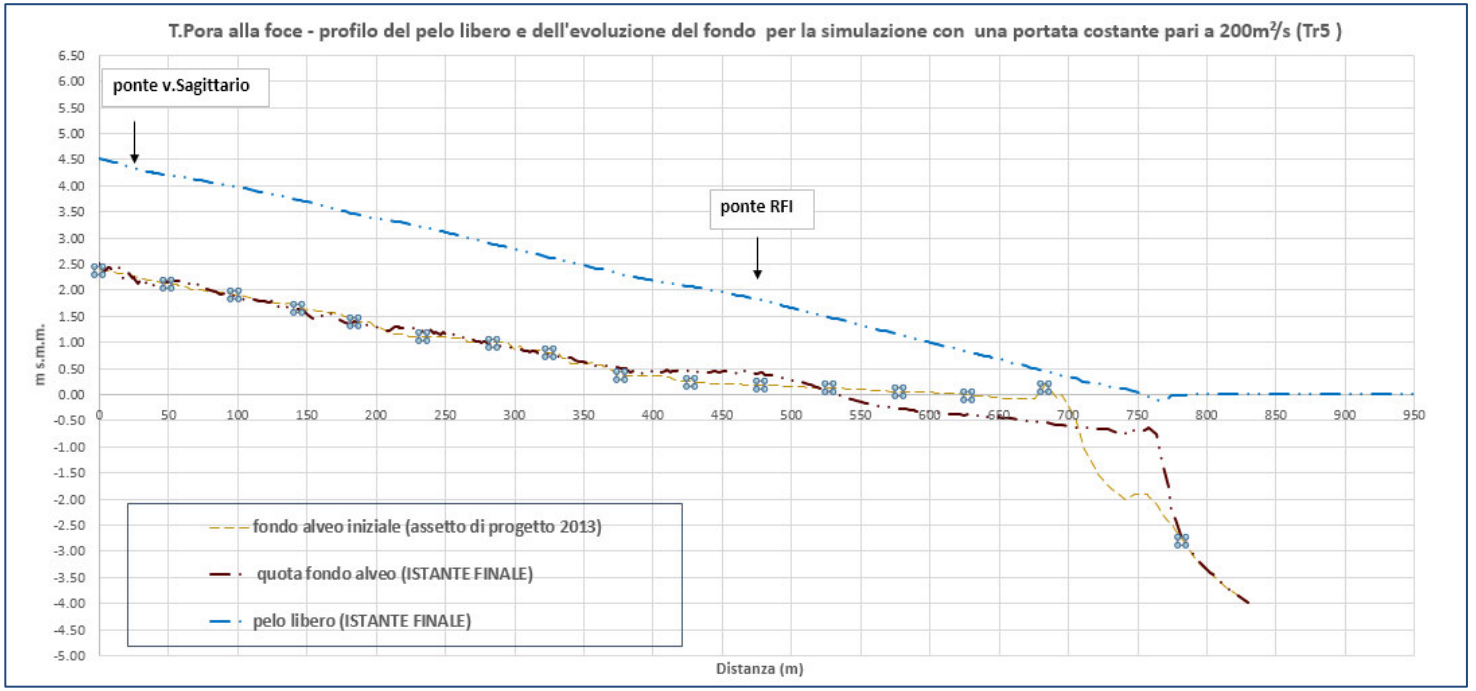


Figura 6: Condizione al contorno di valle: livello medio mare pari a 0.5 m

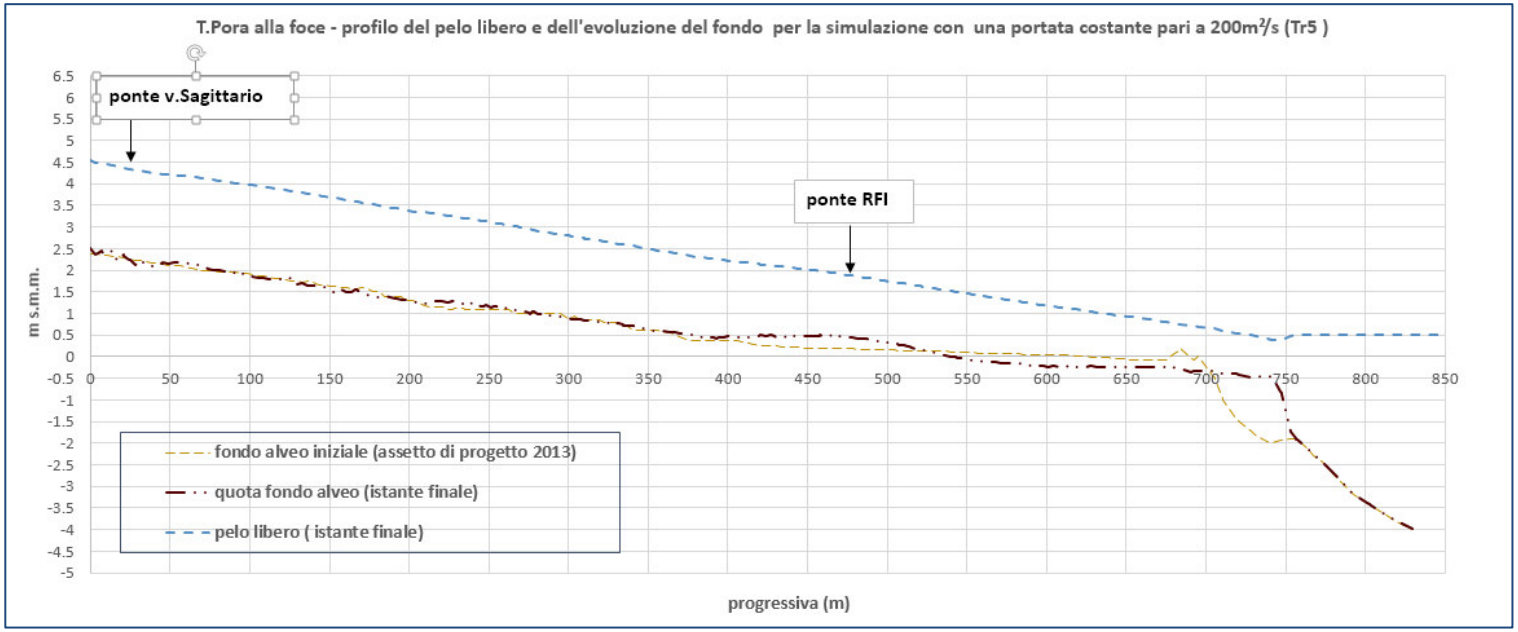
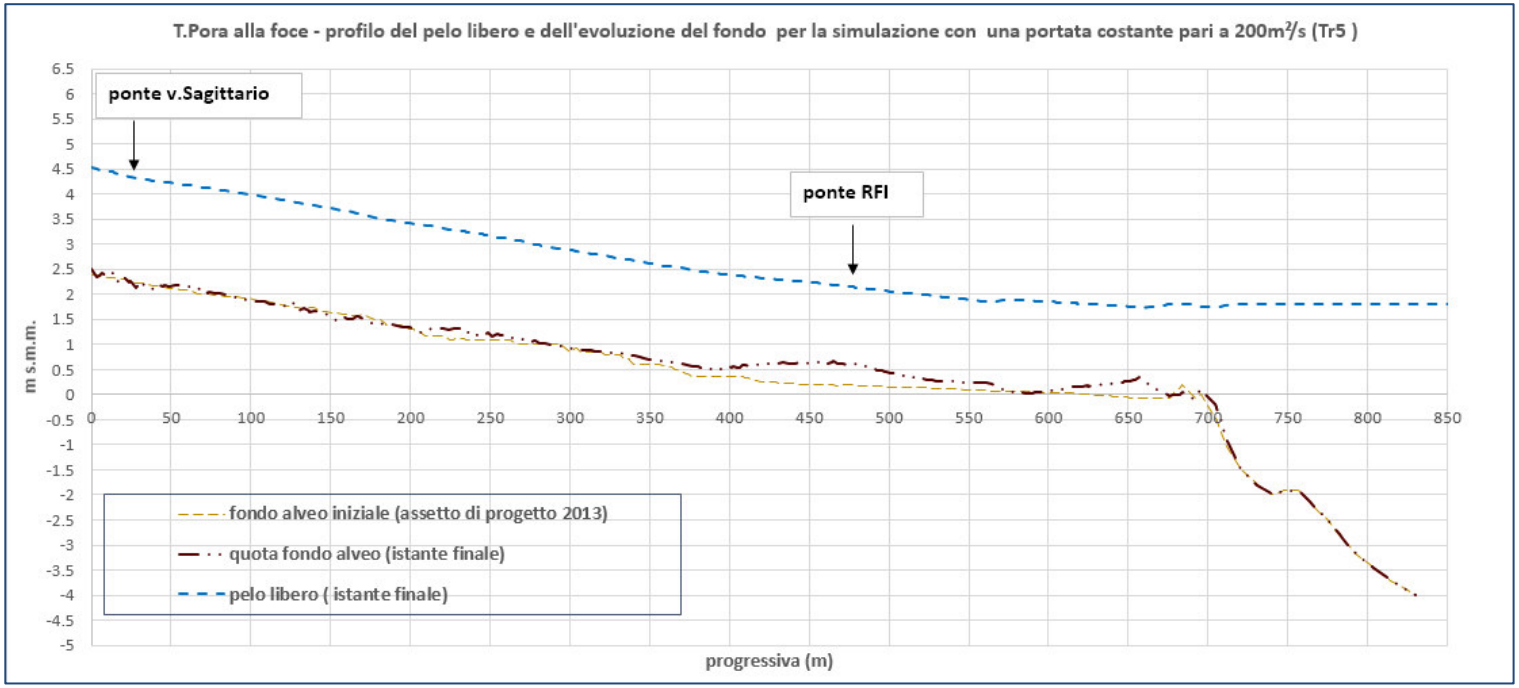


Figura 7: Condizione al contorno di valle: livello medio mare pari a 1.80 m



2.8. Punto 8

Considerazioni istruttorie

"Si rileva inoltre la necessità di accertare la compatibilità degli interventi di abbassamento di fondo alveo previsti con le edificazioni e i manufatti presenti in fregio al corso d'acqua, verificando la eventuale necessità di interventi di sottofondazioni o consolidamenti."

Valutazioni tecniche progettuali

Si precisa che nel tratto in cui l'attuale sponda esistente rimane la linea di difesa (a monte della sezione 11) viene comunque mantenuto la banca presente sul lato fiume per una larghezza mediamente di circa 2,5 m in modo da preservare eventuali fondazioni in alveo. Si veda il confronto grafico tra le sezioni di progetto e quelle attuali riportato nell'elaborato 6.

Invece, nel tratto a valle della sezione 11 in cui si prevede la realizzazione di una nuova linea di difesa (a monte non risulta necessario un nuovo muro) le opere di progetto avranno una fondazione propria, così come rappresentato nell'elaborato 7 sui particolari costruttivi.

2.9. Punto 9

Considerazioni istruttorie

"Dalla documentazione trasmessa non appare sempre rispettato il franco idraulico di legge, con particolare riferimento al rispetto del carico cinetico. A tale proposito si ritiene necessario innanzitutto che siano esplicitate nel dettaglio le condizioni di franco idraulico nei vari tratti del corso d'acqua nello stato di progetto, e valutata la possibilità di perseguire un maggiore allargamento delle sezioni di alveo, anche nel rispetto della perimetrazione della fascia di riassetto, al fine di recuperare il franco idraulico previsto e mitigare al massimo la pericolosità idraulica in sponda sinistra, già intensamente urbanizzata."

Valutazioni tecniche progettuali

La presente fase di progettazione preliminare (anno 2017) ricalca per la maggior parte quanto già definito nell'ambito del progetto preliminare redatto nell'anno 2003 e successivamente aggiornato

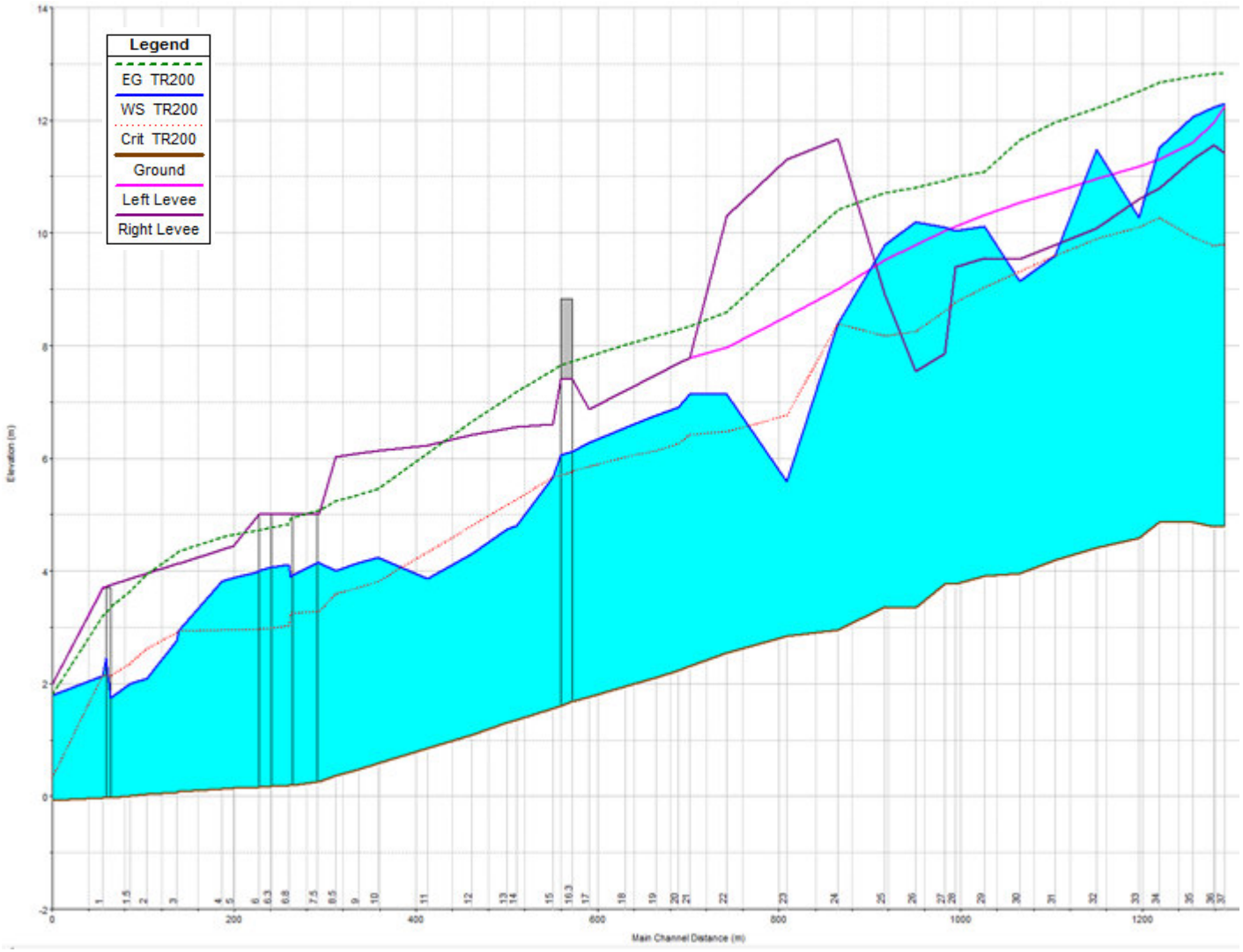
all'anno 2005 e poi recepito nel Piano di Bacino del Torrente Pora nel 2006, come già richiamato in precedenza (paragrafo 2.3). In particolare, la proposta progettuale 2017 del presente Primo Stralcio ha considerato i criteri di dimensionamento idraulico già assunti come riferimento per la definizione dell'assetto di progetto nel 2003 che prevedevano l'adozione della portata di progetto avente tempo di ritorno 200-ennale, l'ottenimento per tutte le sezioni fluviali di un franco di sicurezza non inferiore a 0,5 m e il posizionamento delle quote di sottotrave dei nuovi attraversamenti al di sopra della quota della linea dell'energia o tali da garantire un franco di almeno un metro.

L'assetto progettuale 2017 è già stato verificato nei suoi elementi essenziali dal punto della vista della sicurezza idraulica e per quanto riguarda le tendenze evolutive dell'alveo, come illustrato nei paragrafi 6 e 7 della Relazione Tecnica allegata al presente documento. Di seguito (Figura 8) si riporta il profilo longitudinale risultante dalla simulazione della piena Tr 200 anni per l'assetto progettuale previsto con la presente ultima revisione 2017.

Nell'assetto di progetto nel tratto a valle della confluenza con il T. Pora la velocità generalmente varia tra 4 e 7 m/s, assumendo mediamente attorno ai 5 m/s. Il corrispondente carico cinetico oscilla tra 0,75 e 2,5 m con media attorno a 1,25 m.

Le sommità arginali di progetto contengono i livelli di massima piena con franco generalmente superiore a 1 m, tranne tra le sezioni 25 -26 (circa 50 cm), nel tratto di circa 130 m a valle del Ponte di Via Sagittario (variabile tra 60 e 80 cm tra le sezioni 22 – 16), a cavallo dei nuovi ponti FF.SS. e dell'Aurelia (variabile tra 85 e 95 cm tra le sezioni 8 – 6) e, infine, nel successivo tratto in corrispondenza del manufatto di attraversamento dell'Aurelia esistente da demolire (circa 55 cm tra le sezioni 5 e 4).

Figura 8: Progetto Preliminare complessivo (configurazione 2017)



L'assetto progettuale 2017, quindi, garantisce nel tratto a valle della confluenza con il T. Pora il contenimento con margine dei livelli di piena Tr 200 anni, ma non sempre del relativo carico energetico (si veda tabella riporta in allegato 3.2). Il contenimento della linea dell'energia è garantito rispetto alle quote di sottotrave dei nuovi ponti FF.SS. e dell'Aurelia.

È da evidenziare che, a differenza delle precedenti versioni, l'assetto progettuale già redatto sin dal 2014 determina un andamento del T. Pora monocursale e rettilineo, senza alcuna opere interferente col deflusso della corrente in alveo e con una capacità di trasporto solido sostanzialmente omogenea nell'intero tratto. Si può ritenere, quindi, che la presente proposta progettuale riduca significativamente la possibilità che il trasporto solido o di flottanti durante un evento di piena possa significativamente alterare i livelli idrici o la dinamica del trasporto di sedimenti previsti con la modellazione matematica.

In conclusione, l'assetto proposto 2017 consente di ottenere un franco minimo di 50 cm, condizione di sicurezza che caratterizzava le proposte adottate nelle precedenti fasi progettuali secondo l'iter di approvazione già ricordato. Un eventuale allargamento della sezione in destra nell'area Piaggio non comporterebbe dei benefici in termini idrometrici nel tratto a monte della sezione in corrispondenza di Via I. Nievo (sez. 16) in quanto in questo punto la corrente passa in condizioni critiche. Un franco idraulico maggiore sarebbe ottenibile esclusivamente con un drastico abbassamento del fondo alveo o con allargamenti in sponda sinistra.

2.10. Punto 10

Considerazioni istruttorie

"Si rimarca ancora l'opportunità dell'adozione di tipologie di opere maggiormente compatibili con l'ambiente fluviale e gli ambienti circostanti, almeno laddove gli spazi disponibili lo consentono, come d'altra parte risulta previsto nella revisione della relazione paesaggistica in corso."

Valutazioni tecniche progettuali

Si precisa che il presente aggiornamento del Progetto Preliminare ha integrato la tipologia di sistemazioni delle sponde previste nella relazione paesaggistica che consentono di rendere le opere di progetto maggiormente compatibili con l'ambiente fluviale e gli ambienti circostanti.

Conseguentemente sono stati aggiornati i modelli di calcolo idraulico e gli elaborati progettuali. In particolare, si rimanda agli elaborati 6 e 7 relativi alle sezioni trasversali e ai particolari costruttivi.

2.11. Punto 11

Considerazioni istruttorie

"Tutte le opere e gli interventi previsti dovranno essere adeguatamente progettati e verificati anche dal punto di vista geotecnico e strutturale. Per quanto riguarda gli interventi di sistemazione degli argini (in particolare in sponda destra), si sottolinea come la tipologia prevista, seppure apprezzabile da un punto di vista della compatibilità ambientale, possa risultare particolarmente vulnerabile a fenomeni erosivi e di scalzamento localizzati. Di tale aspetto si dovrà tenere conto nelle verifiche da condurre."

Valutazioni tecniche progettuali

La verifica geotecnica e strutturale delle opere di progetto è stata sviluppata, in relazione al livello di progettazione preliminare che caratterizza la presente fase di studio, con riferimento ai sondaggi, alle indagini e alle valutazioni specifiche già redatte in precedenti studi del T. Pora. Infatti, le condizioni dell'alveo, ma anche le tipologie di interventi non hanno subito sostanziali variazioni rispetto, ad esempio, a quanto al Progetto Definito del Primo Stralcio del 2008.

Nella relazione geologico - geotecnica del suddetto progetto era stato condotto un inquadramento geologico, idrogeologico e geomorfologico ed era state analizzate le campagne geognostiche (maggio e luglio 2004) dandone un'interpretazione stratigrafica. Tali valutazioni erano alla base del dimensionamento e la verifica strutturale delle opere in c.a. previste nell'ambito dei lavori di sistemazione delle opere idrauliche nel tratto terminale del torrente Pora.

Più precisamente, si erano già adottate due differenti soluzioni tecniche: scogliera di grandi massi o muro contro terra a seconda della pendenza del profilo del terreno che dal fondo dell'alveo portava alla sommità dell'argine. Entrambe le soluzioni prevedono la preventiva realizzazione di una diaframmatura continua al piede per una profondità di circa 4.50 m, atta a prevenire fenomeni di erosione.

In questo aggiornamento del Progetto Preliminare, per quanto riguarda la linea di difesa in destra si prevede una sponda realizzata con blocchi di cls posizionati a formare dei gradoni al di sopra della

quale è previsto il riempimento di terra e la messa a dimora di vegetazione ripariale. La stabilità strutturale della sponda è stata preliminarmente verificata. Al piede si prevede una protezione in massi che servono a limitare i fenomeni erosivi e di scalzamento localizzati.

In sponda sinistra, nel tratto a monte della sezione 11 si prevede di mantenere l'attuale sponda esistente e anche una banca presente sul lato fiume, mentre a valle la nuova linea di sponda è costituita da un muro verticale con fondazione orizzontale e 3 micropali di lunghezza variabile in funzione del tipo di terreno. Al di sopra e al piede della fondazione orizzontale si prevede una protezione in massi, sempre per limitare erosioni e scalzamenti localizzati.

Si rimanda all'elaborato 7 relativo ai particolari costruttivi per dettagli sulle tipologie di opere sopra descritte.

2.12. Punto 12

Considerazioni istruttorie

"Inoltre, è necessario che la progettazione sia corredata da un adeguato piano di manutenzione delle opere, con indicazione del soggetto responsabile."

Valutazioni tecniche progettuali

L'obiettivo di un programma di monitoraggio e manutenzione è principalmente quello di fornire uno strumento che consenta di pianificare gli interventi necessari al mantenimento nel tempo delle condizioni di sicurezza idraulica. Per quanto riguarda l'alveo e le sponde sarà il Comune di Finale Ligure il soggetto responsabile, mentre per i manufatti di attraversamento l'attuazione del piano di manutenzione sarà a carico degli enti proprietari o gestori delle opere, come la società RFI per il ponte ferroviario.

Il piano di monitoraggio e manutenzione dell'alveo e delle opere si rimanda a quanto riportato al paragrafo 8 della Relazione Tecnica.

2.13. Punto 13

Considerazioni istruttorie

"Infine, si sottolinea che dovranno essere adeguatamente approfondite le problematiche idrauliche dei colatori minori, in sponda destra e sinistra, interferenti con l'area di interesse e con le arginature previste, nonché le interferenze con eventuali canali di acque bianche che ad oggi scaricano nel t. Pora e che potrebbero essere influenzate dal progetto di sistemazione."

Valutazioni tecniche progettuali

Nelle mappe riportate in allegato 3.2 alla presente relazione si riportano i tracciati delle reti fognarie e acquedottistiche oltre che i rii minori. Possibili problematiche potranno riguardare il rigurgito del T. Pora in piena o l'insufficienza della capacità di portata propria del corpo idrico. Tale valutazione a livello di progettazione preliminare dovrà, ad ogni modo, ulteriormente approfondita nella successiva fase progettuale definitiva mediante l'accertamento puntuale del posizionamento e dimensioni dei manufatti esistenti che risultano interferenti.

Per quanto riguarda gli scarichi, anch'essi evidenziati nelle mappe incluse paragrafo 3.2, in questa fase progettuale è stata prevista l'installazione di un sistema di controllo del rigurgito. Nella successiva progettazione definitiva si individueranno le quote di scarico della rete idrografica minore e della fognatura al fine di condurre specifiche valutazioni in relazioni all'idrometria del T. Pora e all'andamento del piano campagna.

2.14. Punto 14

Considerazioni istruttorie

"Si ricorda ancora che ai fini della riperimetrazione preventiva, sulla base del successivo progetto definitivo, deve essere analizzata la situazione anche dell'inondabilità da monte, con metodologie compatibili con quelle del piano di bacino vigente."

Valutazioni tecniche progettuali

I benefici in termini di mitigazione del rischio per l'abitato di Finale Marina connessi con l'iniziativa di Finalmare S.p.A. possono essere analizzati valutando le aree inondabili a seguito degli interventi di sistemazione idraulica di 1° Stralcio.

Sulla base delle verifiche idrauliche effettuate, infatti, è stato possibile determinare tali benefici sia in relazione a fenomeni di esondazione diretta in sponda destra e sinistra del T. Pora lungo il tratto oggetto degli interventi di 1 stralcio, sia in relazione ad eventi di esondazione da monte nei tratti non oggetto di intervento.

La cartografazione è stata condotta facendo riferimento ai risultati delle modellazioni effettuate in moto vario bidimensionale considerando:

- la geometria dell'alveo del T. Pora, lungo il tratto terminale compreso tra la foce e l'esistente ponte di via Sagittario (sez.1-sez.22), così come prevista nella configurazione di progetto (intervento di 1° stralcio);
- il T. Pora, nel tratto compreso tra le sez.23-sez.38 schematizzato nella condizione attuale;
- l'assetto plano-altimetrico dei luoghi, risultante dalla campagna di rilievi topografici acquisiti.

Si riportano nell'allegato 3.4 le mappe relative alle aree inondabili vigenti per il T. Pora e T. Aquila e le aree inondabili a seguito di interventi 1° Stralcio, distinguendo il caso in cui è incluso contributo alle esondazioni del T. Aquila o è escluso.

Quest'ultima mappa, che esclude in contributo del T. Aquila, consente una valutazione dei benefici degli interventi di Primo Stralcio anche in sponda sinistra, che altrimenti non sarebbe apprezzabile dato che, secondo le fasce vigenti, le esondazioni del T. Aquila nei tratti di monte allagano zona in sinistra idraulica fino alla foce.

Dal confronto delle suddette mappe si può osservare che gli interventi di Primo Stralcio, lungo il tratto terminale del T. Pora a valle della sezione 23, in sponda destra determinano una significativa riduzione dell'estensione delle aree inondabili e l'inondazione è limitata agli eventi con tempo di ritorno superiore a 500 anni (confronto tra allegati 3.4.1 e 3.4.3), mentre in sponda sinistra riducono l'estensione delle aree inondabili e l'inondazione è limitata agli eventi con tempo di ritorno superiore a 200 anni (confronto tra allegati 3.4.2 e 3.4.4)

Gli interventi oggetto della presente fase progettuale, come già detto in precedenza, consentiranno un'eventuale riperimetrazione delle fasce di inondabilità. Ad ogni modo, a tal proposito, si evidenzia la

necessità di completare gli interventi nel tratto di monte del T. Pora, unitamente alla sistemazione del T. Aquila (sinistra idraulica) in prossimità della confluenza con il T. Pora (*interventi del progetto preliminare generale, 2003*), onde evitare che le aree urbane in sinistra idraulica in prossimità della foce (Finale Marina), anche in seguito alla realizzazione delle opere di progetto di questo Primo Stralcio, rimangano comunque di soggette a pericolosi allagamenti a causa delle esondazioni dei tratti di monte (esondabilità indiretta).

3. ALLEGATI

3.1. Progetto Preliminare opere di urbanizzazione: rifacimento attraversamenti

3.1.1. Ponte ferroviario

3.1.2. Ponte dell'Aurelia

3.1.3. Ponte di via I. Nievo

3.2. Risultati simulazioni Tr 200 anni (configurazione progetto 2017)

Preliminare complessivo Tr=200 anni									
Sezione di calcolo (RS)	Quota fondo alveo	Pelo libero	Quota argine sinistro	Quota argine destro	Quota energia	Velocità	N.di Froude	Franco	Carico cinetico
	(m)	(m)	[m]	[m]	(m)	(m/s)		(m)	(m)
37	4.79	11.39	12.25	12.25	12.01	3.49	0.47	0.86	0.62
36	4.79	10.96	11.98	11.98	11.97	4.43	0.65	1.02	1.01
35	4.87	9.88	11.6	11.6	11.82	6.18	1	1.72	1.94
34	4.87	9.03	11.31	11.31	11.52	6.99	1.2	2.28	2.49
33	4.58	9.79	11.18	11.18	11.32	5.48	0.83	1.39	1.53
32	4.41	9.65	10.96	10.96	11.11	5.36	0.81	1.31	1.46
31	4.19	9.44	10.73	10.73	10.91	5.36	0.81	1.29	1.47
30	3.95	9.39	10.53	10.53	10.74	5.15	0.76	1.14	1.35
29	3.91	9.35	10.32	10.32	10.59	4.92	0.71	0.97	1.24
28	3.76	9.25	10.12	10.12	10.48	4.9	0.71	0.87	1.23
27	3.76	9.11	10.04	10.04	10.43	5.08	0.75	0.93	1.32
26	3.34	9.31	9.79	9.79	10.21	4.2	0.57	0.48	0.9
25	3.36	9.01	9.52	9.52	10.1	4.62	0.68	0.51	1.09
24	2.95	7.72	9	11.66	9.77	6.34	1	1.28	2.05
23	2.84	5.93	8.51	11.3	9.08	7.87	1.43	2.58	3.15
22	2.54	7.14	7.96	10.3	8.59	5.33	0.79	0.82	1.45
21	2.31	7.14	7.78	7.78	8.35	4.87	0.76	0.64	1.21
20	2.23	6.9	7.68	7.68	8.28	5.2	0.79	0.78	1.38
19	2.11	6.76	7.48	7.48	8.17	5.26	0.8	0.72	1.41
18	1.95	6.55	7.2	7.2	8.01	5.36	0.82	0.65	1.46
17	1.76	6.27	6.87	6.87	7.81	5.5	0.85	0.6	1.54
16.5	1.68	6.12	7.4	7.4	7.71	5.59	0.87	1.28	1.59
16.3			Bridge						
16	1.61	6.05	7.4	7.4	7.65	5.6	0.88	1.35	1.6
15	1.56	5.66	6.6	6.6	7.56	6.11	1	0.94	1.9
14	1.35	4.8	6.55	6.55	7.18	6.84	1.23	1.75	2.38
13	1.3	4.74	6.53	6.53	7.06	6.75	1.22	1.79	2.32
12	1.09	4.3	6.41	6.41	6.64	6.79	1.26	2.11	2.34
11	0.85	3.86	6.22	6.22	6.08	6.61	1.26	2.36	2.22

Preliminare complessivo Tr=200 anni									
Sezione di calcolo (RS)	Quota fondo alveo	Pelo libero	Quota argine sinistro	Quota argine destro	Quota energia	Velocità	N.di Froude	Franco	Carico cinetico
	(m)	(m)	[m]	[m]	(m)	(m/s)		(m)	(m)
10	0.58	4.23	6.13	6.13	5.45	4.9	0.83	1.9	1.22
9	0.47	4.14	6.09	6.09	5.35	4.87	0.82	1.95	1.21
8.5	0.36	4	6.03	6.03	5.23	4.92	0.84	2.03	1.23
8	0.25	4.15	5	5	5.07	4.25	0.69	0.85	0.92
7.5			Bridge						
7	0.2	3.9	5	5	4.93	4.5	0.75	1.1	1.03
6.8	0.2	4.11	5	5	4.83	3.75	0.61	0.89	0.72
6.5	0.18	4.06	5	5	4.77	3.73	0.61	0.94	0.71
6.3			Bridge						
6	0.17	3.99	5	5	4.72	3.79	0.63	1.01	0.73
5	0.14	3.87	4.44	4.44	4.64	3.88	0.65	0.57	0.77
4	0.13	3.82	4.38	4.38	4.61	3.92	0.66	0.56	0.79
3.2	0.08	2.94	4.13	4.13	4.34	5.25	1	1.19	1.4
3	0.07	2.77	4.13	4.13	4.32	5.52	1.08	1.36	1.55
2	0.03	2.08	3.95	3.95	3.95	6.05	1.35	1.87	1.87
1.5	0	1.99	3.86	3.86	3.64	5.68	1.29	1.87	1.65
1.4	-0.02	1.74	3.75	3.75	3.35	5.63	1.37	2.01	1.61
1.3			Bridge						
1.2	-0.02	2.45	3.71	3.71	3.25	3.99	0.82	1.26	0.8
1	-0.02	2.14	3.71	3.69	3.21	4.57	1.01	1.57	1.07
0.1	-0.08	1.8	2	2	1.81	0.44	0.1	0.2	0.01

3.3. Mappa delle reti fognarie e acquedottistiche e dei rii minori

3.4. Aree inondabili

3.4.1. Vigenti (T. Pora)

3.4.2. Vigenti (T. Aquila)

3.4.3. A seguito di interventi 1° Stralcio (incluso contributo T. Aquila)

3.4.4. A seguito di interventi 1° Stralcio (escluso contributo T. Aquila)