



Anas SpA

Direzione Centrale Progettazione

SISTEMA TANGENZIALE DI LUCCA

Viabilità Est di Lucca comprendente i collegamenti tra Ponte a Moriano ed i caselli dell'autostrada A11 del Frizzone e di Lucca Est

PROGETTO PRELIMINARE

PROGETTAZIONE: ANAS - DIREZIONE CENTRALE PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA:

Dott. Ing. Antonio VALENTE
Ordine Ing. di Roma n. 20739

GRUPPO DI PROGETTAZIONE ANAS

Ing. Giuseppe Danilo MALGERI – Responsabile di Progetto
Ing. Francesco BEZZI – Impianti
Ing. Pier Giorgio D'ARMINI – Traffico e Benefici/Costi
Ing. Gianfranco FUSANI – Strade
Ing. Gabriele GIOVANNINI – Cartografia
Ing. Alessandro MITA – Idraulica
Ing. Enrico MITTIGA – Geotecnica
Arch. Gianluca BONOLI – Strutture
Arch. Roberto ROGGI – Sicurezza
Geom. Stefano SERANGELI – Geologia
Geom. Emiliano PAIELLA – Computi e Capitolati
Geom. Carmelo ZEMA – Espropri ed Interferenze

IL GEOLOGO

Dott. Geol. Francesca SCIUBBA
Ordine Geol. del Lazio n. 1371

I RESPONSABILI DEL S.I.A.

Dott. Ing. Ginevra BERETTA Dott. Arch. Francesca Romana IETTO
Ordine Ing. di Roma n. 20458 Ordine Arch. di Roma n. 15857

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Geom. Fabio QUONDAM

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. Nicola DINNELLA

RESPONSABILI DI UNITA' INGEGNERIA:

Ing. Fulvio Maria SOCCODATO – Ingegneria Territorio
Ing. Alessandro MICHELI – Ingegneria Geotecnica e Impianti
Ing. Achille DEVITOFRANCESCHI – Ingegneria Opere Civili
Geom. Fabio QUONDAM – Ingegneria Computi, Stime e Capitolati

PROTOCOLLO

DATA

STUDIO GENERALE IDROLOGICO E IDRAULICO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

CODICE PROGETTO		NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	N. PROG.	T00_ID00_IDR_RE01_A.DOC		
L0601A	P	1201	CODICE ELAB. T00ID00IDRRE01	A	—
C					
B					
A	EMISSIONE		29/11/2012	Ing. A. Mita	Ing. A. Micheli
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO
					APPROVATO

INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	INQUADRAMENTO DELL'AREA	5
3	I PIANI DI BACINO.....	7
3.1	IL PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO.....	7
3.2	IL PIANO DI BACINO DEL FIUME SERCHIO.....	10
4	PLUVIOMETRIA.....	17
4.1	ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI.....	17
4.4.1	DATI PLUVIOMETRICI.....	17
4.2	CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA.....	20
5	ASSE NORD – SUD E ADEGUAMENTO SS12	24
5.1	INTERFERENZE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'OPERA	24
5.2	INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA	24
5.2.2	VERIFICHE IDRAULICHE ANTE OPERAM	36
5.2.3	VERIFICHE IDRAULICHE POST OPERAM	55
5.3	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE	73
5.4	ANALISI DEL RETICOLO MINORE	73
5.4.1	OPERE D'ARTE	74
5.5	SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA	77
6	ASSE OVEST – EST.....	81
6.1	INTERFERENZE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'OPERA	82
6.2	INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA.....	83
6.2.1	ANALISI IDROLOGICA E STIMA DELLE PORTATE.....	83
6.2.2	VERIFICHE IDRAULICHE ANTE OPERAM	86
6.2.3	VERIFICHE IDRAULICHE POST OPERAM	116
6.3	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE	142
6.4	ANALISI DEL RETICOLO MINORE	144
6.4.1	OPERE D'ARTE	144
6.5	SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA	147
7	ASSE EST – OVEST, CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO ED OPERA CONNESSA	149
7.1	INTERFERENZE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'OPERA	149
7.2	INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA	150
7.2.1	ANALISI IDROLOGICA E STIMA DELLE PORTATE.....	151

7.2.2 VERIFICHE IDRAULICHE ANTE OPERAM	153
7.2.3 VERIFICHE IDRAULICHE POST OPERAM	165
7.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE	170
7.4 ANALISI DEL RETICOLO MINORE	175
7.4.1 OPERE D'ARTE	175
7.5 SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA	179

Elaborati grafici

Corografia dei bacini	1:40.000	A1
Asse Nord-Sud - Planimetria idraulica tav.1/2	1:5.000	A1
Asse Nord-Sud - Planimetria idraulica tav.2/2	1:5.000	A1
Adeguamento SS12 - Planimetria idraulica tav.1/2	1:5.000	A1
Adeguamento SS12 - Planimetria idraulica tav.2/2	1:5.000	A1
Asse Ovest-Est - Planimetria idraulica tav.1/2	1:5.000	A1
Asse Ovest-Est - Planimetria idraulica tav.2/2	1:5.000	A1
Asse Est-Ovest - Planimetria idraulica tav.1/2	1:5.000	A1
Asse Est-Ovest - Planimetria idraulica tav.2/2	1:5.000	A1
Opera connessa - Planimetria idraulica tav.1/2	1:5.000	A1
Opera connessa - Planimetria idraulica tav.2/2	1:5.000	A1
Circonvallazione di Altopascio - Planimetria idraulica tav.1/2	1:5.000	A1
Circonvallazione di Altopascio - Planimetria idraulica tav.2/2	1:5.000	A1

1 PREMESSA

Nello Studio idrologico idraulico allegato al presente progetto sono state individuate le principali interferenze dell'opera in progetto con il reticolo idrografico e con l'assetto idrogeologico del territorio attraversato. Vengono per questo individuati i principali corsi d'acqua interferenti con la nuova viabilità e su questi vengono effettuate delle verifiche di massima per quanto riguarda l'officiosità idraulica degli stessi.

Nella presente relazione vengono infine indicati gli approfondimenti che si ritengono utili per la successiva fase di progettazione definitiva dell'opera.

Nella realizzazione dello studio sono stati contattati diversi enti aventi competenze diverse e complementari per quanto riguarda l'area in esame, in particolare:

- Autorità di Bacino del Fiume Serchio;
- Consorzio di Bonifica del Padule del Bientina;
- Comune di Lucca;
- Comune di Capannori.

Nei tratti in cui vi sia interferenza tra la struttura in progetto ed aree classificate come ad alta probabilità di inondazione vengono adottate nella realizzazione dell'opera tutte quelle misure cautelative atte, da un lato, a mettere in sicurezza le strutture nei riguardi del rischio idraulico e, dall'altro, a diminuire l'interferenza dell'opera sull'ambiente circostante. In linea generale:

nei tratti in rilevato si è previsto di disporre tombini e fornici atti a garantire la permeabilità del corpo stradale rispetto ai fenomeni di inondazione, limitando l'ostacolo alla naturale espansione delle acque;

nei tratti in trincea si è previsto di disporre opere di difesa, consistenti in setti impermeabili o argini in materiali sciolti, opportunamente dimensionate per garantire il franco di 1 ml rispetto alla quota prevista per la livelletta idraulica;

viene garantita la continuità del reticolo idrografico minore, ove interferito dal tracciato stradale, attraverso l'inserimento di tombini opportunamente dimensionati;

in tutti i tratti in cui la struttura in progetto interferisce con aree ad elevato rischio di esondazione, così come nel seguito dettagliati, è stato valutato, necessariamente in via preliminare, il volume sottratto dal corpo stradale all'inondazione delle aree e gli effetti conseguentemente indotti sulla laminazione e l'invaso delle acque esondate. Ove questi ultimi risultino significativi, dovrà prevedersi il recupero dei volumi nelle aree contermini la struttura. In tal modo si garantisce di non provocare alcun aggravio delle attuali condizioni di rischio idraulico delle aree, intervenendo in maniera il più possibile distribuita lungo l'asse del tracciato.

Le stime dei volumi da recuperare, effettuate per ogni tratto dell'opera in progetto, sono riportate nelle tabelle seguenti. Tali volumi sono stati stimati, in via preliminare, come il volume del rilevato compreso tra il piano campagna e la quota prevista della livelletta idraulica, ovvero i volumi attualmente disponibili alla libera espansione delle acque di inondazione che andranno ad essere occupati dal rilevato stradale, con riferimento ad eventi con tempo di ritorno pari a duecento anni. Ovviamente, l'esatta valutazione dei volumi, ed in particolare, l'esatta definizione degli effetti indotti dalla sottrazione dei volumi sull'assetto idraulico dovrà necessariamente essere approfondita ad un livello di progettazione superiore, necessitando di dati di dettaglio ed analisi complesse, non acquisibili o producibili in fase di progettazione preliminare. Parimenti, la localizzazione dei volumi di compenso, ove necessaria, dovrà essere effettuata di concerto con gli enti e le amministrazioni competenti sul territorio, anche in relazione ai vincoli di utilizzo del suolo e di gestione dell'assetto idraulico.

2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

L'area in esame è compresa nella piana di Lucca e ricade nei confini amministrativi dei Comuni di Lucca, Capannori, Porcari e Altopascio; è delimitata a Sud dal rilevato dell'autostrada A11 Firenze – Mare ad Ovest dal corso del Fiume Serchio e dall'abitato della città di Lucca ed a Nord Ovest dalle Colline Pizzorne. La zona è individuabile nella Cartografia Tecnica Regionale 1:10.000 nei fogli 261110; 261120; 261150; 261160.

L'urbanizzazione dell'area non è eccessivamente sviluppata, e mostra andamento temporale piuttosto irregolare; vaste aree sono dedicate all'agricoltura e solo nei centri abitati maggiori si ha una significativa presenza antropica.

Il territorio si presenta per la maggior parte pianeggiante con la conformazione tipica delle zone di bonifica, solo nella parte settentrionale sono presenti rilievi che raggiungono altezze di alcune centinaia di metri.

Il reticolo idrografico ha anch'esso la conformazione tipica dei terreni di bonifica, la pendenza del terreno, peraltro piuttosto modesta, ha un andamento Nord – Sud, una fitta rete di canali provvede al drenaggio delle acque superficiali meteoriche verso due corpi ricettori che scorrono nella parte meridionale del territorio, il Canale Rogio ed il Canale Ozzoretto. Affluente di destra del Canale Rogio è il Canale detto Frizzone con andamento prevalentemente Nord – Sud raccoglie le acque della parte orientale dell'area in esame. Da un punto di vista geometrico morfologico, essendo questi canali artificiali, hanno sezione abbastanza regolare, di forma trapezia con sponde in terra sulle quali è presente manto erboso e scarsa vegetazione arbustiva.

Nella parte settentrionale, è presente il Torrente Fraga, affluente di sinistra del Serchio che trova il suo bacino tributario sulle colline circostanti. Nel tratto di nostro interesse questo torrente scorre in alveo pensile con sezione a doppio trapezio dove è presente un alveo inciso per le portate di magra ed una piccola zona golenale interessata dalle portate di piena anche questa rivestita da erba ed altra vegetazione bassa.

Al centro dell'area scorre invece con direzione Nord – Sud il maggior canale per irrigazione della zona denominato Condotto Pubblico. Esso ha origine dallo scarico della centrale idroelettrica posta in località Ponte di Moriano e presenta durante il suo corso numerose diramazioni e piccole opere di presa.

Nel complesso la rete di canali e corsi d'acqua oggetto del presente studio si presenta in buone condizioni di manutenzione, con sezioni abbastanza regolari e pulite. Non si sono riscontrate nel corso dei diversi sopralluoghi effettuati sezioni o situazioni di abbandono della rete idrografica.

Si sono individuati sulla base della cartografia prodotta dalle Autorità di Bacino dei fiumi Serchio ed Arno i siti di sovrapposizione tra il tracciato di progetto con le zone a maggior indice di rischio idraulico.

Per tutti questi siti sono state effettuate per i principali corpi idrici verifiche di officiosità idraulica per portate caratterizzate da tempi di ritorno fino a 200 anni nell'ipotesi di moto permanente.

Per quanto riguarda il reticolo minore verranno svolte verifiche sui punti di interferenza con la viabilità in progetto nell'ipotesi di moto uniforme.

3 I PIANI DI BACINO

Si richiamano le principali interferenze di tipo idrologico ed idraulico dell'opera, desunte dall'analisi della cartografia del Piano di Bacino del Fiume Arno e del Piano di Bacino del Fiume Serchio. Si individuano così le principali criticità ed i relativi approfondimenti necessari.

3.1 IL PIANO DI BACINO DEL FIUME ARNO

Della viabilità in progetto il ramo che inizia presso lo svincolo di Antraccoli e si sviluppa in direzione Est denominato Asse Est-ovest su una direzione prevalentemente Est – Ovest ricade nel territorio sottoposto all'Autorità di Bacino del Fiume Arno, al fine di valutare le interferenze dell'opera con il reticolo idrografico e più in generale con l'assetto idrogeologico del territorio si analizzano gli elaborati prodotti dall'Autorità di Bacino relativi alla zona in esame, e più in particolare il Piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e le sue norme di attuazione.

Il Piano di Bacino, Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Arno in data 11 novembre 2004.

I contenuti del Piano che riguardano il nostro studio si possono così riassumere:

- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di sintesi scala 1:25.000
- Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica livello di dettaglio scala 1:10.000
- Carta degli elementi a rischio – Aree con pericolosità idraulica livello di dettaglio scala:10.000

Le diverse aree sono state così individuate:

Perimetrazione delle aree con pericolosità idraulica - Livello di sintesi in scala 1:25.000.

La perimetrazione è stata effettuata sulla base di criteri geomorfologici, storici ed inventariali.

Nella cartografia la pericolosità è così graduata:

- *pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4), così come definita nel Piano Straordinario approvato con delibera del Comitato Istituzionale n. 137/1999;*
- *pericolosità idraulica elevata (P.I.3), corrispondente alla classe B.I. così come definita nel Piano Straordinario di cui sopra;*
- *pericolosità idraulica media (P.I.2) relativa alle aree inondate durante l'evento del 1966 come da "Carta guida delle aree inondate" di cui al Piano di bacino, stralcio relativo alla riduzione del "Rischio Idraulico";*
- *pericolosità idraulica moderata (P.I.1): rappresentata dall'involuppo delle alluvioni storiche sulla base di criteri geologici e morfologici.*

Sono inoltre individuati:

- *le aree di ristagno*
- *l'ambito spaziale in cui la pericolosità è individuata su cartografia di dettaglio 1:10.000*

Perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica - Livello di dettaglio in scala 1:10.000

La perimetrazione è stata effettuata sulla base dei risultati di specifici studi in funzione del tempo di ritorno e del potenziale battente..

Nella cartografia la pericolosità è così graduata:

- pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;
- pericolosità idraulica elevata (P.I.3) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $TR \leq 30$ anni con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da un evento con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h \geq 30$ cm;
- pericolosità idraulica media (P.I.2) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $30 < TR \leq 100$ anni e con battente $h < 30$ cm e aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $100 < TR \leq 200$ anni ;
- pericolosità idraulica moderata (P.I.1) comprendente aree inondabili da eventi con tempo di ritorno $200 < TR \leq 500$ anni

Sono inoltre indicati

- le aree di ristagno individuate nella delibera del Comitato Isituzionale n.139 del 29 novembre 1999 allegato 1
- il limite dell'area di studio
- l'ambito spaziale in cui la pericolosità è individuata su cartografia di sintesi 1:25.000

Nelle zone in cui la pericolosità è attribuibile, secondo i dati storici, al reticolo idraulico minore, la perimetrazione è stata effettuata sulla base di considerazioni storico-inventariali o geomorfologiche.

Carta degli elementi a rischio – Aree con pericolosità idraulica a livello di dettaglio – scala 1:10.000

La carta individua gli elementi a rischio che ricadono nelle aree a pericolosità idraulica analizzate a livello di dettaglio. Gli elementi a rischio sono stati ricavati utilizzando i dati relativi alle sezioni in scala 1:10.000 forniti dalla Regione Toscana (edizione 1993 e agg.).

Gli elementi individuati sono:

- Edifici:
- Agglomerati urbani
- Insediamenti produttivi, impianti tecnologici di rilievo
- Aree sede di servizi pubblici e privati, impianti sportivi e ricreativi, strutture ricettive ed infrastrutture primarie
- Vie di comunicazione di rilevanza strategica anche a livello locale
 - Autostrade, superstrade e assimilate con le relative rampe di svincolo
 - Strade statali
 - Strade provinciali
 - Strade comunali
 - Rete ferroviaria

Nei successivi articoli le norme di piano stabiliscono gli interventi ammissibili nelle zone a diversa classificazione, si riportano nel seguito brevi stralci degli articoli suddetti relativi agli interventi di nostro interesse.

Art. 6 – Aree a pericolosità idraulica molto elevata (P.I.4).

Nelle aree P.I.4, per le finalità di cui al presente PAI, sono consentiti:

- a. interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;*
- b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;*
- c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;*
- d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali e non delocalizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;*

...
...

Art. 7 – Aree a pericolosità idraulica elevata (P.I.3).

Nelle aree P.I.3 sono consentiti i seguenti interventi:

- a. interventi di sistemazione idraulica approvati dall'autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla compatibilità degli interventi stessi con il PAI;*
- b. interventi di adeguamento e ristrutturazione della viabilità e della rete dei servizi pubblici e privati esistenti, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale;*
- c. interventi necessari per la manutenzione di opere pubbliche o di interesse pubblico;*
- d. interventi di ampliamento e di ristrutturazione delle opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture parimenti essenziali, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il carico urbanistico, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino coerenti con gli interventi di protezione civile. Per tali interventi è necessario acquisire il preventivo parere favorevole dell'Autorità di Bacino;*

...
...

Art. 8 – Aree a pericolosità idraulica media e moderata (P.I.2 e P.I.1) e aree di ristagno

Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno sono consentiti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio. Nelle aree P.I.2 e P.I.1 e nelle aree di ristagno il PAI, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti ai sensi della legge 24 febbraio 1992, n. 225 di programmi di previsione e prevenzione.

La nuova viabilità in progetto percorre aree delle quali esiste la classificazione a livello di dettaglio, è quindi possibile conoscere i battenti idraulici previsti attraverso le simulazioni numeriche effettuate per la redazione del PAI relativi ai diversi tempi di ritorno. Il tratto di viabilità in esame ricade comunque in zone a basso indice di rischio in particolare in aree P.I.2 a pericolosità media e P.I.1 a pericolosità moderata dove le norme di piano non prevedono particolari prescrizioni o limiti. Spostandosi più a Est si ha l'interferenza con un tratto della nuova viabilità del Rio Frizzone.

3.2 IL PIANO DI BACINO DEL FIUME SERCHIO

Il Piano di Bacino, Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, è stato adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Serchio in data 5 ottobre 2004 con delibera n° 132. Notizia dell'avvenuta adozione è stata data con pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana serie generale n° 267 del 13/11/2004 e sul Bollettino Ufficiale della Regione Toscana parte seconda n° 46 del 17/11/2004. Il Piano di Bacino va a sostituire il precedente Progetto di Piano, di cui alla Delibera del Comitato Istituzionale n° 112 del 18 dicembre 2001.

I contenuti del Piano che riguardano il nostro studio si possono così riassumere:

Carta delle pertinenze fluviali scala 1:50.000

Carta della pericolosità idraulica scala 1:50.000

Carta delle Norme di Piano scala 1:10.000

Il Piano definisce al suo interno Norme, direttive e raccomandazioni quali strumenti per l'attuazione del Piano medesimo (*Art.4 Norme di Piano*)

All'interno delle Norme di Piano sono definite le aree nelle quali è stato suddiviso e classificato il territorio, si riporta uno stralcio di tali definizioni:

Articolo 7 – Definizioni

Ai fini del presente Piano si assumono le definizioni di seguito riportate.

Alveo fluviale in modellamento attivo - E' definito come la porzione dell'alveo raggiungibile dalle piene stagionali, che quindi non necessariamente corrisponde al letto di magra, ma che risulta comunque attualmente in modellamento attivo, caratterizzato da ciottolame mobile, depositi sabbiosi e limosi sciolti, mentre la vegetazione eventualmente presente è per lo più arbustiva. Il limite esterno, coincidente con il ciglio di sponda, è di norma facilmente determinabile. Nei casi di sponde variabili od incerte il limite è comunque identificabile, in quanto coincidente o con variazioni vegetazionali o con le colture agricole.

Aree di pertinenza fluviale – Porzioni di territorio esterne all'alveo attivo del fiume, necessarie per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal presente Piano e per la sua riqualificazione ambientale.

Aree di pertinenza lacuale - Porzioni di territorio che comprendono le aree depresse esterne agli argini del lago di Massaciuccoli, generalmente al disotto del livello medio marino.

Aree a bassa probabilità di inondazione - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (T_r) pari a 500 anni.

Aree a moderata probabilità di inondazione - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (T_r) pari a 200 anni.

Aree ad elevata probabilità di inondazione - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate con tempo di ritorno (T_r) pari a 30 anni.

Aree golenali – Porzioni di territorio definite come le fasce a lato dell'alveo fluviale in modellamento attivo, comprese tra le sponde del corso d'acqua e gli argini maestri, nelle quali le acque si possono espandere in caso di piena.

Aree inondabili - Porzioni di territorio soggette ad essere allagate da un corpo idrico, caratterizzate da una probabilità di inondazione legata al tempo di ritorno di un evento.

...
...

Pericolosità idraulica - Probabilità di accadimento di un determinato evento calamitoso (piena) in uno specifico periodo di tempo in una determinata area.

Tempo di ritorno - Durata media in anni del periodo in cui l'evento è superato almeno una volta. Il tempo di ritorno si calcola attraverso la formula $Tr=1/(1-P)$ dove Tr è il tempo di ritorno e P la probabilità di non superamento dell'evento.

...
...

Infrastrutture a sviluppo lineare – Interventi a carattere urbanistico e territoriale relativi ad opere aventi un prevalente sviluppo lineare quali strade e viabilità, ferrovie, acquedotti, linee elettriche, gasdotti, metanodotti e relative infrastrutture di servizio.

Sempre all'interno delle Norme di Piano sono presenti indirizzi e vincoli generali dei quali riportiamo una breve sintesi:

Articolo 9 - Indirizzi e vincoli generali per il buon assetto della rete idrografica (I.V.)

1. *Nei corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico dell'intero bacino del fiume Serchio valgono i seguenti indirizzi generali:*

- *la manutenzione ordinaria degli alvei deve assicurare principalmente il mantenimento della struttura e della morfometria del corso d'acqua e della fascia di vegetazione riparia, così come prescritto dalla direttiva n. 3 delle presenti norme;*
- *i progetti di nuove opere, relativi ad interventi nei corsi d'acqua, devono seguire gli indirizzi, direttive e raccomandazioni di cui alle presenti norme di Piano;*
- *la realizzazione degli interventi di sistemazione è subordinata, per quanto possibile, alla rinaturalizzazione degli alvei dei corsi d'acqua e all'impiego di tecniche di opere di ingegneria naturalistica;*
- *i ponti e gli attraversamenti devono essere di norma realizzati ad arcata unica, qualora ciò non sia tecnicamente fattibile devono comunque essere realizzati con il minor numero possibile di arcate;*
- *gli interventi di consolidamento delle pile dei ponti esistenti devono avvenire in profondità, evitando l'utilizzo di plateazioni in alveo che possano interferire con la continuità del trasporto solido di fondo.*

2. *Nella progettazione relativa ad opere strutturali, finalizzate alla sicurezza dell'esistente, la portata di piena di progetto è quella con tempo di ritorno duecentennale. Limitatamente ai corsi d'acqua minori tale valore di portata può essere motivatamente modificato, su parere dell'Autorità di Bacino, al sopravvenire di nuove evidenze scientifiche o di studi idrologici più dettagliati, con adeguati piani di protezione civile.*

...

In tutto il bacino non sono ammessi i seguenti interventi di nuova realizzazione:

- a. *coperture e tombature in via definitiva dei corsi d'acqua di ogni grandezza e portata ad esclusione di ponti ed attraversamenti che devono comunque essere realizzati in condizioni di sicurezza idraulica;*

- b. difese di sponda che comportino il restringimento della sezione dell'alveo;
- c. guadi in alveo, anche temporanei se per periodi superiori a 12 mesi, che modifichino il profilo dell'alveo;

...

Eventuali deroghe di cui ai precedenti punti sono sottoposte a parere vincolante dell'Autorità di Bacino.

Nelle aree definite all'articolo 9 sono consentiti soltanto alcuni tipi di intervento disciplinati dagli articoli 22, 23, 24 e 25, si riportano sommariamente le parti di interesse:

Articolo 22 – Aree allagate e/o ad alta probabilità di inondazione (AP) (I.V.)

1. *Le aree del Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico, rappresentate nella "Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore del rischio idraulico" come "Aree ad alta probabilità di inondazione"(AP), corrispondenti all'ambito di pericolosità idraulica molto elevata (P4), sono soggette a edificabilità condizionata.*

Nelle aree di cui al presente comma sono inoltre inibite le trasformazioni morfologiche anche a carattere temporaneo, ovvero l'alterazione della attuale configurazione della superficie topografica, comprendente anche movimenti di terra, la realizzazione di opere costituenti ostacolo al deflusso delle acque compresi gli stoccaggi di materiali inerti, le variazioni del reticolo idraulico esistente, e l'installazione di manufatti a carattere temporaneo o precario, salvo parere diverso espresso dall'Autorità di Bacino a seguito di specifiche richieste.

In tali aree sono consentiti esclusivamente gli interventi previsti dai commi seguenti.

2. *Tutti gli interventi ammessi dai commi che seguono devono essere valutati sulla base di apposite indagini di natura idraulica dimostranti che non sia aggravato il rischio (da valutarsi come aumento dei soggetti esposti) rispetto al contesto generale e che gli edifici siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica.*
3. *Nelle aree di cui al comma 1 sono consentiti gli interventi idraulici e di sistemazione ambientale, atti a ridurre il rischio idraulico, approvati dall'Autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di bacino, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva.*

...

8. *Nelle aree di cui al comma 1, sono inoltre consentiti:*

- a. *gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico;*

- b. *previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino, gli interventi di ampliamento, di adeguamento e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica per tempi di ritorno di 200 anni in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il rischio idraulico né il carico insediativo, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile;*

...

Articolo 23 – Aree a moderata probabilità di inondazione ed aree di pertinenza fluviale (P2) (I.V.)

1. *Le aree del Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico, rappresentate nella "Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore del rischio idraulico" come P2 – "Aree a moderata probabilità di inondazione ed aree di pertinenza fluviale disponibili per la regimazione idraulica", corrispondenti all'ambito di pericolosità idraulica elevata (P3), sono soggette a edificabilità condizionata, a divieto di trasformazioni morfologiche del terreno, ovvero di alterazione della attuale configurazione della superficie topografica, comprendente anche movimenti di terra e realizzazione di opere costituenti ostacolo al deflusso delle acque, compresi gli stoccaggi di materiali inerti e l'installazione di manufatti a carattere temporaneo o precario, nonché a divieto di variazioni del reticolo idraulico esistente, salvo parere diverso espresso dall'Autorità di Bacino a seguito di specifiche richieste.*

In tali aree sono consentiti esclusivamente gli interventi di cui ai commi seguenti.

2. *Tutti gli interventi ammessi dai commi che seguono devono essere valutati sulla base di apposite indagini di natura idraulica dimostranti che non sia aggravato il rischio (da valutarsi come aumento dei soggetti esposti) rispetto al contesto generale e che gli edifici siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica.*

3. *Nelle aree di cui al comma 1 sono consentiti gli interventi idraulici e di sistemazione ambientale atti a ridurre il rischio idraulico approvati dall'Autorità idraulica competente, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione a valle e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva.*

...

8. *Nelle aree di cui al comma 1, sono inoltre consentiti:*

a. *gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico;*

b. *previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino, gli interventi di ampliamento, di adeguamento e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture, pubbliche o di interesse pubblico, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica per tempi di ritorno di 200 anni in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il rischio idraulico né il carico insediativo, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile.*

...

Articolo 24 – Aree palustri e ad alta probabilità di inondazione circostanti il lago di Massaciuccoli (APL), aree di pertinenza lacuale (PL) ed aree morfologicamente depresse (PU) (I.V.)

1. *Le aree del Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico, rappresentate nella "Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore del rischio idraulico" come di seguito elencate, sono soggette a edificabilità condizionata, a divieto di trasformazioni morfologiche del terreno, ovvero di alterazione della attuale configurazione della superficie topografica, comprendente anche movimenti di terra e realizzazione di opere costituenti ostacolo al deflusso delle acque, compresi gli stoccaggi di materiali inerti e l'installazione di manufatti a carattere temporaneo o precario, nonché a divieto di variazioni del reticolo idraulico esistente, salvo parere diverso espresso dall'Autorità di Bacino a seguito di specifiche richieste:*

APL *"Aree palustri e ad alta probabilità di inondazione prevalentemente incluse entro gli argini del Lago di Massaciuccoli";*

PL *"Aree di pertinenza lacuale poste sotto il livello medio del mare" (zona del lago di*

Massaciuccoli);

PU – "Aree morfologicamente depresse (0-1 m. s.l.m.) o aree umide della piana costiera e della parte meridionale della piana di Lucca".

In tali aree sono consentiti esclusivamente gli interventi di cui al commi seguenti.

2. Nelle aree palustri e ad alta probabilità di inondazione prevalentemente incluse entro gli argini del Lago di Massaciuccoli (APL), previo parere vincolante dell'Autorità di Bacino, sono consentiti:

a. gli interventi idraulici atti a ridurre il rischio idraulico e quelli destinati a perseguire miglioramento ambientale, approvati dall'Autorità idraulica competente, tali da migliorare le condizioni di funzionalità idraulica, da non aumentare il rischio di inondazione nelle aree contigue e da non pregiudicare la possibile attuazione di una sistemazione idraulica definitiva;

b. gli interventi di adeguamento e restauro delle infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, a sviluppo lineare, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché non concorrano ad incrementare il rischio idraulico né il carico insediativo, non precludano la possibilità di attuare gli interventi previsti dal piano e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile.

3. Nelle aree di pertinenza lacuale (PL), oltre agli interventi previsti dal precedente comma, previo parere vincolante dell'Autorità di Bacino e sempre che non concorrano ad incrementare il rischio idraulico, sono consentite:

...

6. Nelle aree morfologicamente depresse (PU) sono inoltre consentiti:

a. gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria delle infrastrutture pubbliche o di interesse pubblico;

b. previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino, gli interventi di ampliamento, di adeguamento e di ristrutturazione delle infrastrutture pubbliche, o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali e non delocalizzabili, nonché la realizzazione di nuove infrastrutture, pubbliche o di interesse pubblico, parimenti essenziali e non diversamente localizzabili, purché siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica per tempi di ritorno di 200 anni in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale, non concorrano ad incrementare il rischio idraulico né il carico insediativo, non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio e risultino essere comunque coerenti con la pianificazione degli interventi d'emergenza di protezione civile;

c. sono ammessi nuovi interventi di opere pubbliche a condizione che venga garantita la preventiva o contestuale realizzazione delle opere di messa in sicurezza idraulica per tempi di ritorno di duecento anni, risultanti da idonei studi idrologici ed idraulici, previo parere favorevole dell'Autorità di Bacino sulla idoneità degli studi e degli interventi di messa in sicurezza previsti, anche rispetto alla più complessa organizzazione degli interventi di messa in sicurezza delle aree a rischio adiacenti, a condizioni che si minimizzino i rischi per i futuri utenti in caso di inondazione e senza aggravare le condizioni al contorno;

...

Articolo 25 - Aree a bassa probabilità di inondazione (BP) ed Aree a moderata probabilità di inondazione (MP) (I.V.)

1. Nelle aree del Piano di Bacino, stralcio Assetto Idrogeologico, non interessate da eventi storici alluvionali per sormonto arginale, rappresentate nella "Carta di riferimento delle norme di Piano

nel settore del rischio idraulico" come "Aree a bassa probabilità di inondazione" (BP), definite sulla base di eventi con tempi di ritorno di 500 anni, e "Aree a moderata probabilità di inondazione" (MP), definite sulla base di eventi con tempi di ritorno di 200 anni, al di fuori delle aree di pertinenza fluviale già disciplinate dal precedente art. 23, la pianificazione urbanistica, le opere infrastrutturali e la realizzazione di nuove costruzioni od interventi su edifici esistenti, dovranno tenere in considerazione che esse, pur con tempi di ritorno elevati, potranno essere soggette ad allagamenti e/o inondazioni e dovranno pertanto contenere accorgimenti atti a ridurre la vulnerabilità delle opere esistenti e previste, in attuazione dell'articolo 50 delle presenti Norme.

Si riporta infine l'Art. 49 delle Norme di Piano che contiene indicazioni per la manutenzione e progettazione di infrastrutture stradali:

Articolo 49 – Criteri per la realizzazione di nuovi tracciati stradali e per la manutenzione ordinaria delle opere viarie esistenti.

- 1. L'analisi dei fenomeni franosi rilevati individua nella carente o errata gestione della rete di raccolta e smaltimento dei deflussi superficiali che scorrono sulle sedi stradali una causa predisponente o addirittura scatenante i dissesti. A tale proposito, nell'ambito della mitigazione del rischio idrogeologico da frana, sono elencati i seguenti orientamenti per ottimizzare il percorso delle acque sulle strade sia di nuova realizzazione che esistenti.*
- 2. Nell'ambito del territorio del bacino del fiume Serchio, gli enti preposti alla manutenzione della rete viaria, ciascuno per le proprie competenze, dovranno rivedere lo stato di efficienza dei sistemi di smaltimento delle acque meteoriche delle sedi stradali, con particolare riferimento ai tratti ricadenti nelle zone a rischio da frana. In tale contesto la sede stradale dovrà rispondere ai seguenti requisiti:*
 - a. collocazione su ambo i lati o solo verso monte a seconda della pendenza della sede stradale, di una cunetta di scolo del tipo trapezoidale o del tipo triangolare, a meno di speciali circostanze che configurino singolari esigenze idrauliche cui occorra soddisfare con particolari adattamenti tecnici; il fondo della cunetta dovrà trovarsi sempre ad una quota inferiore a quella del piano stradale e opportunamente dimensionata tenendo conto anche di eventuali condizioni di ostruzione della sezione per temporaneo deposito di materiale;*
 - b. nei tratti in curva della sagoma della strada, pendenza trasversale della stessa verso l'interno;*
 - c. collocazione di un eventuale cordolo perimetrale al lato valle della sagoma stradale in corrispondenza di zone ad elevata vulnerabilità (frane attive e quiescenti);*
 - d. realizzazione, per dare libero deflusso alle acque piovane, di ponti, ponticelli in corrispondenza di impluvi naturali, e frequenti tombini e pozzetti di ispezione e di intercettazione delle acque provenienti dal sistema di cunette, dotati di griglia superiore, conformi alla tipologia e collocazione più idonea indicata dal progettista sulla base di opportune verifiche;*
 - e. rivestimento delle sponde e del fondo dei fossi e delle canalette perimetrali alla sede stradale, con ciottoli e pietrame, a secco o in malta, a seconda dei casi, in corrispondenza di tratti a forte pendio o scavati in terreni soggetti a forte erosione;*
 - f. realizzazione di canalizzazioni di accompagnamento delle acque provenienti dai collettori di scarico al reticolo idrografico;*
 - g. collocazione ai bordi stradali critici di graticciate in essenze vegetali con andamento trasversale alla massima pendenza e sfalsate tra loro, al fine di evitare che lo smaltimento delle acque del piano stradale stesso provochi danni derivati dal ruscellamento.*

La nuova viabilità in progetto nella zona ricadente all'interno dei limiti di applicazione del Piano ha limitati punti di sovrapposizione con le aree ad alta e media probabilità di inondazione e con aree denominate umide, punti che sono tutti localizzati nella parte di tracciato denominata Asse Ovest-est che si sviluppa dal casello autostradale di Lucca fino allo svincolo in località Antraccoli e più precisamente corrispondente alla parte di tracciato che si sviluppa parallelamente all'Autostrada A11. Per tutta la restante parte dell'asse viario Nord – Sud non si hanno sovrapposizioni con aree ad alta o media probabilità di inondazione essendo la zona in questione classificata dal P.A.I. come zona a bassa probabilità di inondazione (**BP**).

Dedicheremo un apposito paragrafo all'analisi dei siti in cui si ha interferenza tra la viabilità di progetto ed aree classificate dalla cartografia PAI, per ognuna di queste aree verranno poi analizzati gli interventi necessari per la mitigazione degli effetti apportati dall'opera sul rischio idraulico.

4 PLUVIOMETRIA

4.1 ELABORAZIONE DEI DATI PLUVIOMETRICI

4.4.1 DATI PLUVIOMETRICI

Per avere una stima delle portate di piena che si formano all'interno dei corpi ricettori, con un determinato tempo di ritorno T , sono stati analizzati i dati pluviometrici raccolti negli annali idrologici del servizio idrografico nazionale, relativi al pluviometro di Lucca. Si è dunque utilizzato un metodo di stima indiretto, in quanto il metodo diretto avrebbe richiesto che all'interno dell'alveo fossero sistemati degli appositi strumenti per misurare la portata. Per svolgere il calcolo, si è ipotizzato che la piena con tempo di ritorno T sia causata da una pioggia con lo stesso tempo di ritorno.

Quella che segue è l'analisi dei dati pluviometrici. I dati che vengono forniti dal pluviometro scelto coprono gli anni che vanno dal 1932 al 1997.

Pluviometro:	Lucca
Tipo di strumento:	pluviometro registratore
Coordinate:	E(UTM) 620990 N(UTM) 4855580
Comune:	Lucca
Quota:	20 m s.l.m.
Bacino d'appartenenza:	Serchio
Periodo considerato:	1932 – 1997

I dati delle altezze di pioggia raccolti fanno riferimento alle durate di 5, 10, 15, 20, 30 minuti e 1, 3, 6, 12, 24 ore.

Osservazione: le altezze di pioggia riferite a $t = 5$ min e 15 min non verranno mai prese in considerazione nei calcoli che seguiranno perché possediamo solo pochi dati, e quindi poco significativi.

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

MASSIMI LUCCA										
	5'	10'	15'	20'	30'	1h	3h	6h	12h	24h
1932				16	17					
1933					20.4	24.6	27.4	48.8	61.6	71
1934					23.4	31	43.4	43.8	45.8	57
1935					50	65	82.8	84	118.4	154.4
1936					19.8	24	27.8	37.4	70	101.4
1937					45	85	150	193.6	260	273.2
1938					17.6	22.4	43	47	62.2	82.2
1939				17		23	34.6	47.6	50.6	71
1940					25.4	38.8	52	59	67	77.8
1941					18.6	22.6	29.2	38.2	55.6	66
1942						29.2	35.6	41	42	52
1947						33.6	42.6	66.4	68.2	68.2
1948						90.8	101.2	101.1	101.2	101.2
1949						14.4	19.8	25	32.4	32.8
1950						62	70.6	85	107.4	114
1951						65.2	79.6	81.6	81.6	81.6
1952						20.6	31.8	39.4	50.2	51.6
1953						41	43.2	46.4	50.6	64.8
1954						32.6	37.2	61	77.6	78.6
1955					19	27	55.2	73.8	112.2	118
1956			26		40	82	83	94.8	96.2	107.4
1957					30	38.4	53.2	77	101.8	119.6
1958					23.6	35	61	67.8	74.4	74.4
1959				25		29.2	30.4	42	59	106
1960					18	24	45	60	68	77.6
1961					32.2	33.8	44	47.2	54.4	63.6
1962					40	50	61.8	62.2	62.2	64.8
1963				12.8		24	38.6	53.6	68.6	90.4
1964			11			17	38	61	72.4	76.4
1965					22.8	24.2	40	49.8	60.8	101.4
1966		19				19.6	24.4	34	44.4	48
1967				20		37.8	45.4	51	61.6	69.8
1968		20				30	55.4	67.4	78.8	104
1969		16				25	31.2	44.8	61	81
1970		15				24	56	92.8	122.8	125.8
1971		12				32	44.8	72.6	94	94
1972		21.6				23	27.7	38	60	89.2
1973			34			34	41.2	66.8	67	101.4
1974				24		47	63.4	65.8	67.6	67.6
1975				26		50	75.6	84.6	89	99.4

1976			17			31.6	39.6	40.6	68.8	75.2
1977				23.4		36.4	75.8	96.6	117.2	127
1978				28.4		40	56.2	57.8	58.6	58.6
1980				20.2		34	34.6	50.2	77.4	103.6
1981			19.2			38.8	67.4	70	91.6	107.8
1982			14.2			27.6	40	60	73.8	73.8
1983			10.6			20.4	40.2	55.4	55.4	65.4
1984			12.8			23	26.2	49.8	90.6	149.8
1985			14.6			17.8	27.4	41.6	47.2	94.2
1986		13.4				36.2	59.2	67.8	67.8	88.2
1987		14.6				33	38	50	73.2	79
1989		18.6				38.6	40.4	47	57.4	63
1990		12.4				22.8	32.2	38.8	43	54.2
1991		15				22	33	36	52.8	69
1992		10.4	11.6	13.6	19.8	30.8	45	49.2	52.8	66.6
1993	12.4	18	24.4	31.6	36.4	64.4	99.8	115.4	123.6	160.8
1994		12.6		16.4	20.4	33.8	48.4	60.4	69.6	92.4
1995	5.6	9.9	13.1	15.7	21	34.5	62.6	80.6	82	82
1996		12		14.6	17.4	33	65.6	92.4	125.4	138.4
1997		12		17.2	22.4	34.6	68.4	75	78	78

Distribuzione di Gumbel

Per lo studio di eventi di pioggia intensa è necessaria la conoscenza della legge probabilistica che determina i valori di altezza di pioggia massima. Quella cui più frequentemente si fa riferimento è la distribuzione di **Gumbel**, che si presenta con la seguente espressione analitica :

$$F(h) = P(h_{\max} \leq h) = \exp\{-\exp[-\alpha(h-u)]\}$$

dove

- $\alpha = \frac{1,283}{\sigma}$
- $u = \mu - \frac{0,577}{\alpha}$
- h_{\max} rappresenta la massima altezza di pioggia annuale con durata d e tempo di ritorno T_r
- $\mu = \mu(h)$ è il valore atteso di h_{\max}
- $\sigma = \sigma(h)$ è lo scarto quadratico medio o deviazione standard di h_{\max}

Il parametro α è inversamente proporzionale a σ e indica la forma del diagramma di Gumbel (grafico $h-P(h)$, quanto più α è grande, tanto più la distribuzione è addensata e viceversa); u determina la posizione del grafico, cioè il diagramma trasla verso destra lungo h all'aumentare di u .

Stima col metodo dei momenti

È un metodo elaborato da Gumbel che consiste nel valutare μ e σ rispettivamente come media e scarto quadratico medio delle altezze di pioggia. Sono stati poi calcolati α e u per ciascuna durata t dell'evento di pioggia:

	10'	20'	30'	1 ^h	3 ^h	6 ^h	12 ^h	24 ^h
μ	13.0	18.9	24.8	35.0	50.6	63.6	77.4	91.0
σ	3.5839	5.4554	9.1986	15.8644	22.7382	27.9792	35.6750	37.7045

Sfruttando le relazioni

$$\alpha = \frac{1,283}{\sigma} \quad u = \mu - \frac{0,577}{\alpha}$$

si ottiene la tabella:

	10'	20'	30'	1 ^h	3 ^h	6 ^h	12 ^h	24 ^h
α	0.3580	0.2352	0.1395	0.0809	0.0564	0.0459	0.0360	0.0340
u	11.4139	16.4905	20.6261	27.8641	40.4109	51.0032	61.3278	74.0391

4.2 CURVA DI POSSIBILITA' CLIMATICA

La curva esprime il legame esistente tra la durata dell'evento di pioggia e le altezze massime di pioggia relative a un prefissato tempo di ritorno.

La seguente formula mostra questo legame:

$$h(T, t) = at^n$$

t = durata min.

h = altezza di pioggia in mm.

Conoscere la curva di possibilità climatica significa stimare i parametri a e u per cui è necessario conoscere almeno alcuni punti. Pertanto, nota la distribuzione di Gumbel, si ricavano da essa i valori di h_{\max} richiesti, con il seguente metodo. Poiché la probabilità di non superamento si esprime come:

$$P(h_{\max} \leq h) = \frac{T-1}{T} = 1 - \frac{1}{T}$$

da cui risulta:

$$h_{\max} = u - \frac{1}{\alpha} \left\{ \ln \left[-\ln \left(\frac{T-1}{T} \right) \right] \right\}$$

dove T è il tempo di ritorno del valore h_{\max} .

I tempi di ritorno da fissare sono per il nostro scopo 20, 50, 100, 200, 500 anni. Si ottengono i seguenti valori di probabilità.

Applicando l'operatore logaritmo ad entrambi i membri dell'equazione della curva di possibilità climatica si ottiene:

$$\ln(h) = \ln(\alpha) + u \ln(d)$$

che, nel piano $\ln(h) - \ln(d)$ rappresenta una retta direttamente sfruttabile per la determinazione di α e u . Si costruiscono infatti per ciascun tempo di ritorno dei grafici bilogarithmici a dispersione con i valori di h_{\max} ottenuti. Occorre poi determinare per ciascun grafico due rette interpolate lineari, una con i dati relativi a durate inferiori e uguali all'ora, l'altra con i dati superiori all'ora.

Si ottengono delle rette $y = mx + q$ tali che:

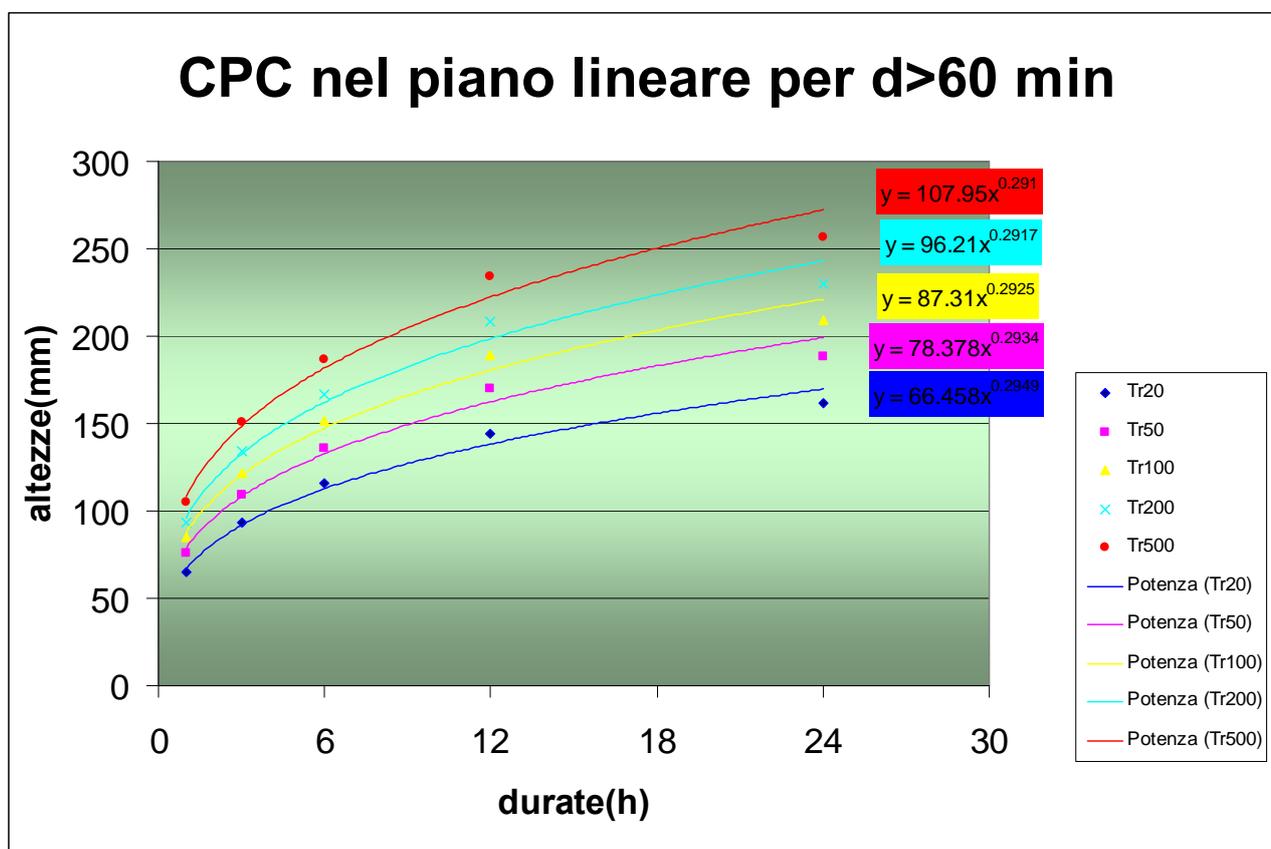
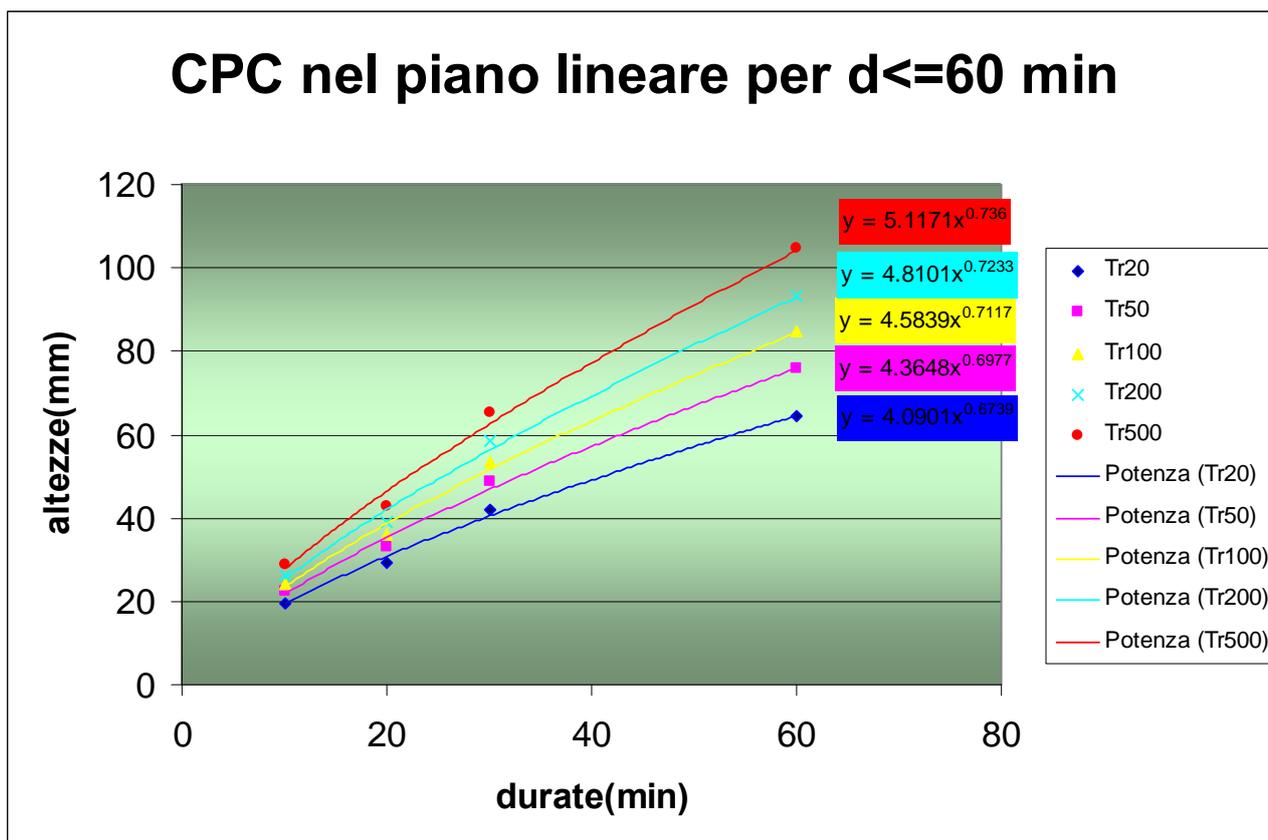
$$m = u \cdot \quad e \quad q = \ln(\alpha)$$

Notare che si costruiscono due rette interpolanti una per piogge di breve durata ($d < 1h$) una per piogge di maggior durata ($d > 1h$) poiché, determinandone un'unica per tutti i valori, non sarebbe ben rappresentato l'andamento della curva per brevi durate. Si riportano adesso i valori delle massime altezze di pioggia per ogni durata e per ogni tempo di ritorno fissato, calcolate con la formula precedente:

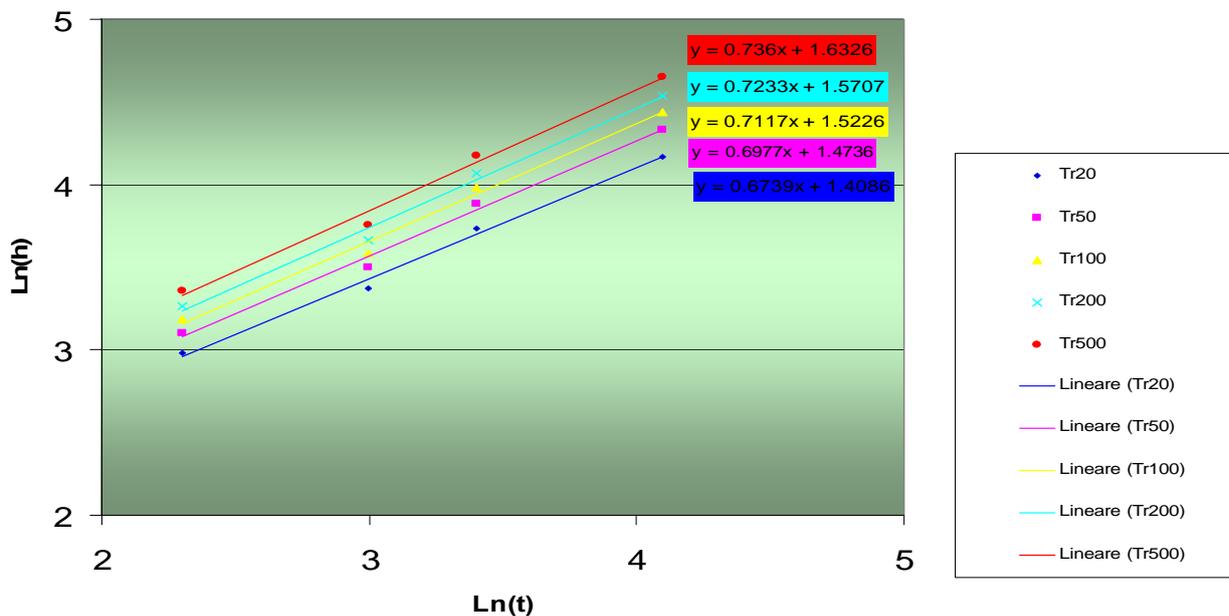
Tr[anni]	10'	20'	30'	1h	3h	6h	12h	24h
20	19.710	29.120	41.921	64.5907	93.0507	115.776	143.916	161.326
50	22.313	33.081	48.601	76.1118	109.563	136.095	169.824	188.708
100	24.263	36.050	53.607	84.7452	121.937	151.321	189.239	209.227
200	26.207	39.008	58.595	93.3471	134.266	166.492	208.582	229.671
500	28.771	42.911	65.175	104.695	150.5326	186.5072	234.1027	256.6430

Altezze di pioggia (mm) trovate con il metodo dei momenti.

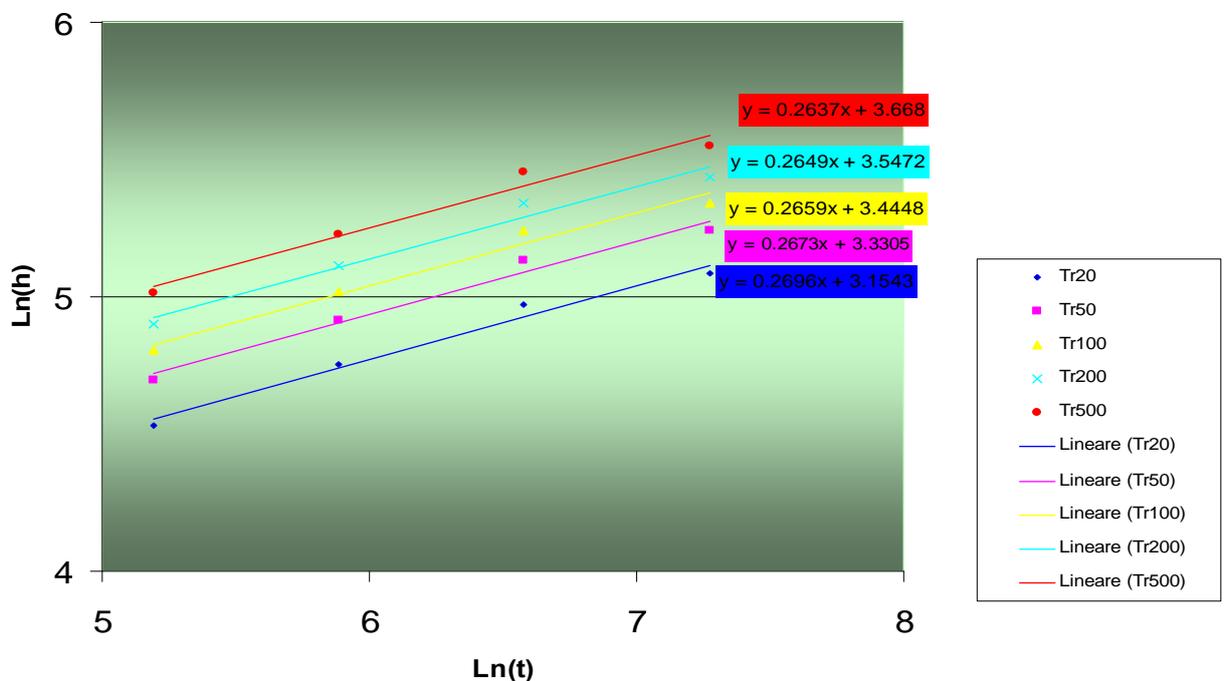
Si riportano di seguito le curve di possibilità climatica (CPC) ottenute nei due casi:



CPC nel piano bilogaritmico per $d \leq 60$ min



CPC nel piano bilogaritmico per $d > 60$ min



5 ASSE NORD – SUD E ADEGUAMENTO SS12

5.1 INTERFERENZE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'OPERA

L'opera in progetto ha un andamento planimetrico prevalentemente Nord – Sud, dalla località Corte Giannoni dove è prevista in progetto una rotatoria di intersezione con la SS12 fino allo svincolo in località Antraccoli dove si ricongiunge agli altri assi in progetto. L'adeguamento previsto per la SS12 invece inizia in località Corte Pasquinelli fino a ponte a Moriano in prossimità del ponte sul Serchio.

Il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) redatto dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio prevede nel tratto in esame Bassa Probabilità di inondazione, le principali interferenze idrauliche riscontrate sono pertanto di carattere puntuale, procedendo da Nord verso Sud.

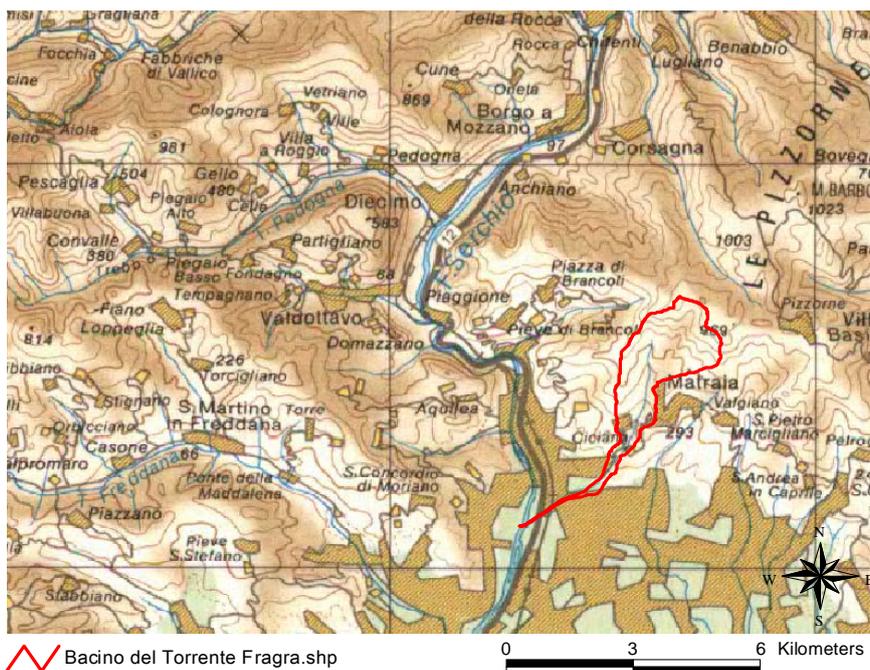
Nel tratto più a nord si ha l'attraversamento del torrente Fraga della SS12 che per la restante parte di tracciato non presenta particolari interferenze ricalcando il percorso della viabilità attuale.

Infine in prossimità dello svincolo di Antraccoli si hanno tre attraversamenti del Canale Ozzoretto, attraversamento che comunque avviene in un tratto del canale posto piuttosto a monte e per il quale verrà dimensionato un opportuno manufatto.

Nei paragrafi successivi verranno analizzate queste interferenze idrauliche e per quanto possibile verranno suggeriti interventi di mitigazione.

5.2 INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA

Il principale corso d'acqua interessato dalle opere in progetto è il torrente Fraga. Il bacino del torrente Fraga che si colloca a nord-est di Lucca, nella parte alta, sopra il paese di Ciciano, si trova nel comune di Capannori, nella parte più a valle si trova invece nel comune di Lucca. Il Torrente Fraga nasce a Colle del Mandriane, in questo primo tratto scorre in direzione nord-ovest per poi ripiegare dopo appena 400 metri nella sua definitiva direzione sud-ovest fino a sfociare nel fiume Serchio. La zona presa in esame in questo studio è quella relativa al fiume tra la sua sorgente (a quota 938 m), fino alla sezione di chiusura scelta in corrispondenza della confluenza con il fiume Serchio (a quota 41 m).



Inquadramento geografico della zona d'appartenenza del bacino

5.2.1 ANALISI IDROLOGICA E STIMA DELLE PORTATE

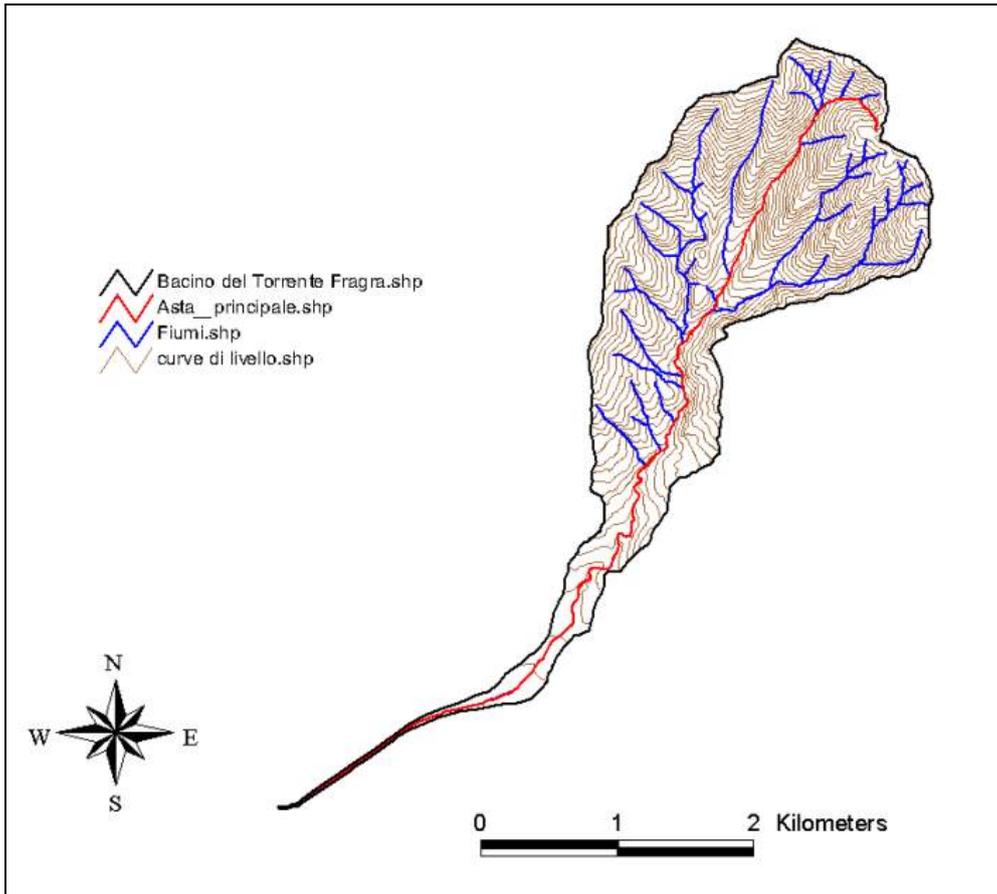
Caratteristiche morfologiche del bacino

Per ricavare le grandezze di interesse per questo studio, si è fatto riferimento alla carta topografica digitalizzata a scala 1:10000, fogli 261160, 261150, 261110, fornite dalla Regione Toscana, ed elaborate utilizzando il software Arcview.

Le grandezze calcolate che descrivono l'orografia e la planimetria del luogo sono le seguenti:

Area del bacino (Km ²)	Perimetro (Km)	Lunghezza asta principale Km)
5.120	17.171	7.987

Di seguito è inserita la carta digitalizzata del bacino con evidenziata in rilievo l'asta principale.



Utilizzando le informazioni di carattere planimetrico, si possono definire alcuni parametri utili alla valutazione della conformazione del bacino idrografico.

Rapporto di circolarità: esprime la somiglianza con un bacino di forma circolare avente lo stesso perimetro P :

$$R_c = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Coefficiente di uniformità: è dato dal rapporto tra il perimetro del bacino e quello di un cerchio di uguale area A :

$$R_u = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Rapporto di allungamento: è il rapporto tra il diametro del cerchio di uguale area A e la lunghezza L dell'asta principale:

$$R_a = \frac{2\sqrt{A}}{L\sqrt{\pi}}$$

I risultati ottenuti sono riassunti nella seguente tabella:

R_c	R_u	R_a
0.218	2.141	0.320

Questi valori si discostano molto da 1, indicano quindi una forma piuttosto allungata del bacino, come si può vedere anche dalla rappresentazione grafica.

Oltre ai parametri di forma sopra elencati si sono calcolati tutti i parametri altimetrici necessari a una precisa definizione del bacino, quali:

- i_m : pendenza media del bacino; si ricava utilizzando il metodo di Alvord-Horton:

$$i_m = \frac{hl}{A}$$

Dove:

h è la differenza di quota tra due curve di livello contigue (20 metri),

l è la lunghezza totale delle curve di livello ricadenti nel bacino,

A è la superficie del bacino;

- s : pendenza media dell'asta principale; è data dal rapporto tra il dislivello sorgente-sezione di chiusura e la lunghezza L dell'asta;
- altezza massima e minima del bacino : H_{\max} e H_{\min} ;
- altezza massima e minima dell'alveo : h_{\max} e h_{\min} ;
- h_m : altezza media del bacino; è ricavata attraverso la formula

$$h_m = \frac{\sum_i h_i s_i}{A}$$

dove

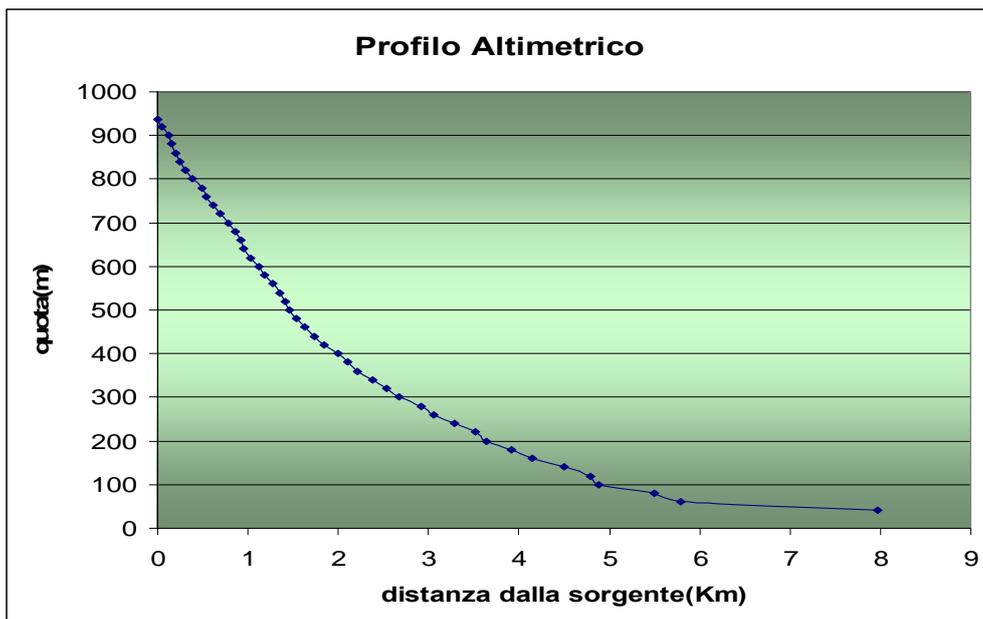
s_i è la superficie del bacino compresa tra due linee di livello contigue e

h_i l'altitudine media corrispondente.

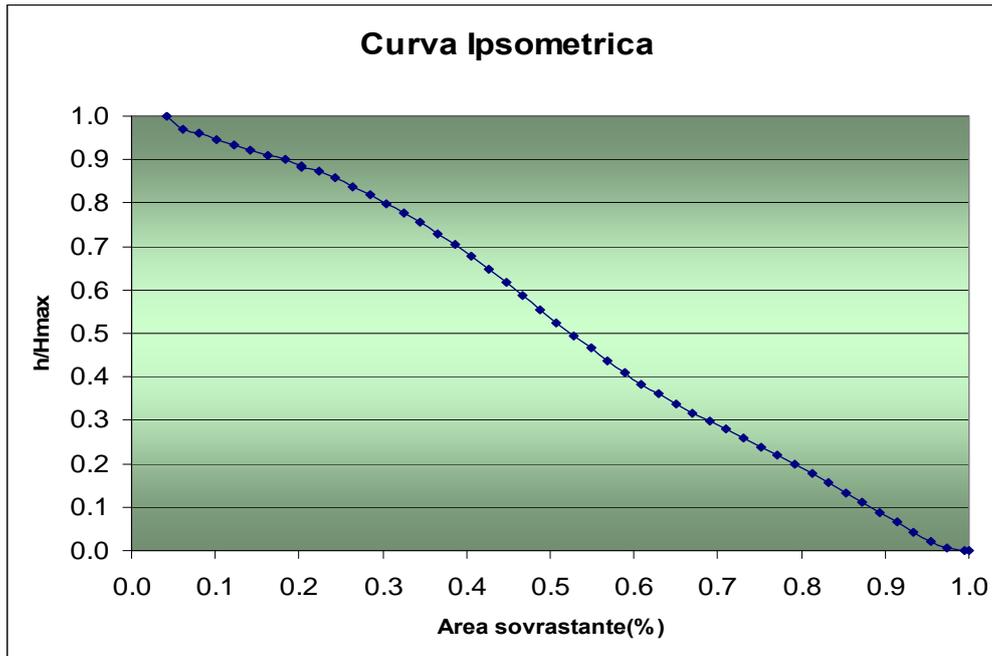
Tutte le grandezze nominate sopra sono riportate nella tabella seguente:

Pendenza media del bacino (i_m)	0.543 %
Pendenza media dell'asta principale (s)	0.112 %
Altezza massima del bacino (H_{max})	985 m
Altezza minima del bacino (H_{min})	41 m
Altezza media del bacino (h_m)	524 m
Altezza massima dell'asta principale (h_{max})	938 m
Altezza minima dell'asta principale (h_{min})	41 m

- il profilo altimetrico dell'asta principale, ottenuto riportando sull'asse delle ascisse la distanza progressiva misurata a partire dalla sorgente e sull'asse delle ordinate le corrispondenti quote s.l.m.;



- la curva ipsometrica, che dà un'indicazione della variazione dell'estensione del bacino in funzione della quota. Si ottiene riportando in ordinata la quota sul livello del mare e in ascissa la superficie sovrastante relativa; i dati sul grafico sono normalizzati rispetto all'area del bacino A e all'altezza massima H_{max} .



Analisi di Strahler

Per caratterizzare il reticolo si utilizza il metodo proposto da Strahler, valido per gli alvei naturali.

Il reticolo idrografico si sviluppa nel piano come un grafo ad albero orientato, costituito da due tipi di elementi, i rami, caratterizzati da un verso di percorrenza e i nodi (punti di confluenza di due rami). Il metodo secondo Strahler consiste nell'attribuire a ciascun ramo un numero d'ordine seguendo le seguenti regole:

le sorgenti sono definite rami di ordine 1;

la confluenza di due rami dello stesso ordine ω genera un ramo di ordine $\omega + 1$

la confluenza di due rami di ordine diverso genera un ramo di ordine pari al maggiore dei due.

L'ordine della rete è assunto pari all'ordine massimo dei rami che la costituiscono: per il reticolo in esame $\Omega = 4$.

Si è indicato con $\omega = (1,2,3,4)$:

$N(\omega)$ il numero dei rami di ordine ω ;

$L(\omega)$ la lunghezza totale dei rami di ordine ω ;

$A(\omega)$ l'area drenata dai rami di ordine ω - ricavata in modo ricorsivo utilizzando la formula:

$$A(\omega) = \frac{N(\omega - 1)}{N(\omega)} A(\omega - 1) + \frac{L(\omega)}{D}$$

D la densità di drenaggio, data dalla formula:

$$D = \frac{\sum_{\omega=1}^{\Omega} L(\omega)N(\omega)}{A}$$

Il valore ottenuto è 113 km/km².

I risultati ottenuti sono riportati nella seguente tabella:

ω	$N(\omega)$	$L(\omega)$ [Km]	$A(\omega)$ [Km ²]
1	41	11.7514	0.1036
2	16	5.4216	0.3131
3	3	2.2568	1.6900
4	1	5.6678	5.1200

Analisi di Horton

Utilizzando i risultati ottenuti dall'analisi di Strahler, si possono calcolare i parametri di Horton:

- Rapporto di biforcazione:

$$R_b = \left\langle \frac{N(\omega - 1)}{N(\omega)} \right\rangle = 3 \div 5$$

- Rapporto delle lunghezze:

$$R_l = \left\langle \frac{\bar{L}(\omega)}{\bar{L}(\omega - 1)} \right\rangle = 1.5 \div 3$$

dove $\bar{L}(\omega)$ è la lunghezza media di un ramo di ordine ω .

- Rapporto delle aree:

$$R_a = \left\langle \frac{A(\omega)}{A(\omega - 1)} \right\rangle = 3 \div 6$$

dove il simbolo $\langle \rangle$ indica la media aritmetica.

I valori ottenuti sono:

R_b	R_l	R_a
3.632	3.646	3.8168

e risultano compresi negli intervalli previsti.

L'utilità di questi parametri è data dal fatto che, a differenza di quelli forniti da Strahler, contengono informazioni sul reticolo indipendentemente dalla scala di rappresentazione della carta topografica utilizzata.

Infatti, definito un generico parametro $X(\omega)$ del reticolo ordinato ($X(\omega) = N(\omega), L(\omega), A(\omega)$) si assume valida la legge di Horton:

$$X(\omega) \approx R_x^{\Omega-\omega} X(\Omega)$$

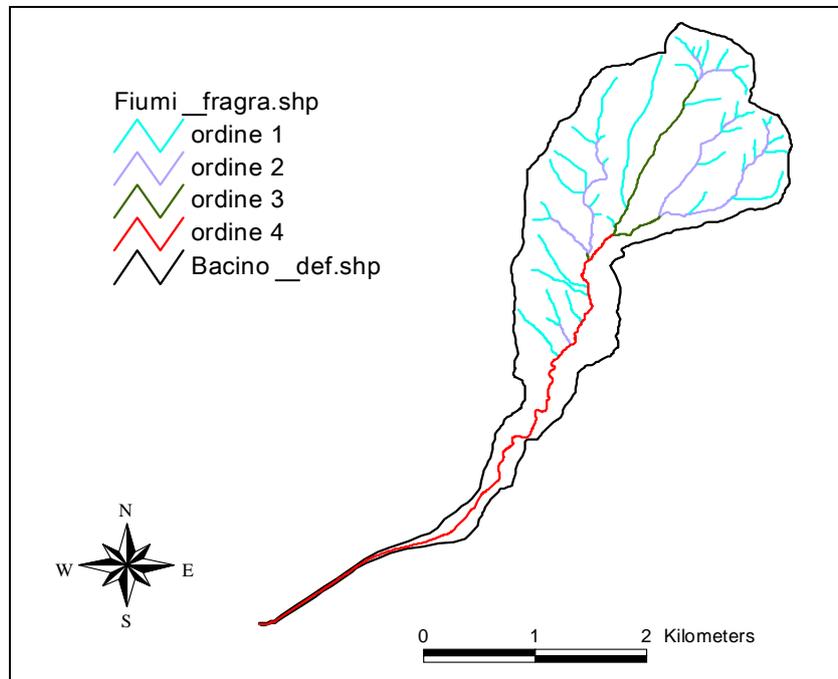
dove R_x è un fattore legato al tipo di parametro considerato.

Si ottiene

$$\frac{X(\omega-1)}{X(\omega)} \approx \frac{R_x^{\Omega-\omega+1}}{R_x^{\Omega-\omega}} = R_x = \text{cost.}$$

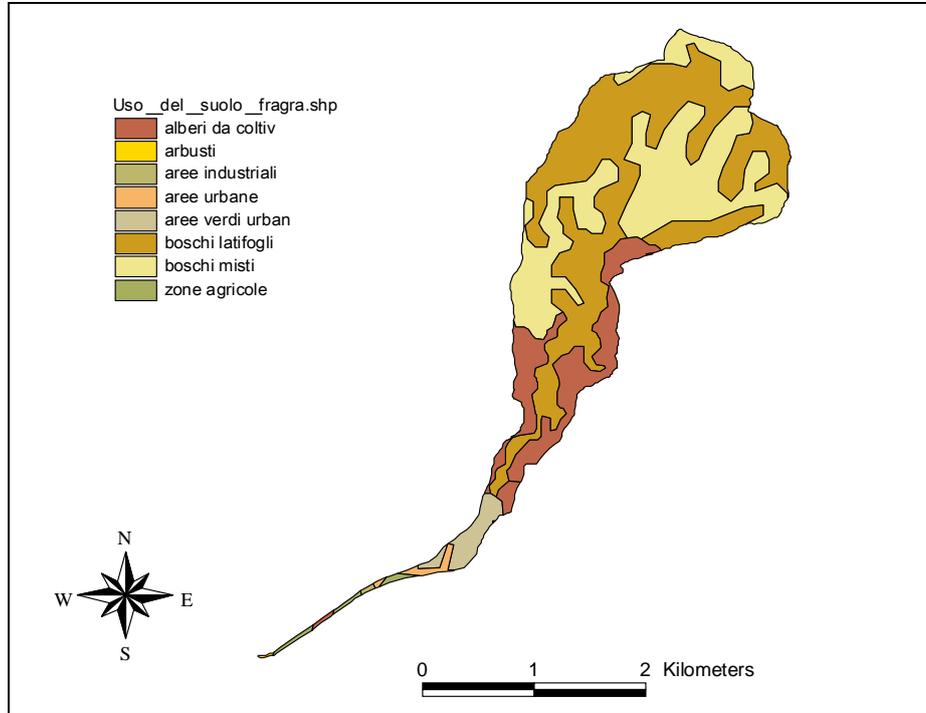
cioè il rapporto tra un parametro e lo stesso all'ordine precedente risulta costante, quindi indipendente dall'accuratezza della carta.

- gerarchizzazione delle aste



Uso del suolo

L'uso del suolo si è ricavato dalla carta Corine-Land Cover, ricavata da immagini da satellite a una scala di acquisizione di 1:100000 secondo le specifiche del progetto CEE Corine Land Cover e della relativa base di dati.



Il *Coefficiente medio di deflusso*, ricavato dalla media pesata sulle aree, permette di avere un'indicazione sulla quantità d'acqua trattenuta. Il valore del coefficiente medio di deflusso ottenuto è $\varphi_m = 0.31$, visto che la più alta percentuale di area è occupata da boschi.

Tipologia	Area (mq)	Area (%)	Coefficiente di deflusso
tessuto urbano discontinuo	40535	0.0079	1.0
aree industriali-commerciali	5669	0.0011	1.0
aree verdi urbane	154611	0.0302	0.7
Oliveti	699152	0.1365	0.4
Vigneti	34590	0.0068	0.4
Frutteti	6978	0.0014	0.4
Boschi latifoglie	2388137	0.4664	0.3
Boschi misti	1757399	0.3432	0.3
Zone agricole	30854	0.0060	0.6
Arbusti	2319	0.0005	0.5

Caratteristiche geologiche

Per comprendere meglio la natura del bacino in esame abbiamo effettuato un'analisi geologica che consente anche una stima approssimativa del coefficiente di filtrazione k_s .

Poiché le informazioni sono state ricavate su una carta geologica 1:100000 (foglio 105 "Lucca"), la caratterizzazione geologica appare molto approssimativa, soprattutto tenuto conto dell'estensione molto piccola del bacino e della scala della carta.

- **a** : depositi alluvionali attuali e recenti, Quaternario.
- **Qf12**: conglomerati, ciottoli, sabbie e argille di origine fluviale e fluviolacustre, Pleistocene medio, Villafranchiano.
- **Cmc** : Gruppo del flysh cretacico, calcari marnosi scuri – marne e arenarie calcaree, Cretacico superiore.
- **mg** : macigno arenarie quarzoso-felspatiche alternate a sottili interstrati di argilliti e siltiti nella parte superiore, Oligocene medio-superiore.

Formazione	Area (km ²)	Percentuale (%)	Ks (m/s)
mg	0.2167	0.0423	1.E-06
mcC	0.3807	0.0744	1.E-06
Csp	4.3044	0.8407	1.E-07
alb	0.2184	0.0427	1.E-06

Conoscendo i coefficienti di permeabilità di ogni singola formazione e l'area ad essa relativa (ricavata tramite digitalizzazione della carta geologica), è possibile ricavare il coefficiente di permeabilità medio k_m in generale si utilizza la formula:

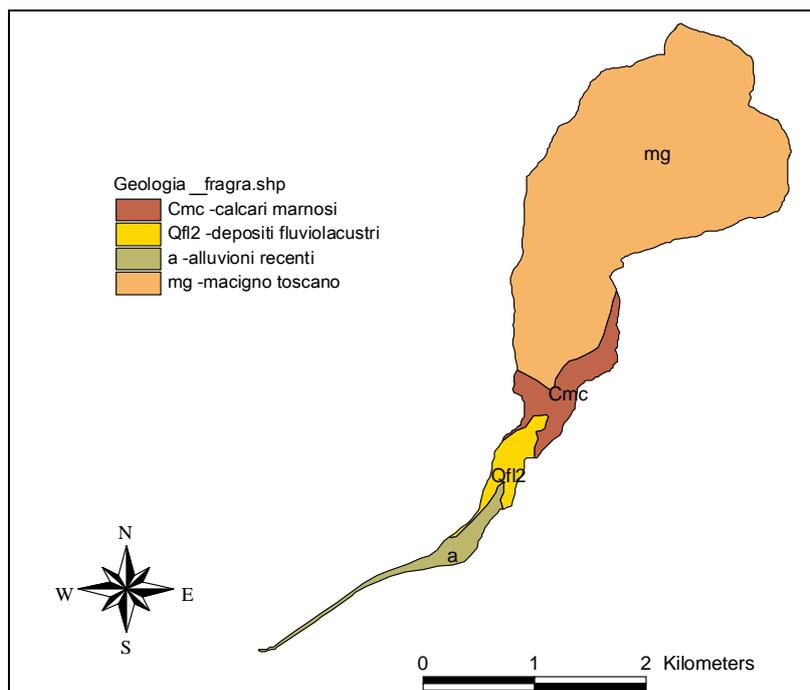
$$k_m = \frac{\sum_i k_i p_i}{n}$$

con k_i = coefficiente di permeabilità dell'i-esima formazione litologica;

p_i = percentuale dell'area del bacino occupata dall'i-esima formazione;

n = numero totale di formazioni presenti.

Il valore ottenuto è $k_m = 2.34 \cdot 10^{-7}$ m/s.



Portate di progetto

I metodi ai quali ci si affida per la deduzione dei valori delle portate di piena di un corso d'acqua sono relativamente numerosi, in dipendenza dagli elementi disponibili. I metodi più semplici si basano su rappresentazioni statistiche assai semplificate; in altre circostanze i valori delle portate si deducono da metodi che utilizzano le precipitazioni e alcuni significativi elementi geometrici che caratterizzano il bacino e l'asta fluviale.

Il comportamento di un bacino – l'insieme delle superfici scolanti, il sottosuolo e il reticolato idrografico – nel rapporto con gli eventi pluviometrici che vi si producono, si può descrivere come un operatore che trasforma le precipitazioni in portate, o, in linguaggio idraulico, gli afflussi in deflussi.

La semplice osservazione che i valori delle portate di piena (deflussi) siano notevolmente attenuati rispetto ai valori meteorici (afflussi), ha portato a schematizzare il processo di formazione delle piene assegnando al bacino una sorta di azione mediatrice per le due funzioni base che esso svolge: fa da serbatoio di piena, mettendo a disposizione dell'acqua i suoi volumi per assicurarne il deflusso, e, in secondo luogo, ritarda il deflusso verso valle delle acque distribuite nel territorio.

Nel capitolo precedente, partendo da un'analisi statistica dei dati pluviometrici, abbiamo tracciato la curva di possibilità climatica per vari tempi di ritorno; questa permette di determinare completamente l'afflusso meteorico, mentre, per descrivere la formazione del deflusso fluviale occorre far riferimento anche ad una altra grandezza, il tempo di corrivazione (t_c).

Stima del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è definito come il tempo che impiega una goccia d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura partendo dal punto più lontano da essa.

Questa stima dovrebbe essere fatta studiando insieme il moto del velo idrico sul terreno, e quello delle correnti degli alvei, ma ciò risulta piuttosto complicato. In prima approssimazione si possono usare allora formule empiriche, basate su parametri che dipendono dalle caratteristiche geometriche del bacino quali altezze, superfici e lunghezze.

Si utilizzano le seguenti formule:

- **Formula di Giandotti**

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{h_m - H_{\min}}}$$

- **Formula di Pezzoli**

$$t_c = \frac{0,055L}{\sqrt{s}}$$

Per le formule precedenti si ha che:

t_c = tempo di corrivazione (h)

A = area del bacino = 5.12 Km²

L = lunghezza dell'asta principale = 7.98 Km

H_{\max} = quota massima del bacino = 985 m

H_{\min} = quota della sezione di chiusura = 41 m

h_m = quota media del bacino = 524 m

s = pendenza media dell'alveo = 0.543%

Metodi di calcolo	t_c (min)
Giandotti	72
Pezzoli	79

Come valore del tempo di corrivazione si è preso:

$$t_c = 75 \text{ min}$$

risultato dalla media dei tempi trovati con i metodi precedenti.

Da questo valore si può poi ricavare la velocità media dell'alveo fluviale pari a 1.77 m/s che risulta essere ragionevole considerando la coesistenza tra l'elevata pendenza del fiume alla sorgente e il territorio praticamente piano che il fiume percorre nell'ultimo tratto.

Calcolo della portata di progetto con il metodo di Giandotti

La formula proposta da Giandotti è la seguente:

$$Q_{eff} = \frac{\varphi_m \cdot h(T_r, t_c) \cdot A \cdot \lambda}{0.8 \cdot t_c}$$

dove :

Q_{eff} = portata massima effluente, in m³ /s

$h(T_r, t_c)$ = altezza di pioggia in funzione del tempo di ritorno e del tempo di corrivazione, in metri

t_c = tempo di corrivazione, in ore

A = area del bacino, in Km²

λ = fattore dipendente dall'area del bacino, pari a 166 per A < 500 Km²

φ_m = coefficiente di deflusso medio ponderale del bacino: $\varphi_m = \frac{\sum A_i \varphi_i}{A}$

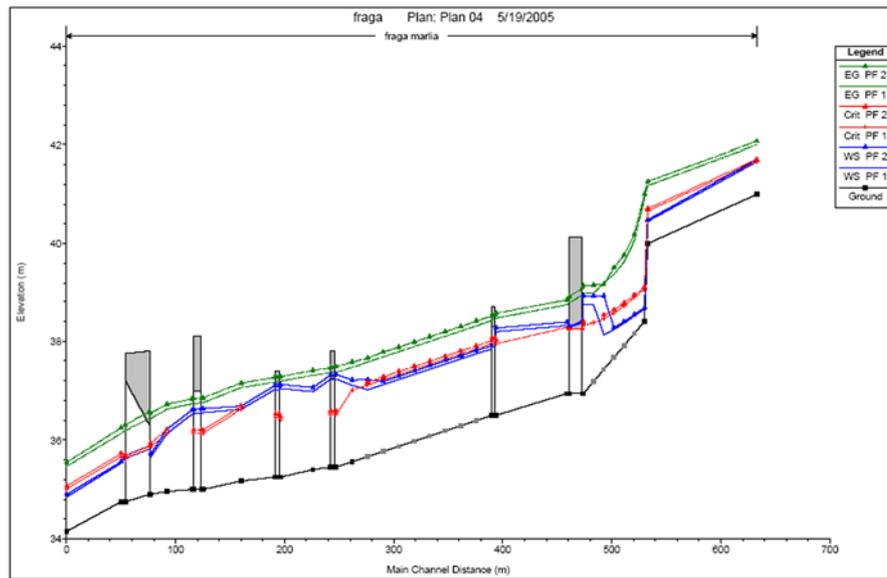
Al variare dei tempi di ritorno T_r e prendendo i valori delle curve di possibilità pluviometrica con durate inferiori all'ora, si ottengono i seguenti risultati in tabella:

T_r (anni)	100	200
h (m)	0.093	0.103
Q_{eff} (m ³ /s)	23.71	26.26

5.2.2 VERIFICHE IDRAULICHE ANTE OPERAM

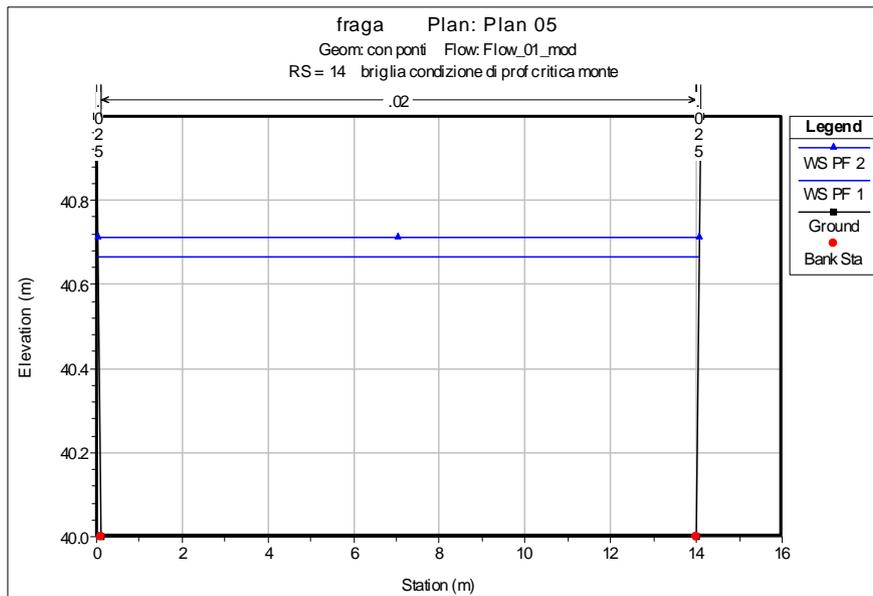
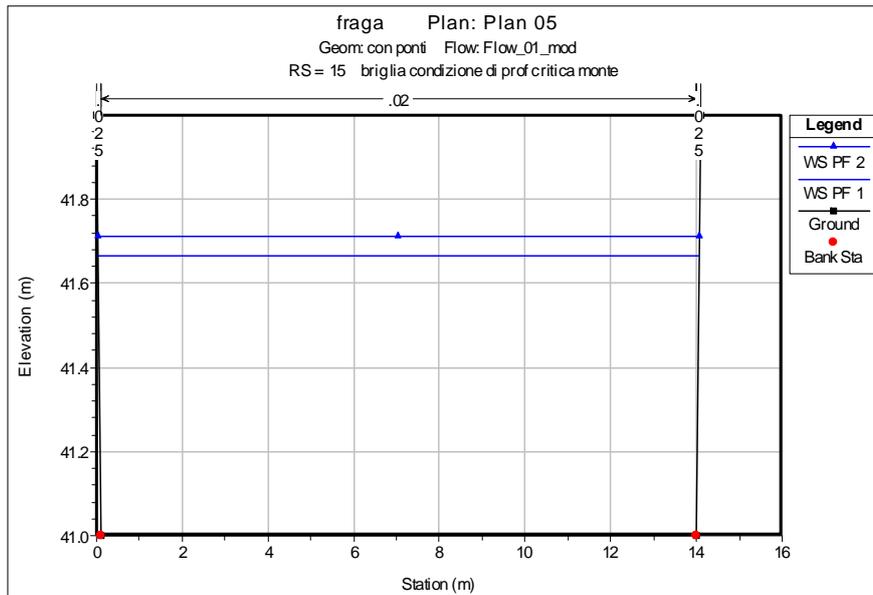
Le verifiche idrauliche per il torrente Fragra sono state effettuate con il software Hec – Ras (U.S. Geological Service), nell'ipotesi cautelativa di moto permanente. I dati riguardanti la geometria sono stati ottenuti attraverso sopralluoghi e dall'analisi della cartografia disponibile. Si è studiato il tratto di torrente che si trova nei pressi dell'attraversamento della variante S.S. 12, come rappresentato nella planimetria idraulica di questo lotto. Il tratto in esame è stato modellato con 15 sezioni trasversali, assegnando condizioni al contorno di moto uniforme nella sezione di valle (sezione 1).

Come si può vedere dal profilo le sezioni 7, 9, 12 non sono verificate.

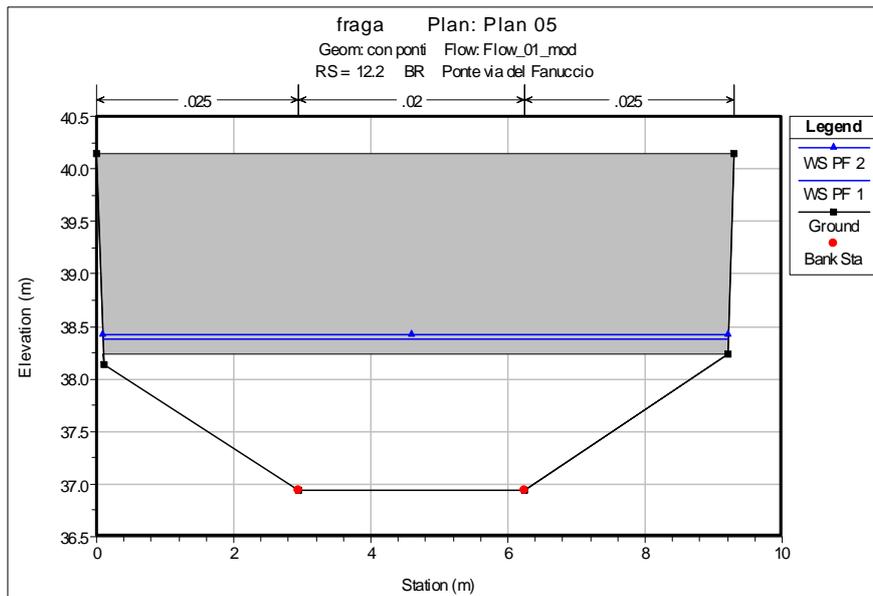
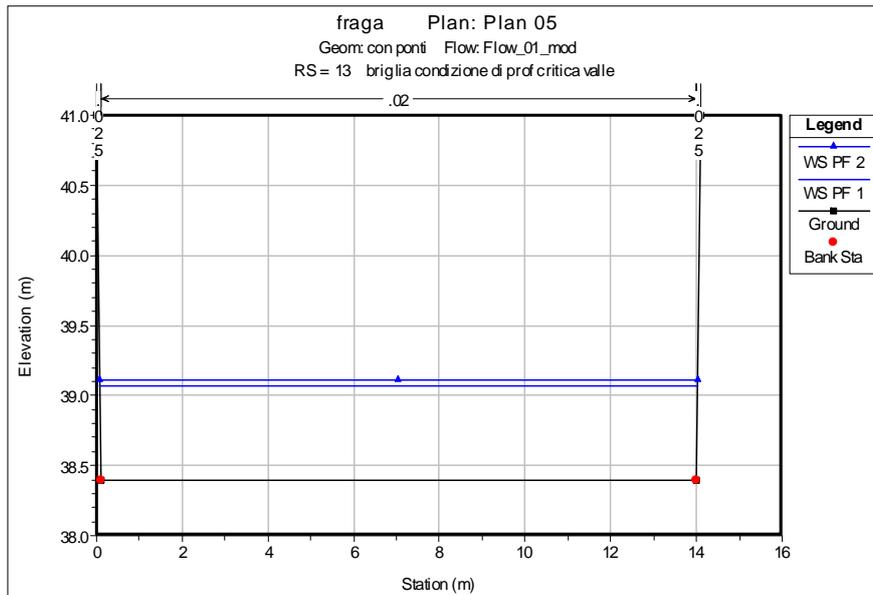


I risultati delle simulazioni numeriche sono riportati nelle pagine seguenti: le sezioni sono in ordine da monte verso valle.

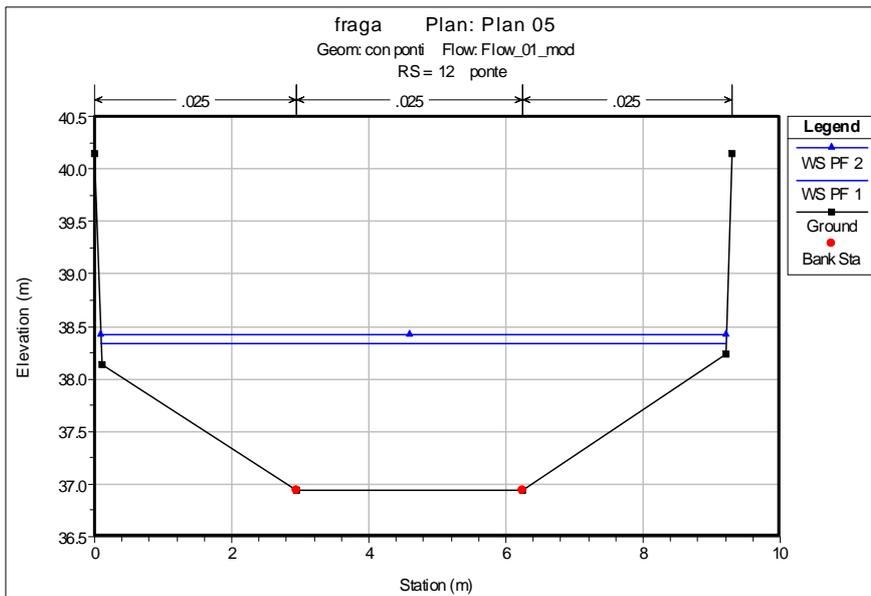
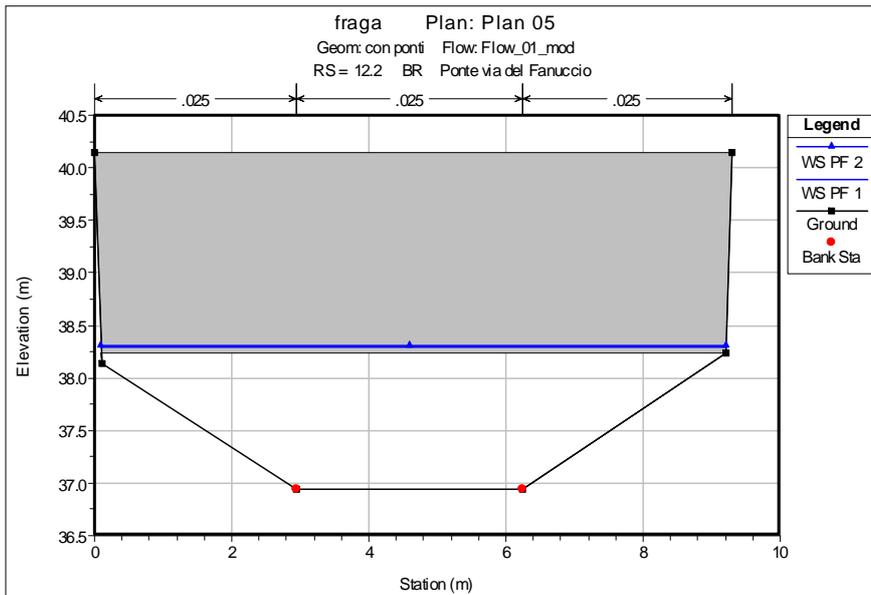
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



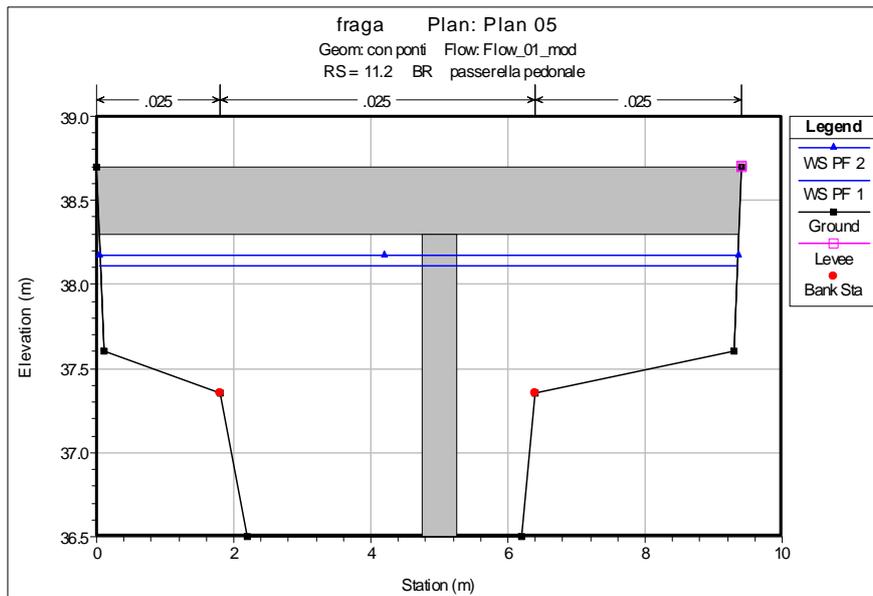
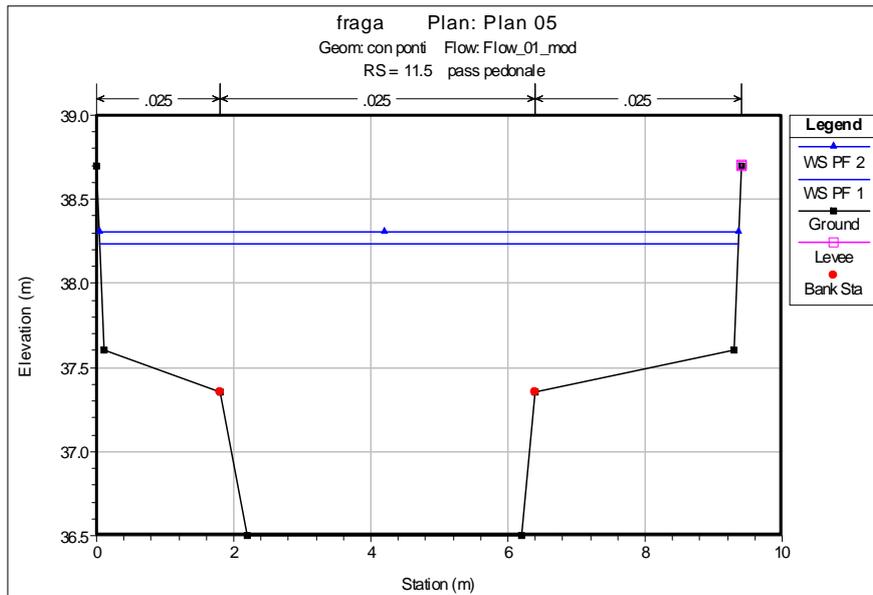
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



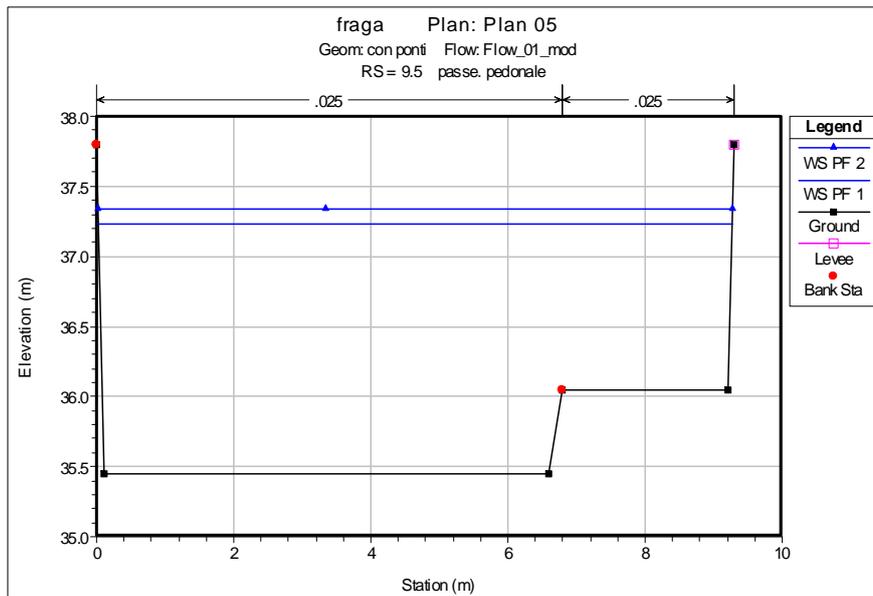
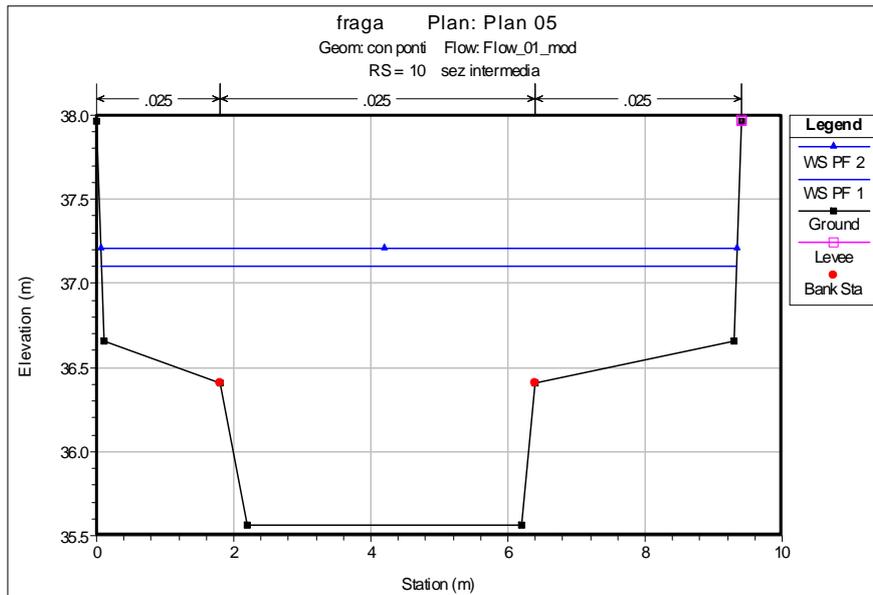
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



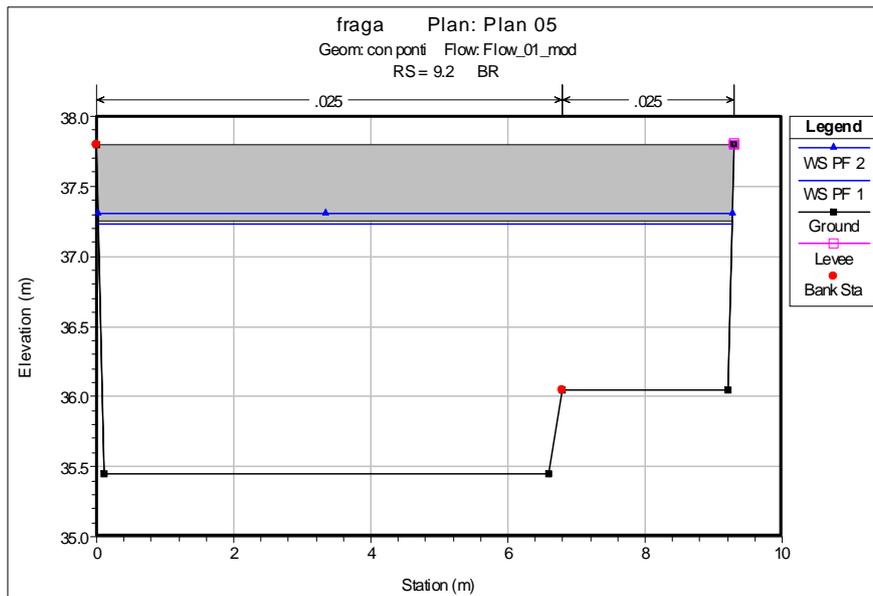
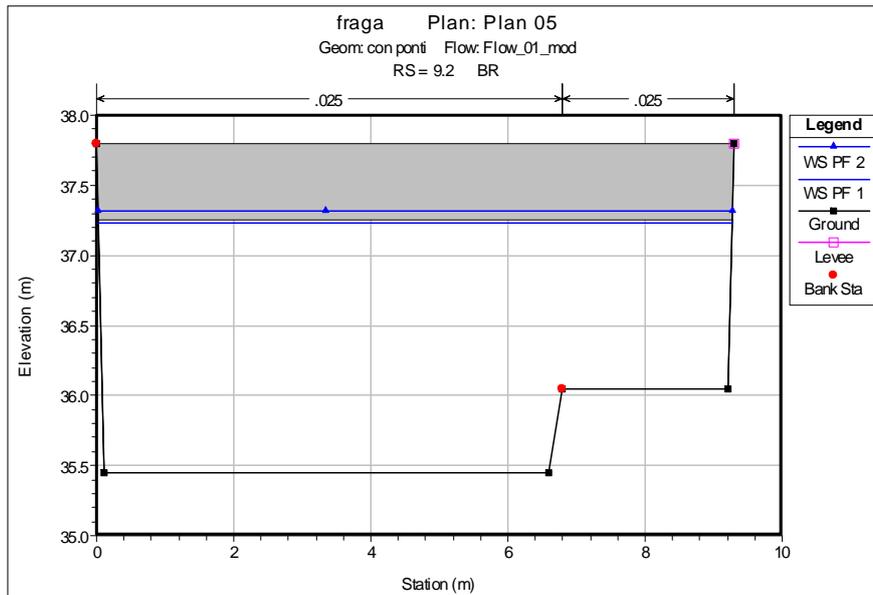
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



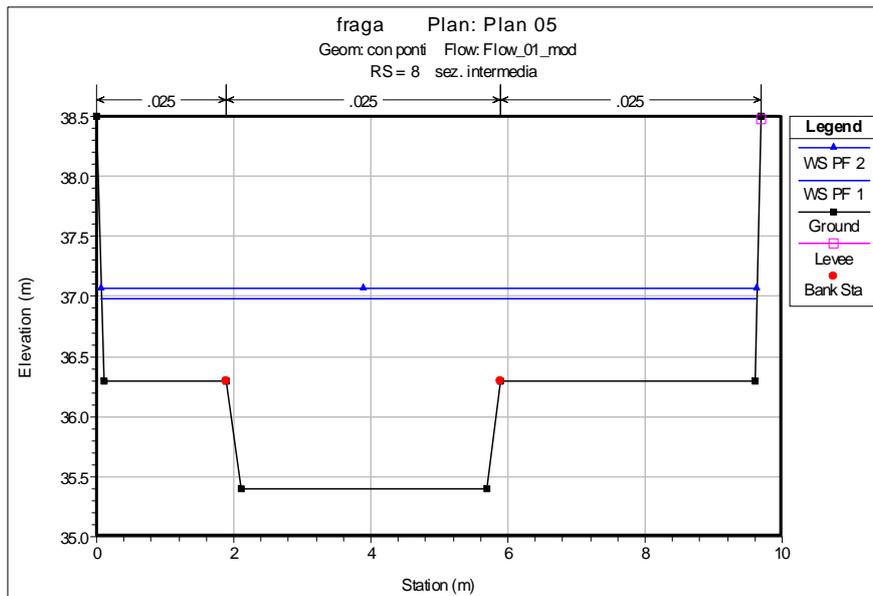
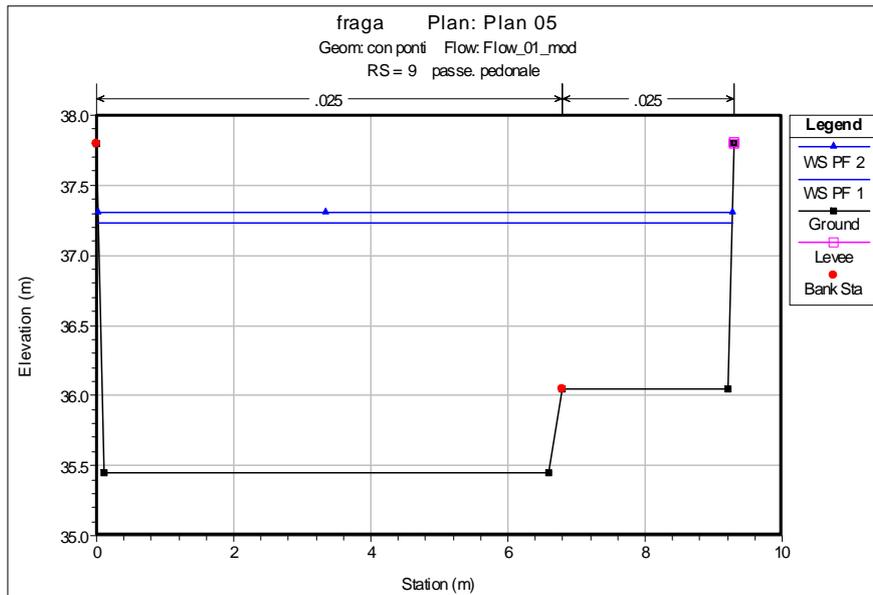
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



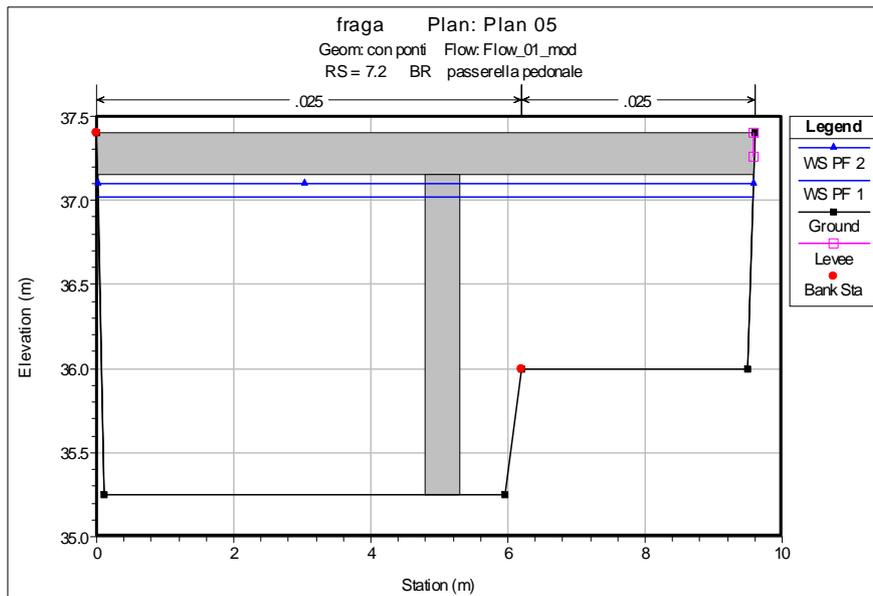
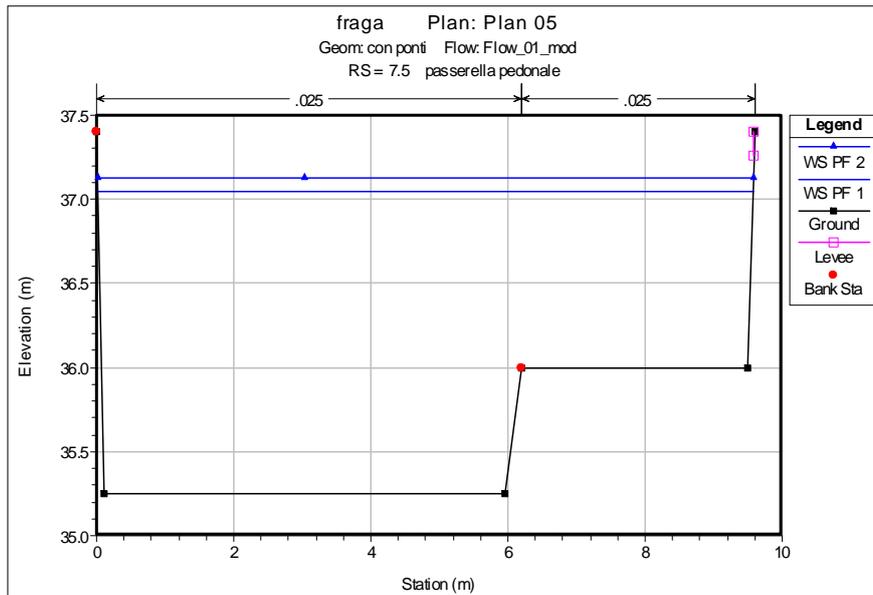
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



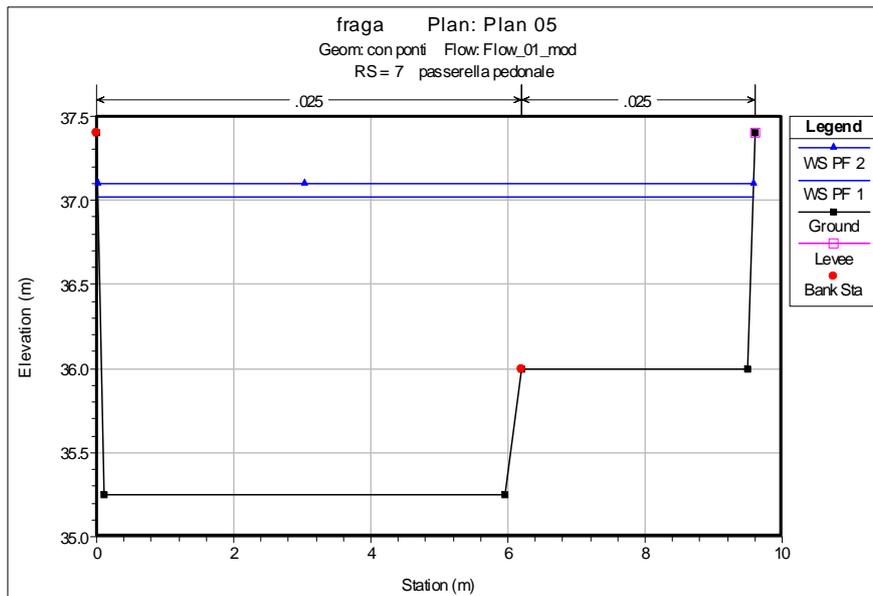
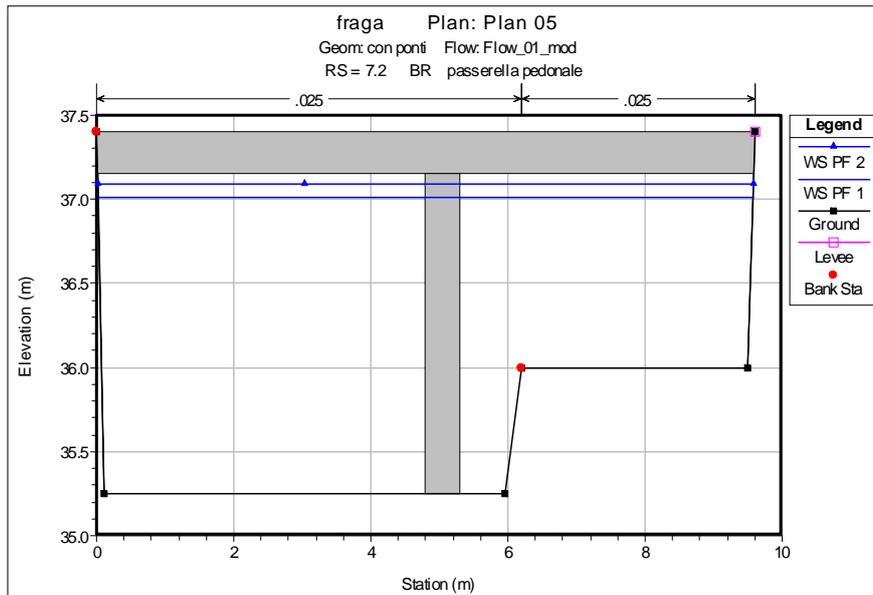
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



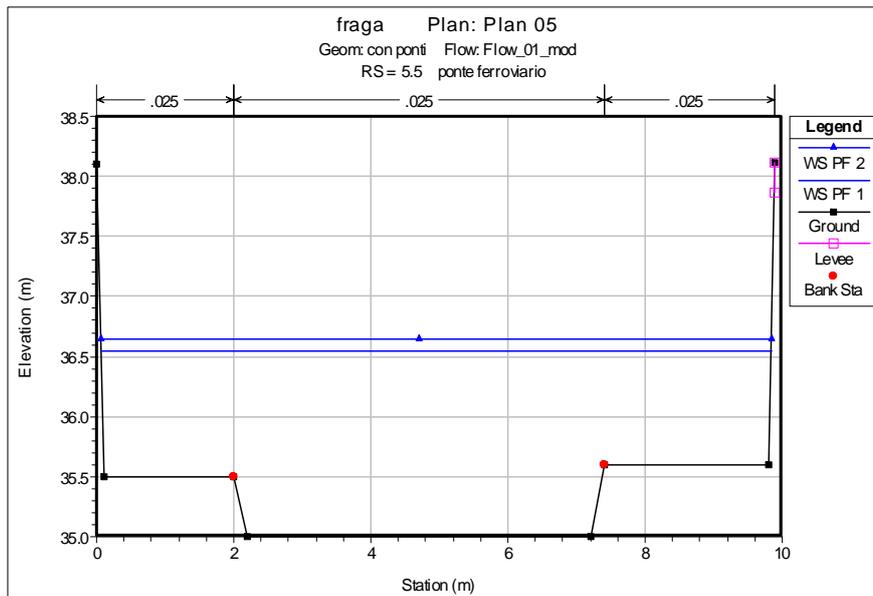
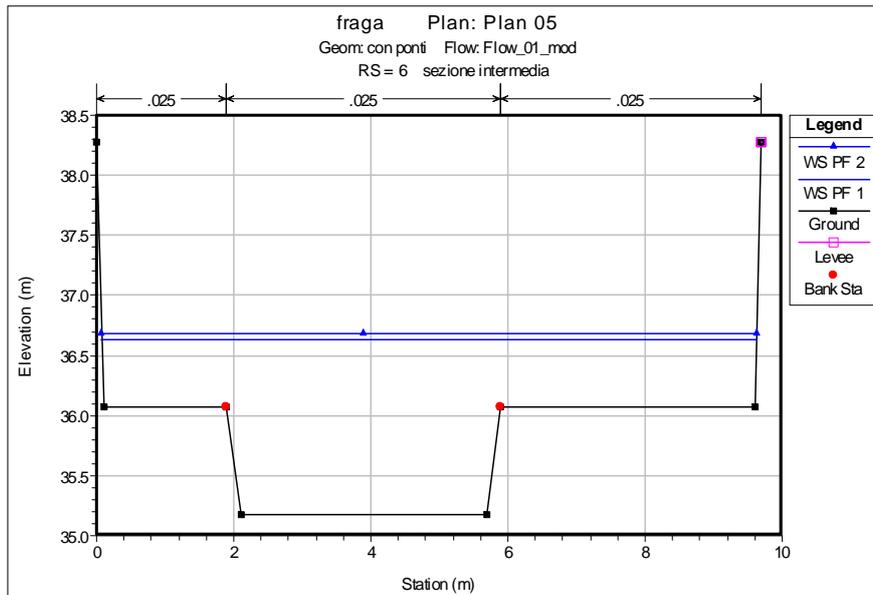
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



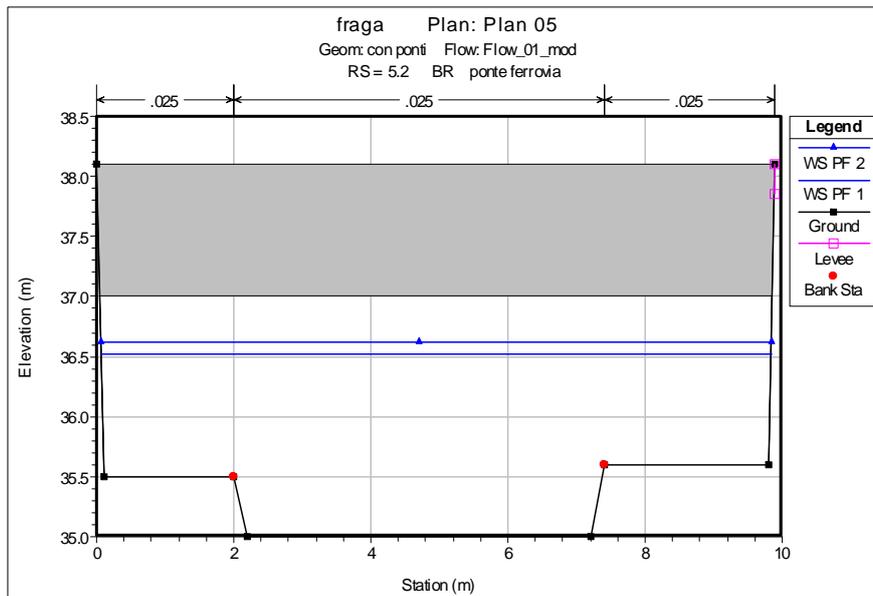
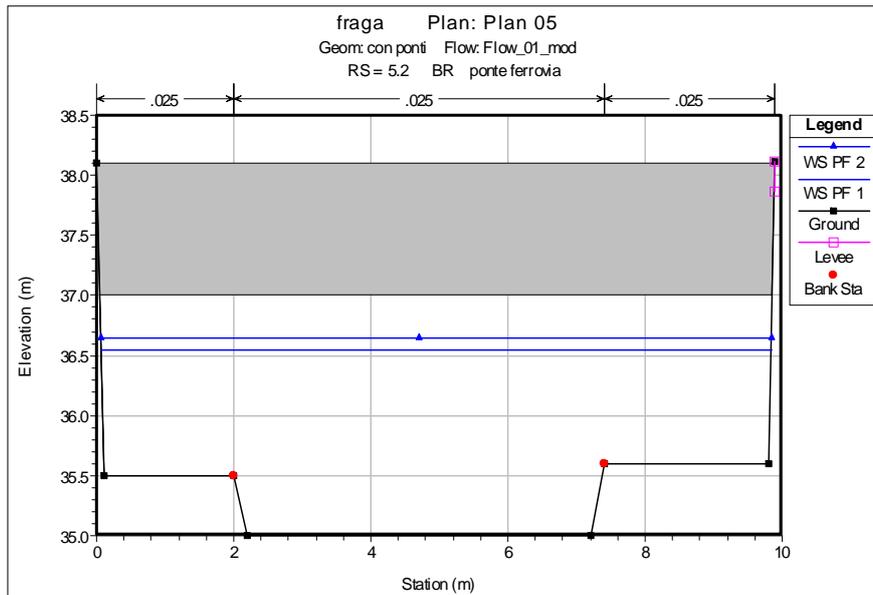
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



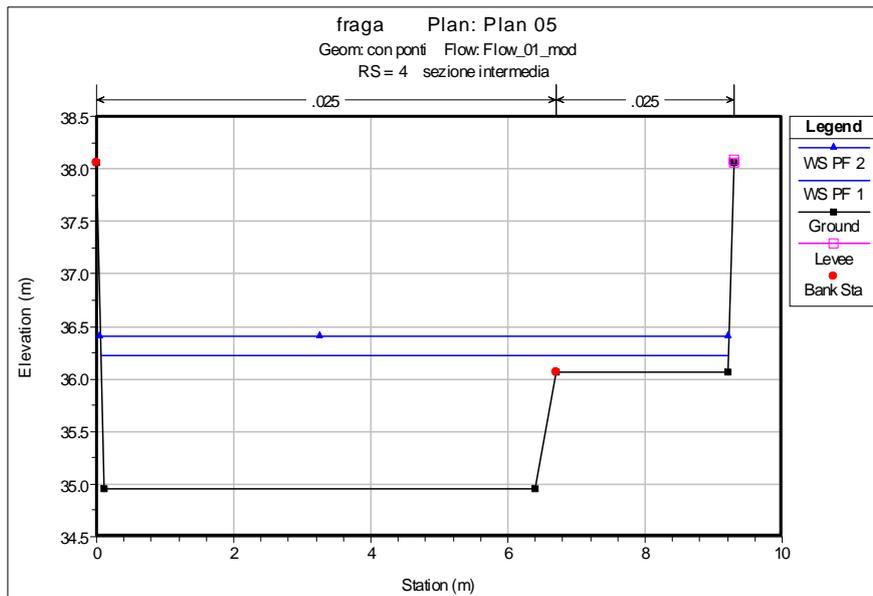
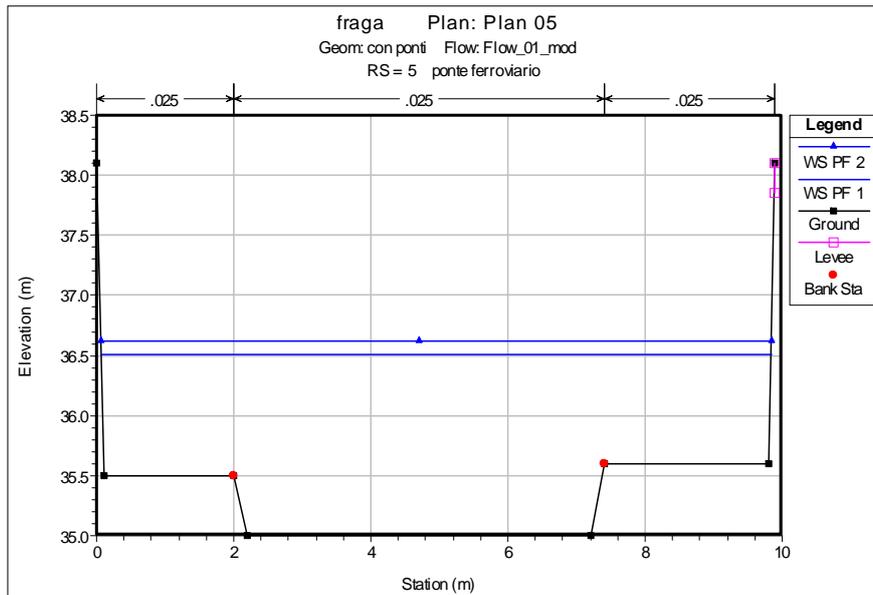
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



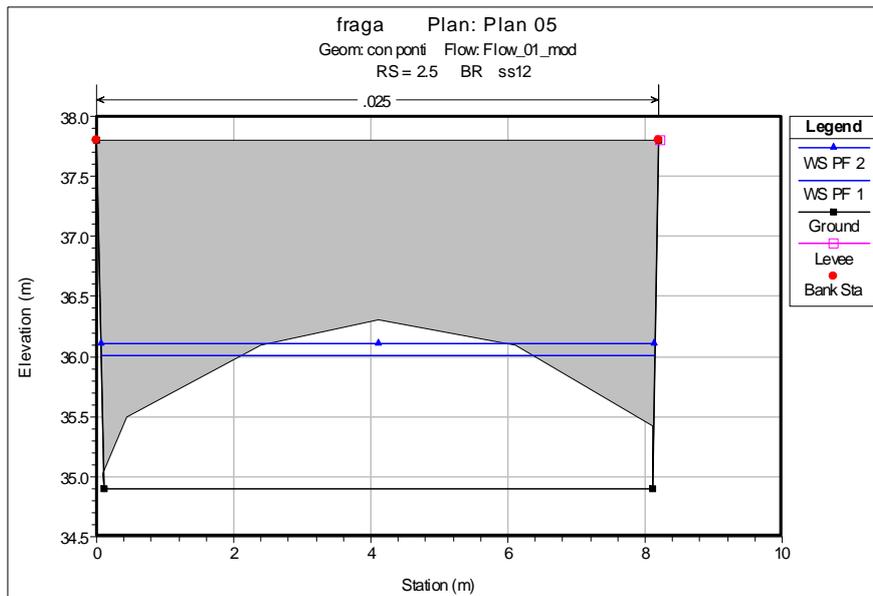
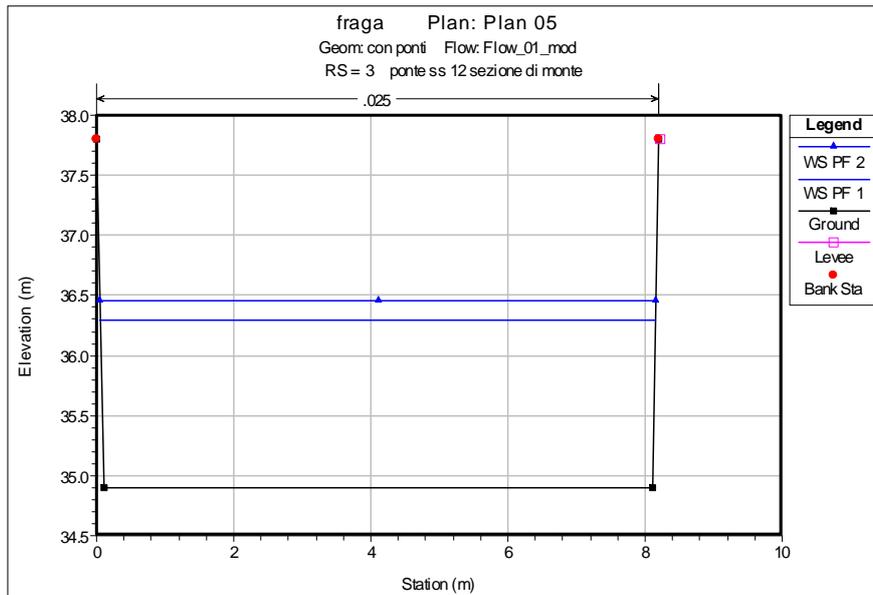
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



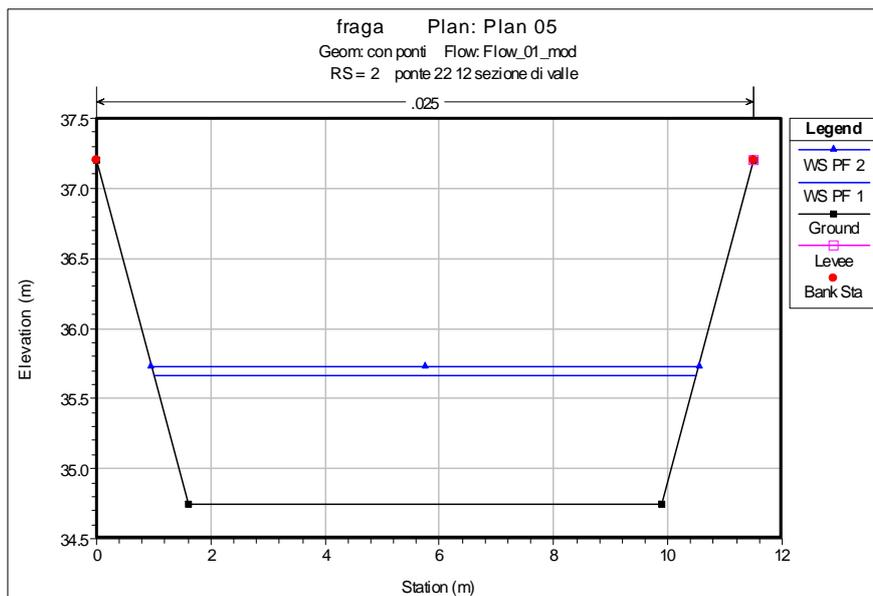
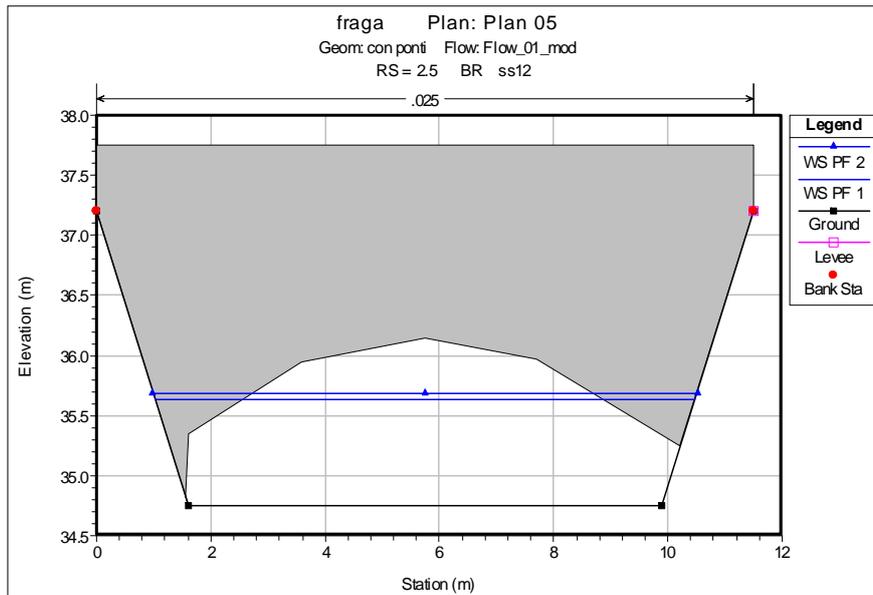
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



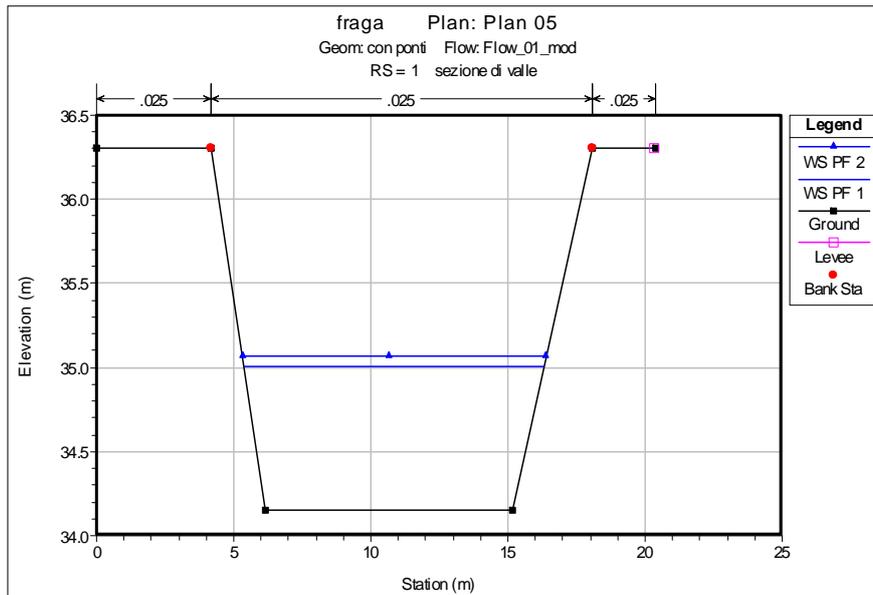
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

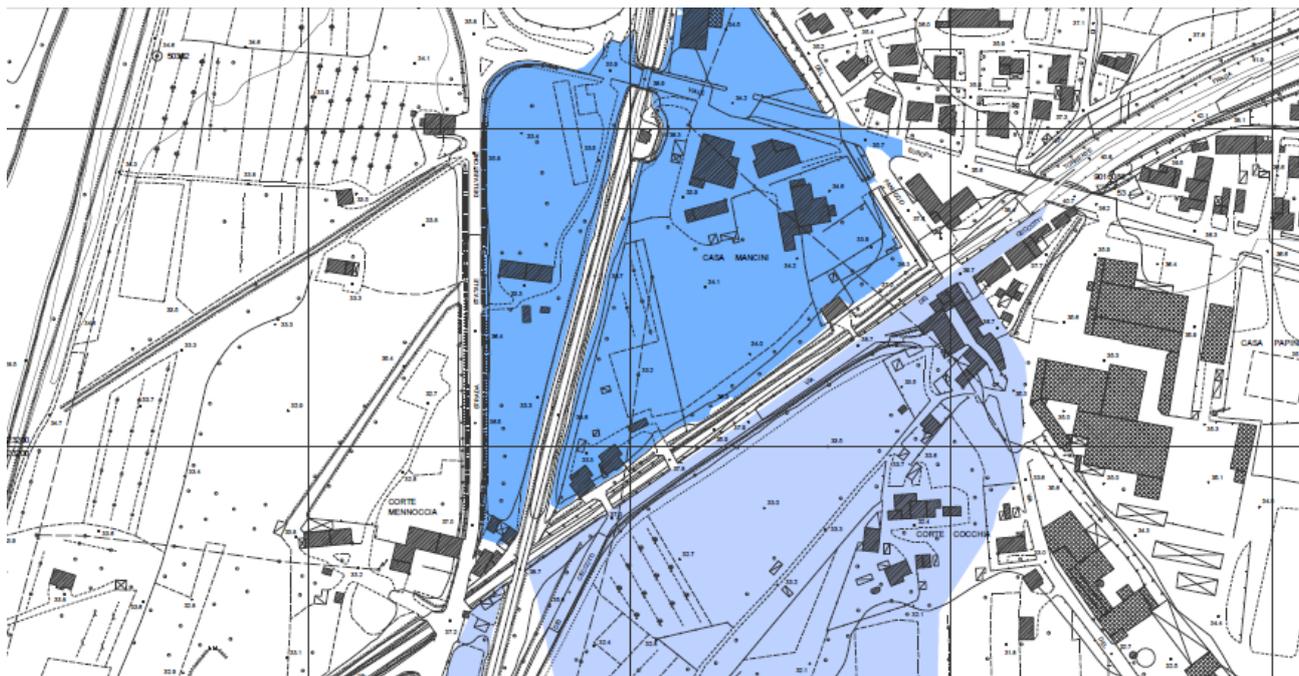


Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
15	23.71	41	41.66	41.66	42	0.004547	2.57	9.28	14.03	1.01
15	26.26	41	41.71	41.71	42.07	0.004444	2.66	9.93	14.04	1.01
14	23.71	40	40.66	40.66	41	0.004548	2.57	9.28	14.03	1.01
14	26.26	40	40.71	40.71	41.07	0.004443	2.66	9.94	14.04	1.01
13	23.71	38.4	39.06	39.06	39.4	0.004548	2.57	9.25	13.95	1.01
13	26.26	38.4	39.11	39.11	39.47	0.004444	2.66	9.91	13.95	1.01
12.5	23.71	36.94	38.75	38.32	38.98	0.001132	2.5	12.85	9.16	0.59
12.5	26.26	36.94	38.93	38.38	39.16	0.000967	2.46	14.55	9.18	0.56
12.2	Bridge									
12	23.71	36.94	38.34		38.74	0.004141	3.22	9.08	9.12	0.87
12	26.26	36.94	38.41		38.84	0.004063	3.3	9.8	9.12	0.87
11.5	23.71	36.5	38.23	37.95	38.49	0.002512	2.42	11.24	9.32	0.6
11.5	26.26	36.5	38.31	38.01	38.59	0.002576	2.53	11.95	9.33	0.61
11.2	Bridge									
11	23.71	36.5	37.95	37.95	38.4	0.005422	3.14	8.6	9.26	0.85
11	26.26	36.5	38.01	38.01	38.49	0.005493	3.26	9.2	9.28	0.86
10	23.71	35.56	37.1	37.01	37.47	0.004109	2.86	9.48	9.27	0.75
10	26.26	35.56	37.21	37.07	37.58	0.003779	2.87	10.48	9.28	0.73
9.5	23.71	35.45	37.23	36.52	37.37	0.00121	1.69	14.85	9.24	0.41
9.5	26.26	35.45	37.33	36.59	37.48	0.001242	1.77	15.76	9.25	0.41
9.2	Bridge									
9	23.71	35.45	37.23	36.52	37.36	0.001226	1.7	14.78	9.24	0.41
9	26.26	35.45	37.31	36.58	37.46	0.001292	1.79	15.56	9.25	0.42
8	23.71	35.4	36.98	36.86	37.31	0.004199	2.81	9.88	9.56	0.72
8	26.26	35.4	37.06	36.92	37.41	0.004073	2.87	10.7	9.57	0.72
7.5	23.71	35.25	37.04	36.42	37.19	0.001379	1.76	14.39	9.56	0.42
7.5	26.26	35.25	37.13	36.48	37.28	0.001443	1.85	15.19	9.57	0.43
7.2	Bridge									
7	23.71	35.25	37.02	36.42	37.17	0.001441	1.79	14.18	9.56	0.43
7	26.26	35.25	37.1	36.48	37.27	0.00151	1.88	14.96	9.56	0.44
6	23.71	35.17	36.63	36.63	37.06	0.005976	3.17	8.75	9.55	0.85
6	26.26	35.17	36.69	36.69	37.15	0.006158	3.31	9.29	9.56	0.87
5.5	23.71	35	36.54	36.14	36.75	0.001997	2.16	12.5	9.78	0.56
5.5	26.26	35	36.65	36.2	36.86	0.001925	2.22	13.53	9.79	0.56
5.2	Bridge									
5	23.71	35	36.51	36.14	36.73	0.002149	2.21	12.2	9.78	0.58
5	26.26	35	36.62	36.2	36.84	0.002051	2.27	13.25	9.78	0.57
4	23.71	34.96	36.22	36.13	36.63	0.005544	2.86	8.58	9.15	0.82
4	26.26	34.96	36.41	36.22	36.76	0.004091	2.67	10.35	9.16	0.71
3	23.71	34.9	36.29	35.86	36.52	0.002661	2.12	11.2	8.1	0.57
3	26.26	34.9	36.46	35.93	36.68	0.002341	2.1	12.53	8.11	0.54
2.5	Bridge									
2	23.71	34.75	35.67	35.67	36.1	0.007422	2.91	8.14	9.5	1
2	26.26	34.75	35.73	35.73	36.19	0.00735	3.01	8.73	9.58	1.01
1	23.71	34.15	35.01	35.01	35.4	0.007174	2.77	8.57	10.94	1
1	26.26	34.15	35.07	35.07	35.48	0.00709	2.86	9.2	11.07	1



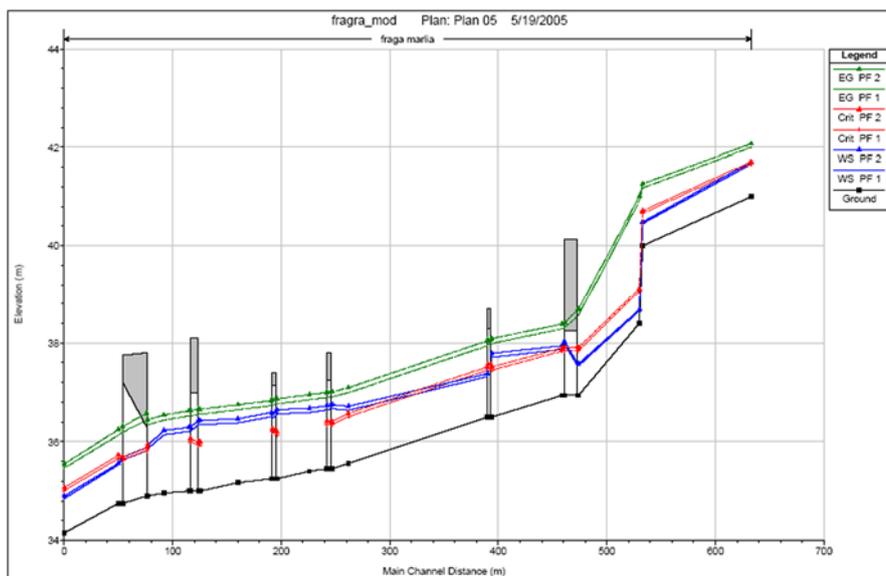
All'interno degli elaborati di supporto agli strumenti urbanistici del Comune di Capannori è presente una cartografia, della quale si riporta uno stralcio, nella quale è evidenziata l'area allagabile a seguito di evento duecentennale nell'area di nostro interesse. Come si vede il tracciato della SS12 non è interessato da fenomeni di allagamento.

5.2.3 VERIFICHE IDRAULICHE POST OPERAM

Il torrente Fraga scorre nel tratto in esame in alveo pensile, la sezione ha generalmente la forma di un doppio trapezio con un piccolo alveo inciso centrale ed una piccola area golenale ai lati. In sinistra idraulica è presente una strada che è posta sulla sommità arginale mentre in destra sono presenti abitazioni alle quali si accede attraverso piccoli ponti. Dalle verifiche effettuate risulta che in occasione dell'evento di piena duecentennale i ponti in prossimità delle sezioni fluviali n.9 e n.12 riportate nella planimetria idraulica con un cerchio verde non hanno luce sufficiente per far transitare la portata di progetto, inoltre diverse sezioni presentano franchi insufficienti.

L'intervento che in via preliminare appare proponibile prevede una risagomatura della sezione del torrente che va dalla briglia presente a monte, sezione fluviale n.13, fino a valle dell'ultimo ponte sulla statale del Brennero; infatti a valle di esso e fino alla confluenza con il Serchio la sezione risulta molto maggiore ed in grado di smaltire le portate di progetto. Questo intervento di risagomatura consiste nell'aumentare l'area della sezione eliminando una parte della golenale fino ad ottenere una forma quasi rettangolare. L'intervento proposto consente un miglioramento del valore dei franchi di sicurezza idraulici per gli attraversamenti presenti sul tratto dell'asta ed in particolare

per l'attraversamento della SS12. Si osserva che trattandosi di un'opera esistente la completa messa in sicurezza comporterebbe la variazione della livelletta stradale e quindi la demolizione completa dell'opera. Inoltre per assicurare un adeguato franco, dalla sezione fluviale n.7 alla n.12, si può prevedere un lieve aumento della quota arginale sia in sinistra che in destra che può essere effettuato attraverso setti impermeabili, come prolungamento di quelli esistenti.

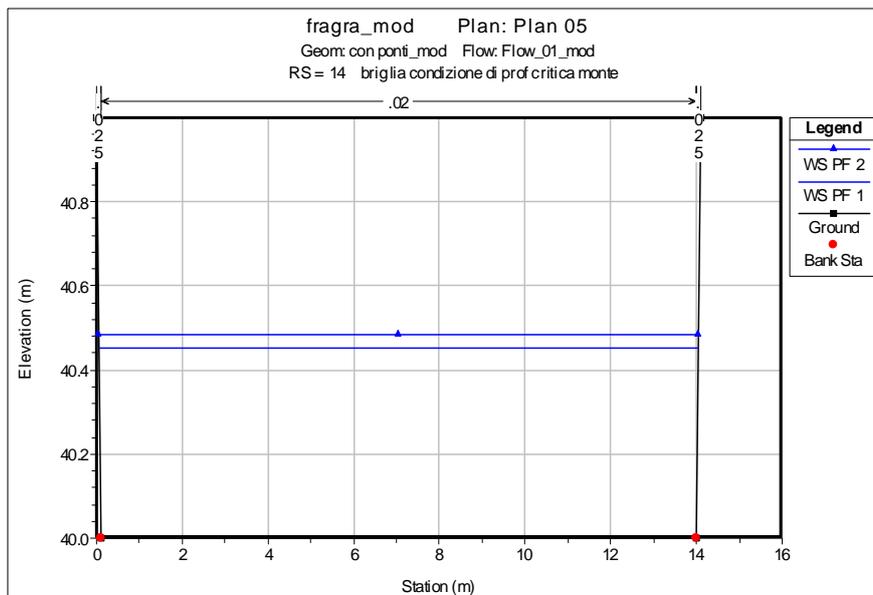
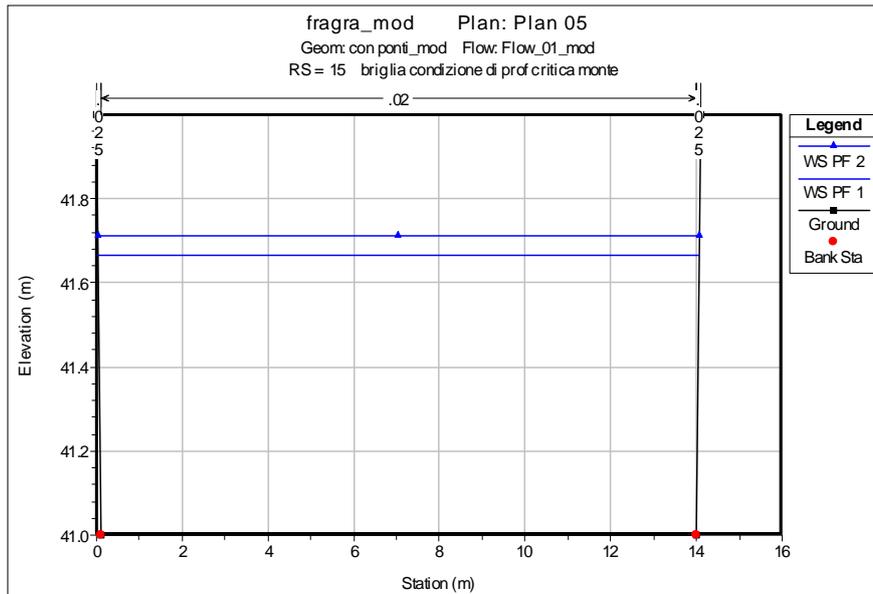


I risultati delle simulazioni numeriche sono riportati nelle pagine seguenti: le sezioni sono in ordine da monte verso valle.

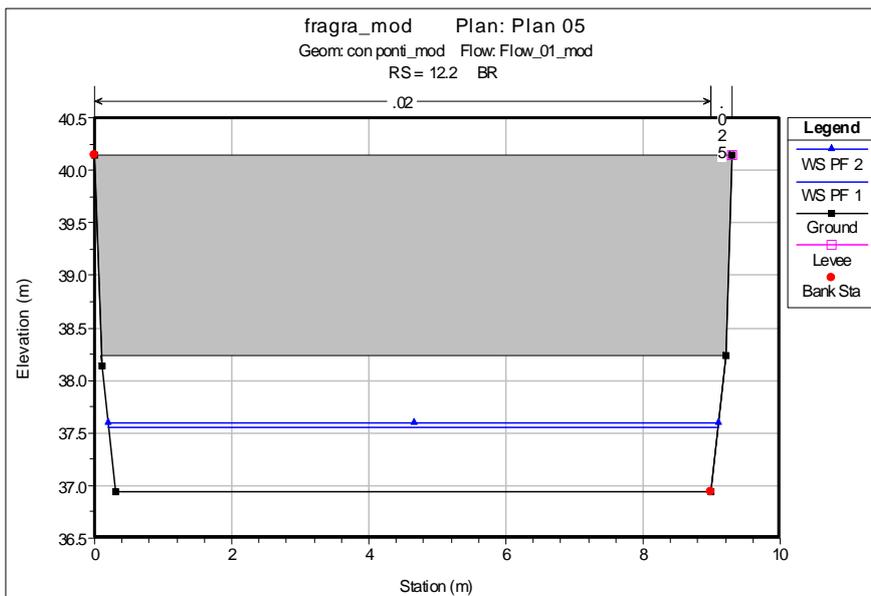
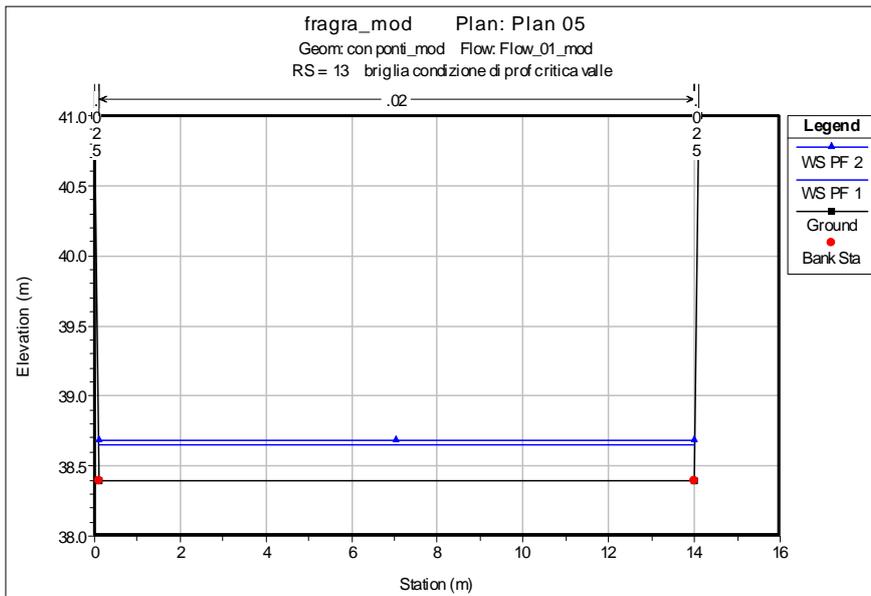
Si riporta di seguito una tabella riepilogativa dei franchi idraulici sugli attraversamenti presenti nelle due configurazioni ante e post operam:

SEZIONE	DESCRIZIONE	FRANCO IDRAULICO [cm]	
		Ante Operam	Post Operam
12.2	Ponte via del Fanuccio	-18	65
11.2	Passerella pedonale	12	74
9.2		-8	50
7.2	Passerella pedonale	5	55
5.2	Ponte ferroviario	36	57
2.5	Ponte SS12	-16	42

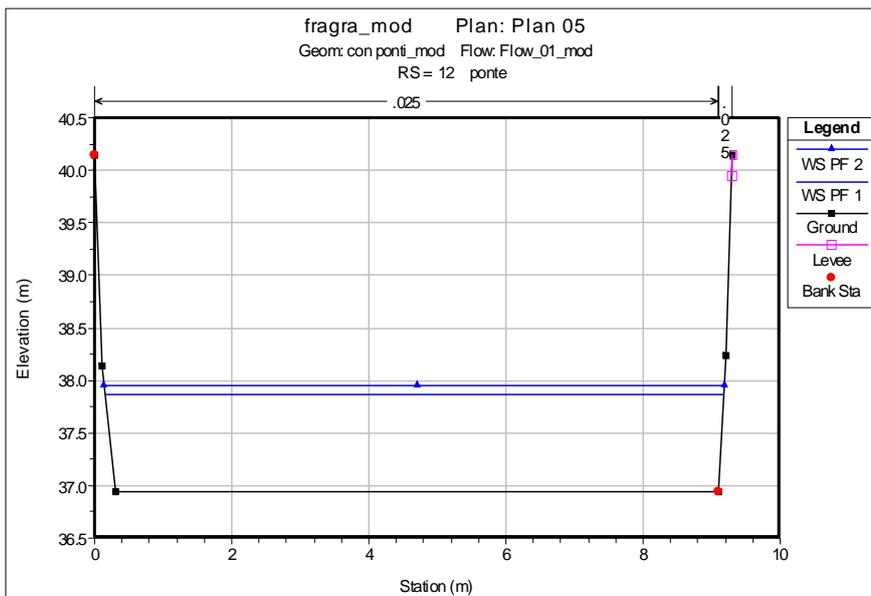
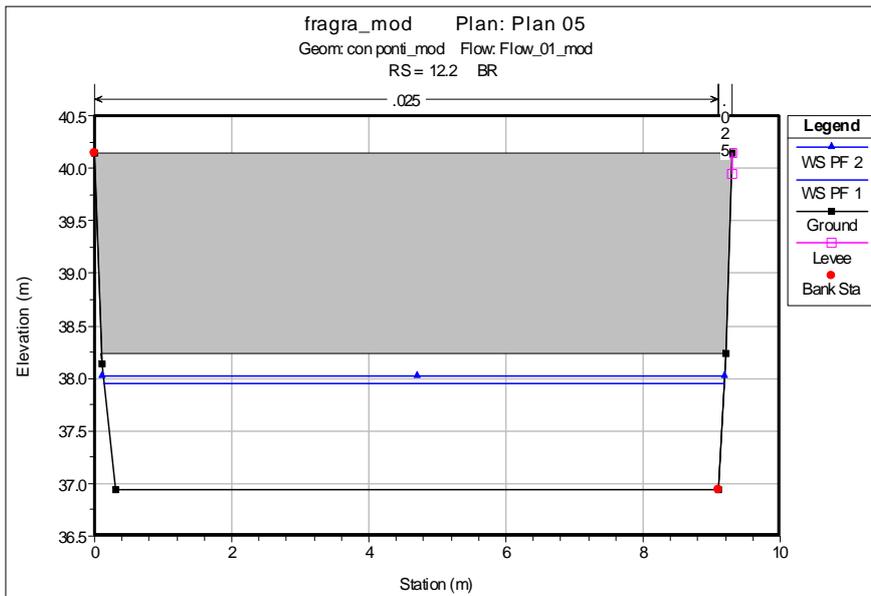
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



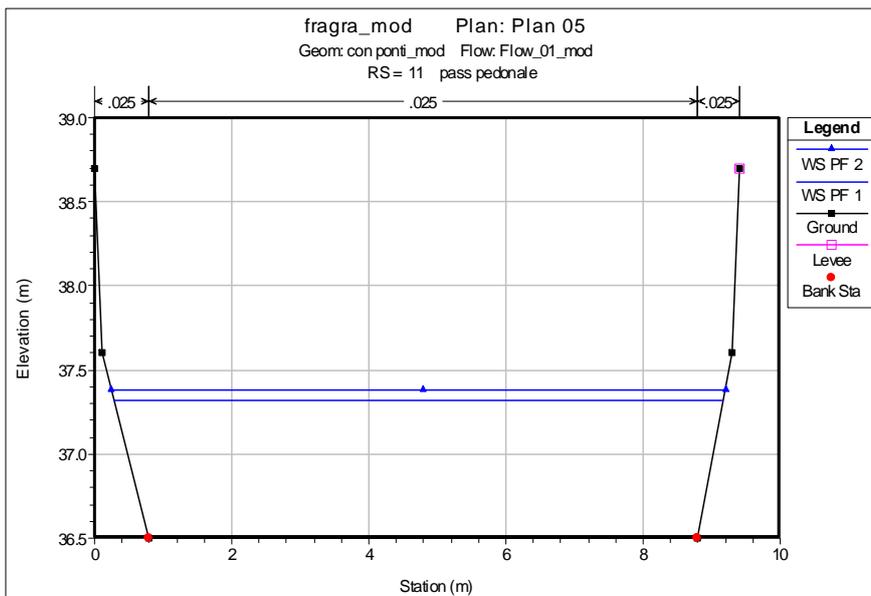
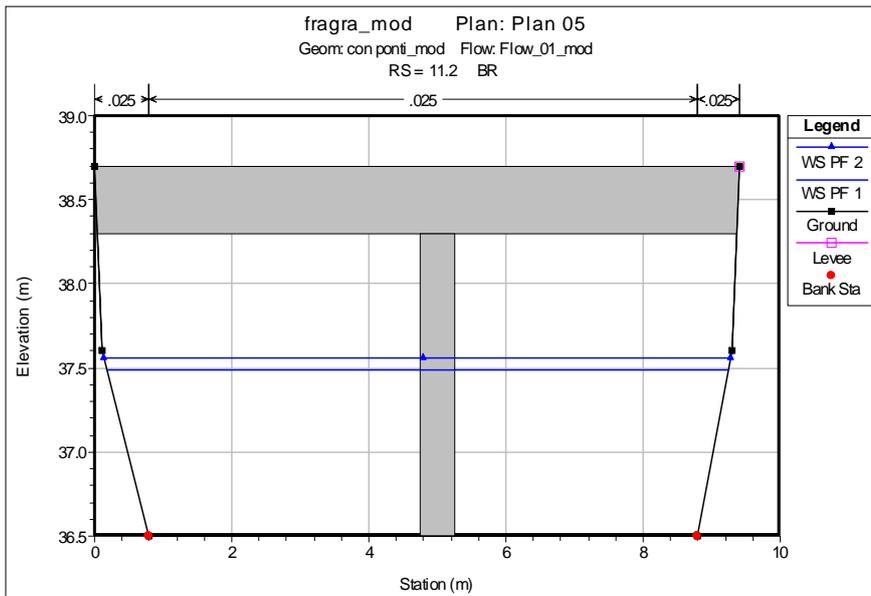
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



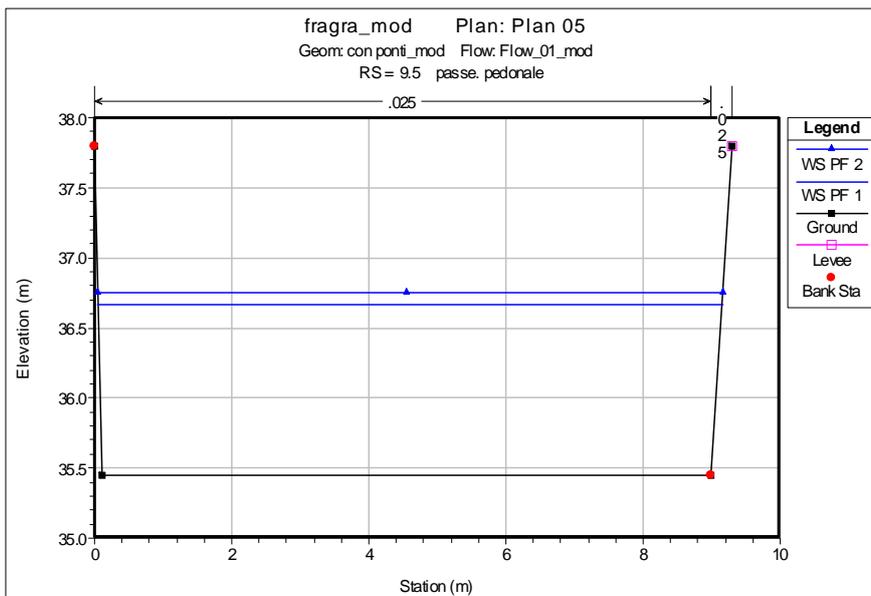
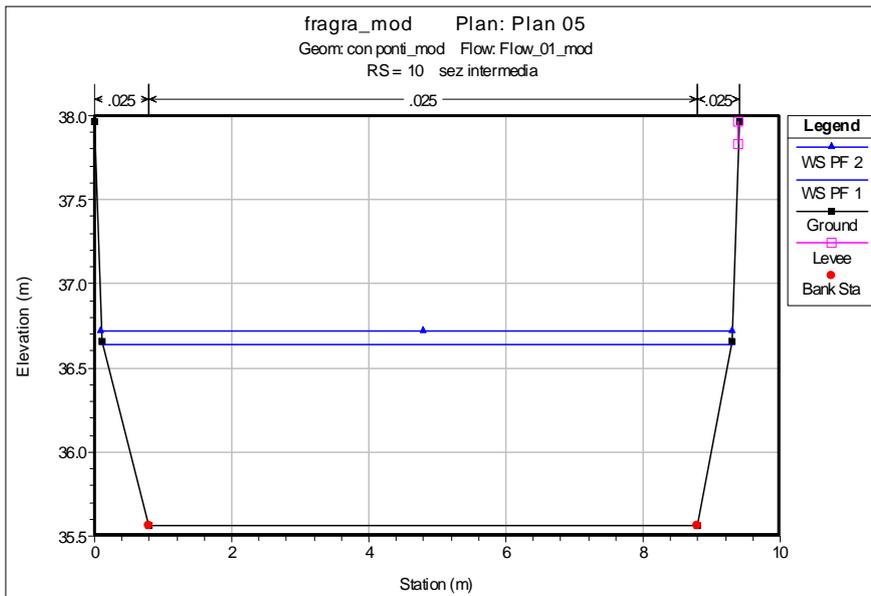
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



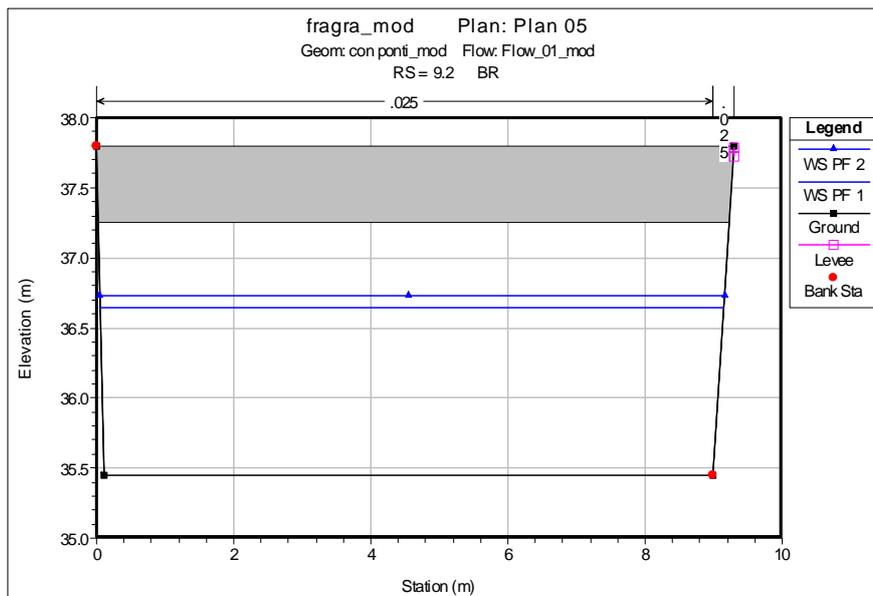
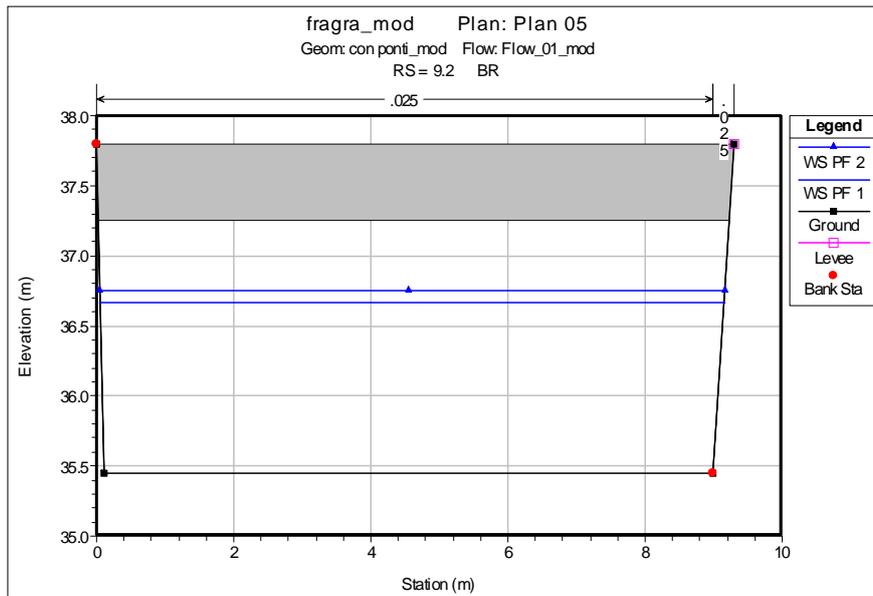
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



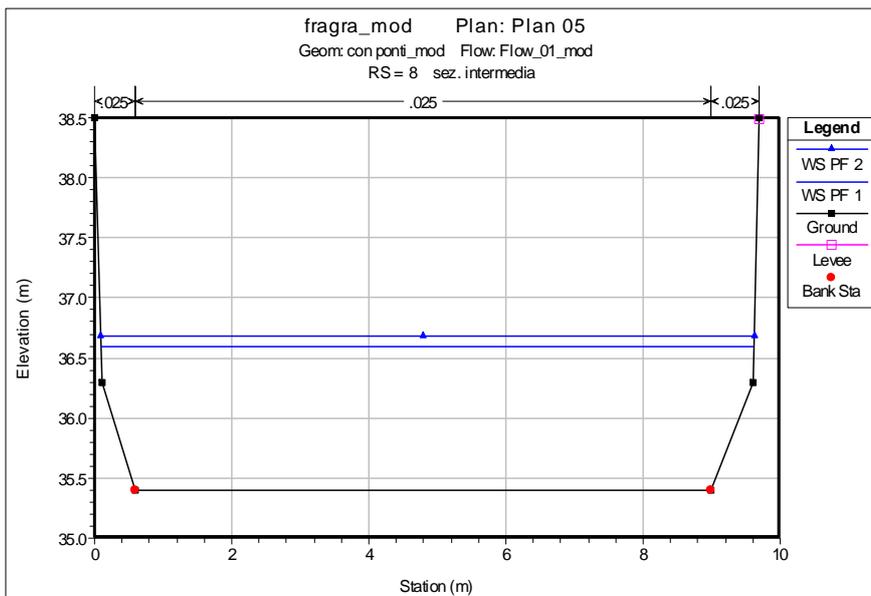
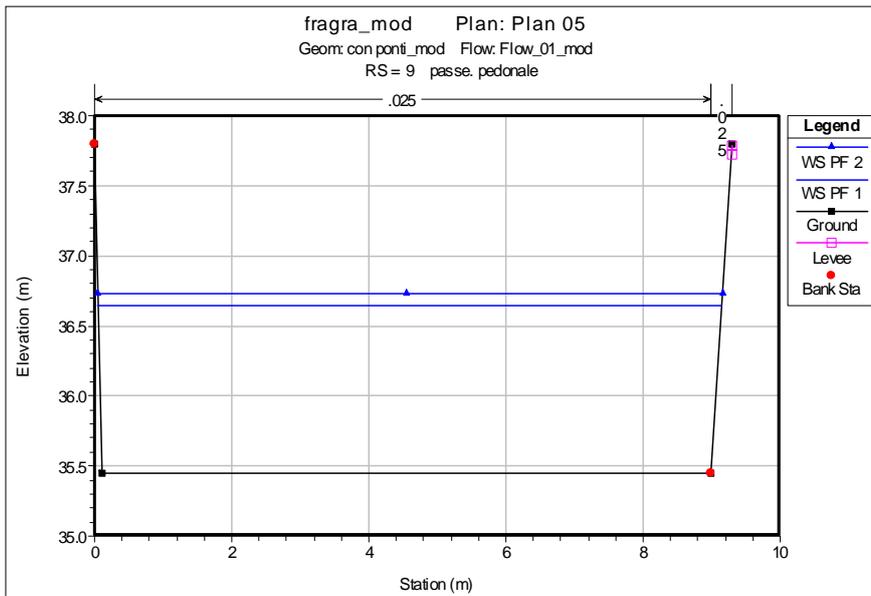
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



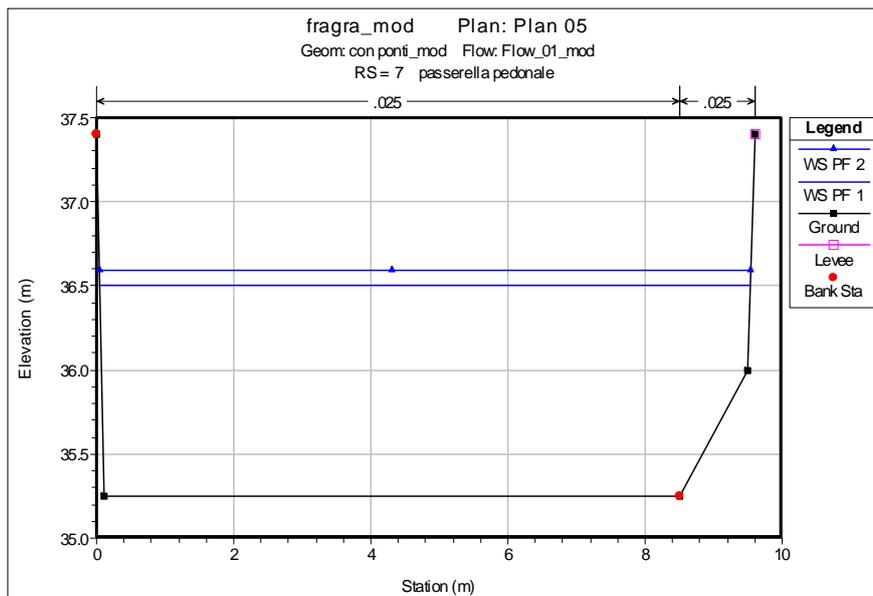
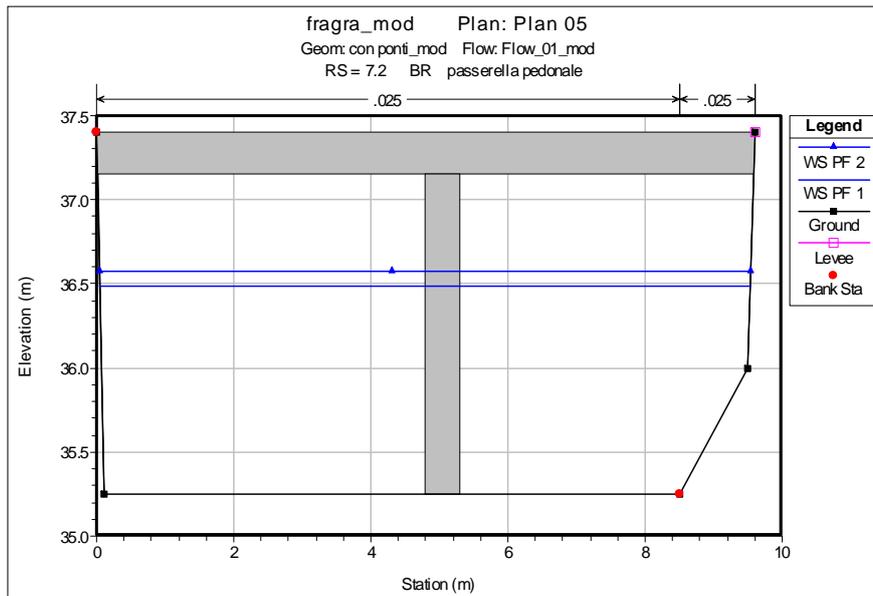
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



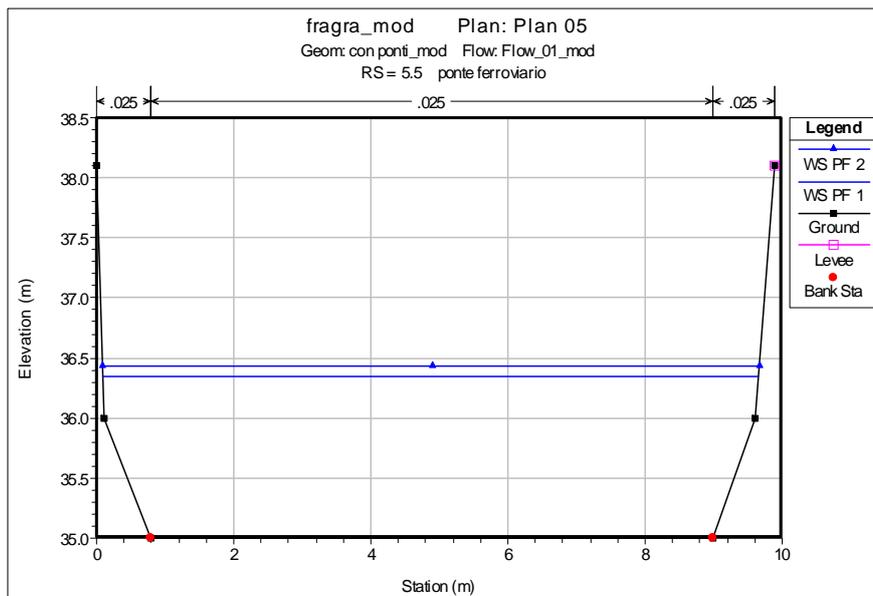
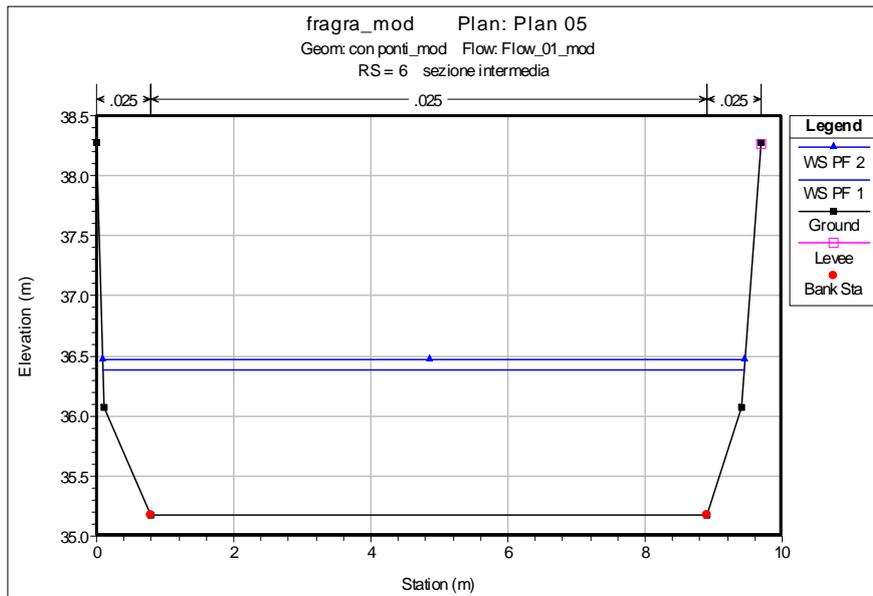
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



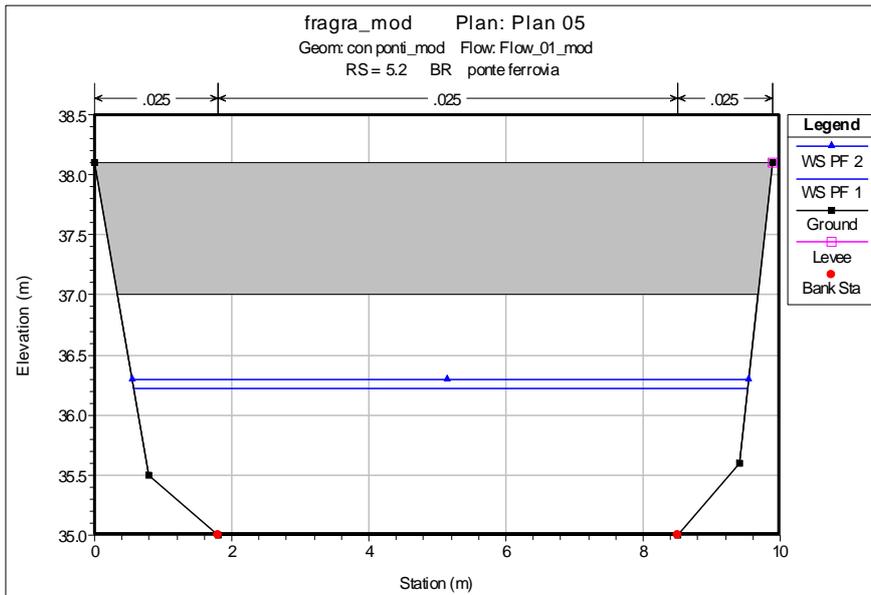
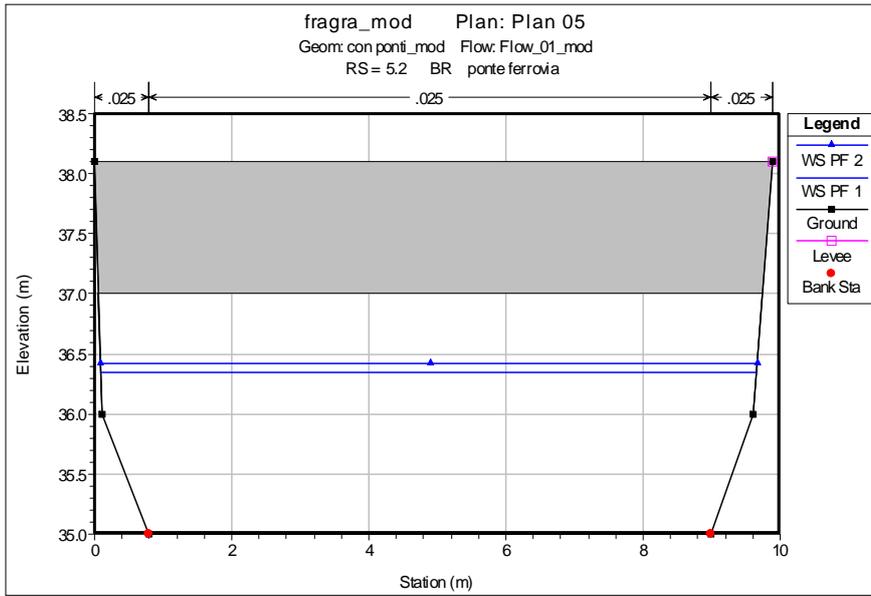
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



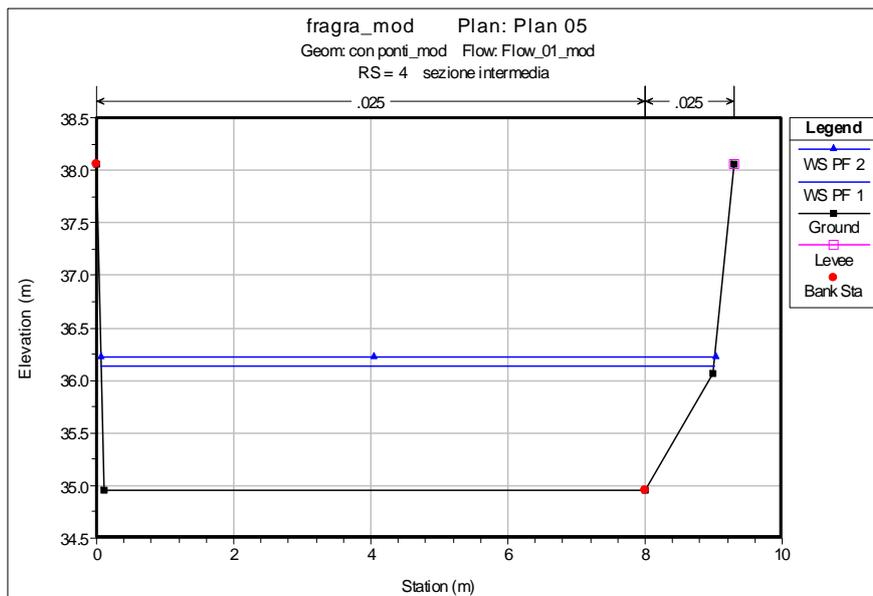
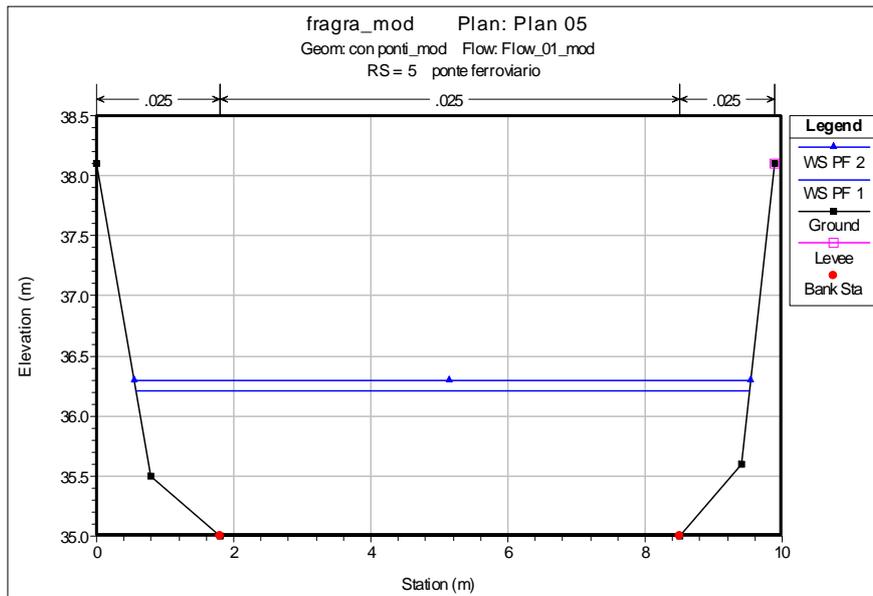
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



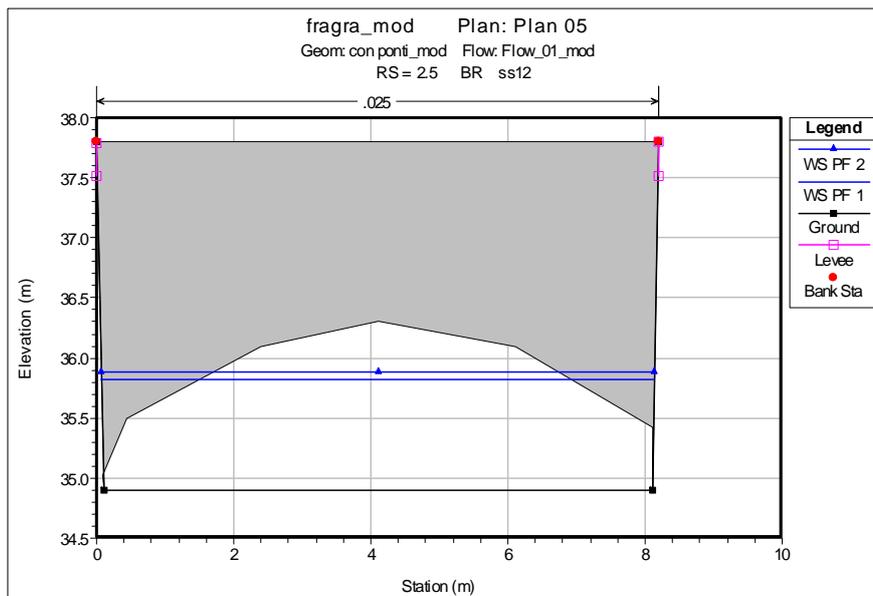
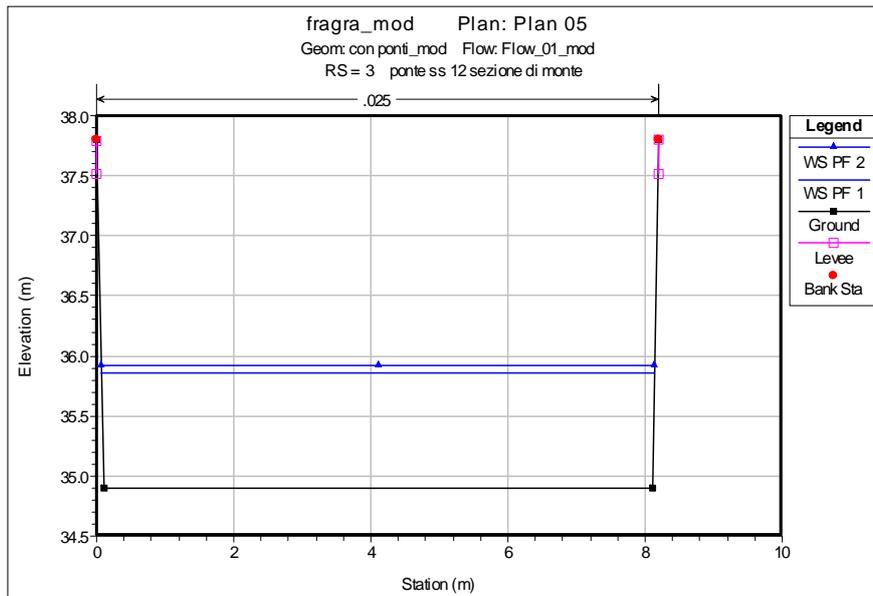
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



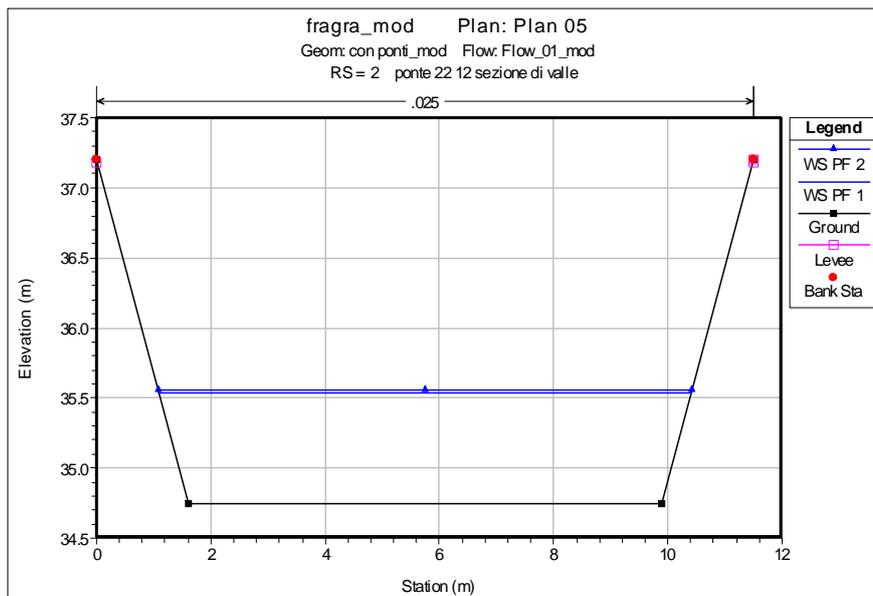
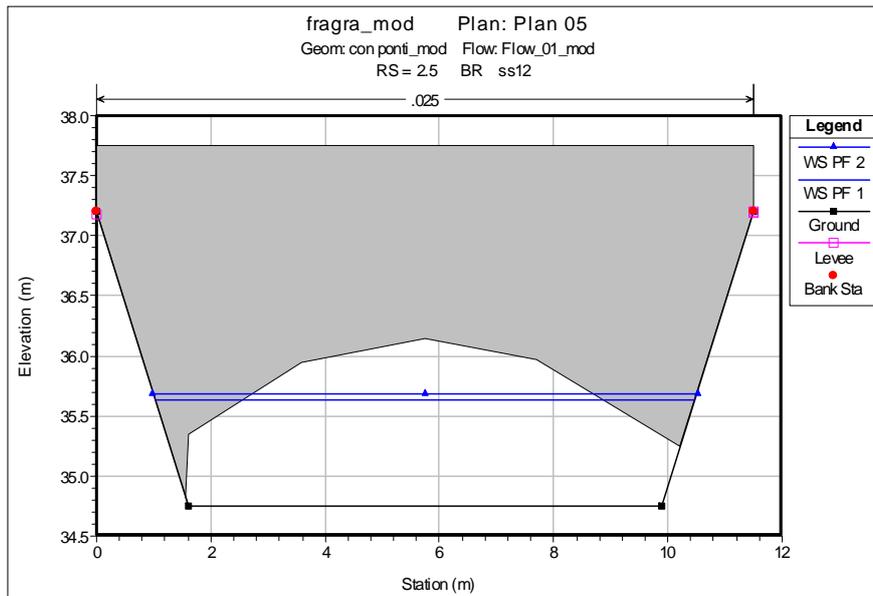
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



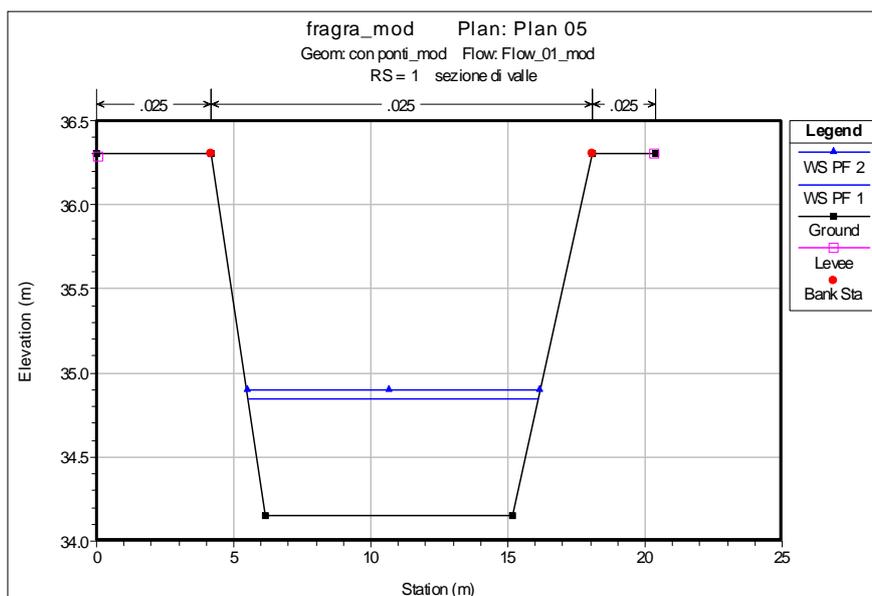
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



River Station	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
15	23.71	41	41.66	41.66	42	0.004547	2.57	9.28	14.03	1.01
15	26.26	41	41.71	41.71	42.07	0.004444	2.66	9.93	14.04	1.01
14	23.71	40	40.45	40.66	41.18	0.016448	3.78	6.3	13.99	1.79
14	26.26	40	40.48	40.71	41.26	0.016177	3.91	6.73	14	1.8
13	23.71	38.4	38.66	39.06	40.92	0.109353	6.66	3.56	13.92	4.21
13	26.26	38.4	38.68	39.11	41.01	0.100046	6.76	3.89	13.92	4.08
12.5	23.71	36.94	37.54	37.84	38.57	0.017215	4.49	5.3	8.89	1.85
12.5	26.26	36.94	37.58	37.91	38.7	0.017491	4.69	5.62	8.9	1.88
12.2	Bridge									
12	23.71	36.94	37.87	37.84	38.29	0.006379	2.86	8.31	9.03	0.95
12	26.26	36.94	37.95	37.9	38.39	0.006115	2.94	8.97	9.05	0.94
11.5	23.71	36.5	37.71	37.45	37.99	0.002739	2.38	10.46	9.22	0.69
11.5	26.26	36.5	37.79	37.52	38.09	0.002703	2.46	11.2	9.23	0.69
11.2	Bridge									
11	23.71	36.5	37.32	37.45	37.95	0.010175	3.54	6.93	8.89	1.25
11	26.26	36.5	37.38	37.52	38.04	0.009896	3.65	7.45	8.96	1.24
10	23.71	35.56	36.64	36.51	36.99	0.004073	2.68	9.23	9.17	0.82
10	26.26	35.56	36.72	36.58	37.09	0.003911	2.76	9.97	9.21	0.82
9.5	23.71	35.45	36.67	36.34	36.91	0.0027	2.18	10.96	9.11	0.63
9.5	26.26	35.45	36.75	36.41	37.01	0.002686	2.26	11.71	9.12	0.63
9.2	Bridge									
9	23.71	35.45	36.65		36.9	0.00286	2.22	10.76	9.1	0.65
9	26.26	35.45	36.73		37	0.002834	2.3	11.51	9.12	0.65
8	23.71	35.4	36.59		36.85	0.002607	2.29	10.82	9.53	0.67
8	26.26	35.4	36.68		36.95	0.002538	2.37	11.63	9.53	0.67
7.5	23.71	35.25	36.56	36.14	36.76	0.00207	2	12.13	9.49	0.56
7.5	26.26	35.25	36.65	36.2	36.87	0.00207	2.07	12.95	9.5	0.56

River Station	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
7.2	Bridge									
7	23.71	35.25	36.51		36.73	0.002509	2.13	11.49	9.49	0.61
7	26.26	35.25	36.59		36.83	0.002495	2.21	12.29	9.5	0.61
6	23.71	35.17	36.38		36.65	0.002622	2.33	10.72	9.36	0.67
6	26.26	35.17	36.46		36.75	0.002569	2.41	11.51	9.37	0.68
5.5	23.71	35	36.34	35.93	36.55	0.001794	2.06	12.14	9.57	0.57
5.5	26.26	35	36.43	36	36.66	0.001787	2.15	12.95	9.58	0.57
5.2	Bridge									
5	23.71	35	36.21		36.52	0.003225	2.58	9.99	8.94	0.75
5	26.26	35	36.29		36.62	0.003176	2.67	10.72	8.98	0.75
4	23.71	34.96	36.14		36.44	0.003598	2.45	9.98	8.95	0.72
4	26.26	34.96	36.23		36.54	0.00352	2.52	10.75	8.97	0.72
3	23.71	34.9	35.86	35.86	36.34	0.008298	3.08	7.7	8.07	1.01
3	26.26	34.9	35.93	35.93	36.44	0.008255	3.18	8.25	8.07	1.01
2.5	Bridge									
2	23.71	34.75	35.53	35.66	36.13	0.012292	3.43	6.92	9.33	1.27
2	26.26	34.75	35.56	35.73	36.25	0.01355	3.67	7.16	9.36	1.34
1	23.71	34.15	34.85	35.01	35.46	0.014559	3.48	6.81	10.57	1.39
1	26.26	34.15	34.9	35.06	35.55	0.014037	3.57	7.36	10.69	1.37

5.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE

Si è visto come le interazioni tra l'opera ed il reticolo idraulico superficiale siano di modesta entità, l'attraversamento del torrente Fraga e l'intercettazione dei fossi minori; riguardo alla prima si sono effettuate verifiche che hanno dimostrato come pur essendo le sezioni trasversali del fraga insufficienti al transito della portata duecentennale l'attraversamento risulta in sicurezza. Si è anche studiato, un intervento di minima per la messa in sicurezza del torrente, intervento che non risulta necessario per la progettazione attuale. Successivamente verranno progettati gli attraversamenti dei fossi minori intercettati ed il sistema di smaltimento delle acque di piattaforma.

5.4 ANALISI DEL RETICOLO MINORE

Nella tavola planimetria idraulica sono riportate tutte le interferenze tra il tracciato stradale ed il reticolo idrografico, riscontrate sia dall'analisi della cartografia (CTR 1:5000) sia attraverso l'effettuazione di sopralluoghi in situ. Come già espresso precedentemente, si prevede di predisporre misure atte ad evitare qualsiasi sconnessione od interruzione del reticolo idrografico esistente, essendo questo già allo stato attuale un sistema idraulico che presenta elementi di criticità dovuti ai bassi valori delle pendenze del terreno e come testimoniato dal fatto che una parte non trascurabile delle aree allagabili è soggetta a fenomeni di ristagno.

Si dispongono allora per ogni attraversamento manufatti, opportunamente dimensionati, volti ad eliminare queste interferenze.

5.4.1 OPERE D'ARTE

Si procede ad effettuare una stima delle portate che competono ai vari manufatti, che saranno costituiti prevalentemente da tombini circolari in calcestruzzo prefabbricati, tale stima è stata effettuata con il metodo del Turazza, considerando un coefficiente di deflusso pari a 0,3 e stimando il tempo di corrivazione con la formula di Ventura, per la stima dell'altezza di pioggia si è fatto riferimento a quanto esposto nel capitolo 4 relativo all'analisi della pluviometria. Si ottengono con queste ipotesi i valori riportati nella seguente tabella, nella quale sono riportati per ogni opera d'arte il numero della sezione stradale, vedere la planimetria del tracciato od il profilo altimetrico, la distanza progressiva in Km, il valore dell'area del bacino interessato, ed infine il valore della portata stimata.

Successivamente si sono effettuate le verifiche idrauliche nell'ipotesi di moto uniforme per il calcolo delle luci da assegnare ad ognuno dei tombini elencati; nella tabella relativa sono riportate le grandezze idrauliche principali.

TOMBINI - CALCOLO DELLE PORTATE					
N°	Sez. rif	Sup. bacino idrografico	Tempo corrivazione	Altezza pioggia Tr=200	Portata
		kmq	[ore]	[mm]	[l/s]
t1	15	0.0030	0.0173	29.6424	18
t2	16	0.0030	0.0173	29.6424	18
t3	17	0.0030	0.0173	29.6424	18
t4	35	0.0030	0.0173	29.6424	18
t5	37	0.0030	0.0173	29.6424	18
t6	38	0.0030	0.0173	29.6424	18
t7	39	0.1500	0.1220	52.2713	223
t8	41	0.2000	0.1409	54.4979	269
t9	44	0.0040	0.0199	30.9050	22
t10	45	0.0030	0.0173	29.6424	18
t11	48	0.0030	0.0173	29.6424	18
t12	50	0.0030	0.0173	29.6424	18
t13	52	0.0030	0.0173	29.6424	18
t14	56	0.0030	0.0173	29.6424	18
t15	61	0.0030	0.0173	29.6424	18
t16	62	0.0030	0.0173	29.6424	18
t17	64	0.0030	0.0173	29.6424	18
t18	68	0.0030	0.0173	29.6424	18
t19	71	0.0400	0.0630	43.1548	95
t20	73	0.0400	0.0630	43.1548	95
t21	83	0.0300	0.0546	41.3917	79
t22	86	0.0125	0.0352	36.4571	45
t23	89	0.0390	0.0622	42.9967	94
t24	92	0.0100	0.0315	35.2964	39
t25	93	0.0100	0.0315	35.2964	39
t26	96	0.0250	0.0498	40.3117	70
t27	97	0.0250	0.0498	40.3117	70
t28	98	0.0250	0.0498	40.3117	70
t29	98	0.0250	0.0498	40.3117	70

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

TOMBINI - VERIFICA DELLE LUCI										
N°	Sez. rif	opera d'arte	Pendenza	Scabrezza	Dimensioni	Sezione	Altezza d'acqua	R. idr.	Franco	Portata max
			m/m	$m^{(1/3)}s^{(-1)}$	m	mq	m	m	m	l/sec
t1	15	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t2	16	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t3	17	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t4	35	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t5	37	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t6	38	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t7	39	circ.	0.0002	50	1.2	1.1304	0.6	0.30	0.6	327
t8	41	circ.	0.0002	50	1.2	1.1304	0.6	0.30	0.6	327
t9	44	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t10	45	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t11	48	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t12	50	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t13	52	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t14	56	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t15	61	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t16	62	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t17	64	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t18	68	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t19	71	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t20	73	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t21	83	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t22	86	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t23	89	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t24	92	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t25	93	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t26	96	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t27	97	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t28	98	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t29	98	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220

5.5 SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

Nella planimetria idraulica allegata è riportato lo schema planimetrico relativo allo smaltimento delle acque di piattaforma. Per tutto lo sviluppo del tracciato si è utilizzato uno schema di smaltimento che prevede il trattamento delle acque con apposite vasche di disoleazione prima dell'immissione nei corpi ricettori, sono stati utilizzati canali chiusi di forma circolare con valori del diametro che vanno dai 300 ai 800 mm.

La rete è stata dimensionata per tempi di ritorno di 25 anni, sono state considerate precipitazioni di breve durata (dai 15 ai 30 minuti) al fine di massimizzare l'intensità di pioggia. Si riporta nella tabella seguente il dimensionamento dei rami della rete.

tratto	L	A	Q	i	D	Qsm_mp	Qsm
	[m]	[mq]	[l/sec]	[-]	[m]	[l/sec]	[l/sec]
1-2	170	1615	32	0.003	0.3	24	48
3-2	75	713	14	0.003	0.3	24	48
scarico							
1-4	323	3069	61	0.003	0.4	52	104
5-4	250	2375	48	0.003	0.4	52	104
vasca 1							
6-7	230	1380	28	0.003	0.4	52	104
8-7	300	1800	36	0.003	0.4	52	104
7-4	145	4558	91	0.003	0.4	52	104
vasca 1							
8-9	237	2311	46	0.003	0.4	52	104
11-9	397	1985	40	0.003	0.4	52	104
10-9	350	2100	42	0.003	0.4	52	104
vasca 2							
10-12	384	3648	73	0.003	0.4	52	104
12-13	750	7125	143	0.003	0.6	153	306
14-13	317	1585	32	0.003	0.4	52	104
13-15	130	13593	272	0.003	0.6	153	306
vasca 3							
16-15	97	946	19	0.003	0.4	52	104
17-15	293	2857	57	0.003	0.4	52	104
vasca 3							
17-18	145	870	17	0.003	0.4	52	104
19-18	90	540	11	0.003	0.4	52	104
18-20	345	4515	90	0.003	0.4	52	104
21-20	150	1350	27	0.003	0.4	52	104
20-23	643	9080	182	0.003	0.6	153	306
22-23	350	1750	35	0.003	0.4	52	104
vasca 4							
23-24	482	4338	87	0.003	0.4	52	104
24-25	420	3780	76	0.003	0.4	52	104
26-25	125	625	13	0.003	0.4	52	104
vasca 5							

Per quanto riguarda l'Adeguamento della SS12 si riporta una tabella analoga alla precedente:

tratto	L	A	Q	i	D	Qsm_mp	Qsm
1-2	150	750	15	0.003	0.4	52	104
3-2	295	1475	30	0.003	0.4	52	104
3-5	923	4615	92	0.003	0.4	52	104
4-5	860	4300	86	0.003	0.4	52	104
6-5	339	1695	34	0.003	0.4	52	104
7-5	324	1620	32	0.003	0.4	52	104
6-8	1198	5990	120	0.003	0.4	52	104
7-8	1200	6000	120	0.003	0.4	52	104
8-9	194	13930	279	0.003	0.6	153	306
10-9	450	2250	45	0.003	0.4	52	104
11-9	503	2515	50	0.003	0.4	52	104
10-12	270	1350	27	0.003	0.4	52	104
11-12	270	1350	27	0.003	0.4	52	104

A difesa dell'ambiente e dei corpi idrici ricettori, il progetto prevede l'adozione d'opere antinquinamento, consistenti in adeguate vasche di prima pioggia inserite a monte dello scarico della rete di drenaggio stradale nei ricettori naturali. Come accennato in precedenza, il sistema di drenaggio adottato per il corpo stradale è di tipo chiuso; esso consente quindi il convogliamento degli scarichi, delle acque di drenaggio della piattaforma, in punti definiti rendendo possibili specifici interventi intesi sia al controllo degli inquinamenti accidentali che all'abbattimento degli inquinanti dal dilavamento del manto stradale, nonché alla limitazione delle portate immesse nei corsi d'acqua e nei sistemi di drenaggio urbano che sottendono il nastro stradale nel territorio in esame.

Gli obiettivi degli interventi in progetto, possono riassumersi nella necessità di ottenere una separazione totale delle acque meteoriche ricadenti sulla piattaforma autostradale da quelle esterne ed uno scarico in punti limitati e controllati del reticolo idrografico.

La soluzione progettuale adottata evidenzia i seguenti benefici:

- la possibilità di evitare che le sostanze inquinanti, sempre presenti sulla piattaforma autostradale o quelle derivanti da cause accidentali, non vengano disperse in modo diffuso ed incontrollato sul territorio inquinando la falda acquifera ed il territorio agricolo limitrofo;
- poter convogliare le acque di piattaforma in punti di intercettazione di ubicazione nota e di facile accesso per i successivi eventuali trattamenti;

- poter recapitare le acque di piattaforma in corsi d'acqua con portate idriche sensibili e quindi caratterizzate da notevole capacità di diluizione ed autodepurazione durante l'intero periodo dell'anno.

Dal punto di vista costruttivo, la vasca prevede un pozzetto in entrata tale da consentire l'entrata nella vasca vera e propria della portata di prima pioggia e il by-pass dell'acqua in supero con scarico dall'apposita tubazione di uscita. L'acqua di piattaforma che entra nella vasca dissipa dapprima la sua energia in una zona di calma, dove è ubicata anche una griglia in acciaio, quindi entra attraverso un setto forato nella vasca vera e propria.

La quota che si stabilisce all'interno della vasca è quella dello sfioratore a valle (o di scarico); la portata in transito è data dal dislivello fra lo sfioro in entrata e quello in uscita, e la portata transitante defluisce al di sotto del setto alla fine della vasca.

È evidente che il volume compreso fra il bordo inferiore del setto e lo sfioratore in uscita è a disposizione degli oli (di sversamento o di prima pioggia), che quindi, in assenza di sversamenti, possono essere allontanati con cadenza anche di diversi mesi; gli sversamenti vanno invece allontanati a breve scadenza in quanto saturano praticamente la capacità disponibile.

Le saracinesche predisposte per lo scarico e la pulizia della vasca potranno essere sostituite con flange cieche o eliminate completamente prevedendo uno svuotamento per aggotaggio meccanico. La quota della generatrice superiore della tubazione di scarico può essere al massimo alla quota dello sfioratore di scarico, in tal modo si riduce al minimo il dislivello fra entrata e uscita del flusso.

Come detto sopra, per quanto riguarda la portata di progetto per le acque di prima pioggia, si è preso come riferimento quanto previsto dalla legge regionale della Lombardia n° 62/85, che recita: "Sono considerate acque di prima pioggia quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in quindici minuti; i coefficienti di afflusso alla rete si assumono pari ad 1 per le superfici coperte, lastricate od impermeabilizzate e a 0,3 per quelle permeabili di qualsiasi tipo, escludendo dal computo le superfici coltivate."

Sommando il contributo imputabile allo sversamento accidentale e quello derivante invece dalle acque di prima pioggia si ha, per le vasche, una portata totale da trattare che assume valori attorno a 110 l/s ha; tale valore è variabile in funzione della lunghezza del tratto stradale asservito ad ogni singola vasca.

Per quanto riguarda i volumi d'acqua e/o carburante da stoccare nelle vasche, si è assunto un tempo di detenzione pari a 4 minuti ed una velocità massima dell'acqua, nel tratto ove avviene la separazione oli/acque, pari a 0,05 m/s. Data l'impostazione assunta, i volumi d'acqua di prima

pioggia da stoccare sono sempre inferiori al volume totale di carburante proveniente da uno sversamento accidentale, assunto pari a 40 mc, e si è quindi considerato come parametro di progetto quest'ultimo valore. Peraltro le dimensioni della vasca risultano condizionate dalle assunzioni fatte circa velocità di transito e tempo di detenzione, portando a volumi interni comunque superiori.

Tale volume utile della vasca corrisponde al dislivello compreso fra la quota inferiore del setto e quella dello sfioratore in uscita. Supponendo, come visto in precedenza, di avere contemporaneità tra lo sversamento accidentale conseguente ad un incidente ad un'autobotte e l'evento meteorico, si avrà un certo afflusso alla vasca, attraverso la rete di scolo superficiale, pari alla portata di progetto.

Tale portata, dovendo essere trattata, dovrà sfiorare attraverso lo stramazzo che ne permette l'ingresso alla vera e propria vasca di trattamento. Quando la portata complessiva che giunge al manufatto supera la portata di progetto, il quantitativo in esubero (il cui rapporto di diluizione è tale da non richiedere alcun trattamento) non giunge alla vasca di trattamento ma stramazza a lato e giunge, attraverso la condotta di uscita, direttamente alla rete idrografica.

Nella vasca di trattamento vera e propria, il tempo di detenzione (almeno 4 minuti) e la distanza totale che la miscela acqua/olio e/o carburante deve percorrere, sono stati prefissati in maniera tale che la componente olio/carburante, più leggera, possa venire in superficie e sfiorare nella canaletta appositamente predisposta lungo l'intero perimetro della vasca.

Le sostanze inquinanti permangono confinate in condizioni di sicurezza all'interno del bacino centrale, ma possono comunque essere spurgate durante le operazioni di manutenzione con sistemi idonei attraverso i chiusini di accesso alla vasca.

Nel caso specifico della strada in oggetto, il criterio adottato nell'ubicazione delle vasche di prima pioggia è stato quello di privilegiare la facilità di smaltimento delle portate meteoriche in più punti, data la fitta rete di colatori naturali esistenti nel territorio interessato dal progetto, preferendo un maggior numero di vasche senza concentrare i flussi idrici in pochi punti.

Si riportano le caratteristiche delle vasche previste e la loro ubicazione.

Vasca n	Ubicazione Sez.	Q affluente l/sec	Volume mc
1	12	200	48
2	26	128	31
3	61	348	83
4	88	217	52
5	106	88	21

6 ASSE OVEST – EST

Questa parte della nuova viabilità si sviluppa su un tracciato planimetrico che congiunge il casello di Lucca dell'Autostrada A11 Firenze – Mare con lo svincolo in località Antraccoli. Il tracciato si sviluppa pertanto nella zona a Sud dell'abitato della città di Lucca e ricade nel Comune di Lucca e per una parte minore nel Comune di Capannori.

Il nuovo asse viario si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 6300 ml realizzato con una sezione stradale di tipo C1 costituita da una corsia per ogni senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m e due banchine di 1,5 m ciascuna per una larghezza complessiva di 10,50 m. Procedendo da ovest verso est si ha un primo tratto di tracciato che si sviluppa parallelo all'Autostrada per una lunghezza di circa 3000 ml ricadenti tutti nel Comune di Lucca; da un punto di vista altimetrico questo primo tratto si sviluppa per quasi tutta la lunghezza in debole rilevato rispetto al piano di campagna con quote che vanno da 0,60 ml a 2,30 ml, sono presenti alcuni manufatti di opere d'arte quali: l'attraversamento della via S. Concordio, i tre sottopassi di via del Sorbano del Giudice, via delle Cave e via del Sorbano del Vescovo, un piccolo attraversamento del fosso della Formica e l'attraversamento del canale Ozzoretto.

Il tracciato dopo aver attraversato il canale Ozzoretto volge verso nord fino a raggiungere la località denominata Magginone, in questo tratto di lunghezza pari a circa 1600 ml l'andamento planimetrico è simile al precedente il maggior manufatto è costituito da un ulteriore attraversamento del canale Ozzoretto.

Si ha infine l'ultima parte di tracciato che si sviluppa in direzione est – ovest che giunge allo svincolo in località Antraccoli, il principale manufatto presente in questo tratto è costituito dall'attraversamento della via del Tiglio realizzato con un cavalcavia.

Nel paragrafo successivo verrà esaminata la sovrapposizione del tracciato ora descritto con i vincoli presenti nella zona ed in particolare verrà fatto riferimento al Piano di Bacino del Fiume Serchio redatto dall'Autorità di Bacino al Regolamento Urbanistico del Comune di Lucca ed a quello del Comune di Capannori. Vengono considerate le sovrapposizioni con le zone a maggior pericolosità idraulica riportate nel piano di bacino e vengono considerati i battenti idraulici previsti in queste zone riportati nel Regolamento Urbanistico.

Vengono successivamente effettuate le verifiche idrauliche sui principali corsi d'acqua interferenti con l'opera e dimensionate le opere d'arte necessarie alla realizzazione dell'asse viario.

6.1 INTERFERENZE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'OPERA

Come già riportato in maniera estesa nel paragrafo 3.2 della presente relazione nella "*Carta di riferimento delle norme di Piano nel settore del rischio idraulico*" viene riportata la classificazione delle zone suddivise in:

- 1) zone ad alta probabilità di inondazione, AP;
- 2) zone a moderata probabilità di inondazione, MP;
- 3) zone morfologicamente depresse, PU;
- 4) zone a bassa probabilità di inondazione BP.

La nuova viabilità in progetto ha limitati punti di sovrapposizione con le aree ad alta e media probabilità di inondazione e con aree denominate umide. Più precisamente le maggiori interferenze si riscontrano nella parte di tracciato che si sviluppa parallelamente all'Autostrada A11.

Si riportano di seguito i siti in cui si ha interferenza tra il tracciato progettato e le aree classificate dalla Carta delle Norme di Piano i siti sono classificati come SX con numero progressivo crescente da Ovest ad Est e da Sud a Nord.

S1 – All'inizio della nuova viabilità fino alla sezione 19 si ha una parziale sovrapposizione con un'area classificata AP. (Tavola 7.45 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico scala 1:10.000)

S2 – In località Mugnano tra la sezione 43 e la sezione 61 si ha la sovrapposizione con un area classificata PU in fregio al Canale Ozzoretto inoltre tra le sezioni 59 e 60 si ha l'attraversamento del Canale Ozzoretto (Tavola 7.46 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico scala 1:10.000).

S3 – tra la sezione 68 e la 92 si ha ancora sovrapposizione con area PU e AP in località Corte Dreotti, corte Corazza e Immaginone. Tra le sezioni 84 e 85 si attraversa il canale Ozzoretto (Tavola 7.46 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico scala 1:10.000).

S4 – In località Corte degli Ulivi, attraversamento Canale Ozzoretto e sovrapposizione con area AP (Tavola 7.46 Carta Norme di Piano Rischio Idraulico scala 1:10.000).

Possiamo dire già in questa fase che le interferenze esposte sono di modesta entità e che non comportano un aumento significativo del rischio idraulico, nelle zone di sovrapposizione tra il

tracciato e le aree mappate dal PAI si prevede di recuperare i volumi sottratti dal rilevato stradale all'invaso naturale delle acque almeno fino alla quota del battente stimato.

Verrà inoltre assicurata la continuità del reticolo superficiale minore con la disposizione di tombini opportunamente dimensionati ogni qualvolta il corpo stradale interferisse con elementi di reticolo.

Per tutti i siti sopraelencati in cui l'interferenza sia dovuta all'attraversamento di un corso d'acqua, verranno valutati i valori minimi delle quote degli impalcati stradali in modo da non interferire con il libero deflusso delle acque.

6.2 INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA

Da un punto di vista strettamente idraulico, la zona su cui si sviluppa il tracciato della nuova viabilità, non vede la presenza di corpi idrici rilevanti se si eccettua il Canale detto Ozzoretto. Il territorio in esame, completamente pianeggiante vede un fitto reticolo di piccoli canali di scolo e di drenaggio delle acque a servizio delle attività agricole presenti nell'area. Il Canale Ozzoretto si estende per una lunghezza complessiva di circa 6 Km, presenta una sezione molto modesta nella parte a Nord dello svincolo in località Antraccoli che in alcuni tratti è rivestita in pietra. Successivamente procedendo verso Sud la sezione si allarga in modo significativo, rimanendo priva di arginature e con le sponde in terra rivestita da un manto erboso e scarsa vegetazione. Dai sopralluoghi effettuati lo stato di manutenzione sia delle sponde che del fondo del canale risulta soddisfacente, non si notano infatti in nessun punto situazioni di abbandono o di incuria. Il Canale facente parte del reticolo delle acque basse risulta gestito dal Consorzio di Bonifica del Bientina che ha effettuato anche un rilievo delle sezioni trasversali in alcuni tratti del canale; rilievo che è stato utilizzato anche nel presente studio per la realizzazione delle verifiche idrauliche.

6.2.1 ANALISI IDROLOGICA E STIMA DELLE PORTATE

Per la valutazione della portata di piena del Canale Ozzoretto si è usato il metodo cinematico del Turazza, che si basa sulla valutazione del coefficiente Udometrico (U_{max}) rappresentante la portata che defluisce per unità di superficie del bacino considerato.

$$U_{max} = 0,1157 \frac{\phi \cdot h}{t_c}$$

dove:

U_{max} – coefficiente udometrico espresso in [l/s ha]

ϕ - coefficiente di deflusso

h – altezza di pioggia [mm]

t_c – tempo di corrivazione [giorni]

Per la stima del tempo di corrivazione si è usata la media dei risultati delle seguenti espressioni, valide per bacini a bassa pendenza:

$$t_c = 0,315\sqrt{S} \quad \text{Formula di Ventura}$$

$$t_c = 0,24\sqrt[3]{SL} \quad \text{Formula di Pasini}$$

dove:

S – superficie del bacino in [Kmq]

L – lunghezza massima percorsa dalle acque [Km].

L'identificazione del bacino tributario del canale risulta piuttosto difficoltosa essendo il territorio in questione quasi completamente pianeggiante trattandosi di un canale di bonifica, è limitato ad Est da piccoli rilevati stradali che lo separano dai bacini afferenti al Rio Caprio ed al Casale, a Sud dal rilevato dell'Autostrada A11 Firenze – Mare, ad Ovest ed a Nord ancora da deboli rilevati che lo disconnettono dall'area di competenza del Condotto Pubblico. Nel complesso comunque l'area totale del bacino prendendo la sezione di chiusura in corrispondenza dell'Autostrada A11, risulta piuttosto estesa, circa 14 Kmq ed il massimo percorso delle acque è stato stimato intorno a 6,5 Km.

Il valore del tempo di corrivazione stimato risulta per ognuna delle espressioni riportate sopra pari a:

$$t_c = 1,2 \quad \text{giorni} \quad \text{Formula di Ventura}$$

$$t_c = 1,08 \quad \text{giorni} \quad \text{Formula di Pasini}$$

Il valore adottato per la stima della portata massima di progetto risulta pertanto: $t_c = 1,14$ giorni

Il valore dell'altezza di pioggia h viene stimato dall'analisi statistica delle piogge intense, analisi effettuata sui dati disponibili della stazione pluviometrica di Lucca.

Il valore dell'altezza di pioggia viene calcolato in base alle curve di possibilità pluviometrica calcolate per i diversi tempi di ritorno:

$$h = 87,3 \cdot t^{0,29} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$h = 96,21 \cdot t^{0,29} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Si confrontano i valori ottenuti da queste curve con quelli forniti dall'autorità di bacino del Serchio descritti dalle seguenti espressioni:

$$h = 32,97 \cdot t^{0,314} \cdot T_r^{0,2}$$

Scegliendo i valori più cautelativi.

Le curve scelte risultano essere:

$$h = 82,81 \cdot t^{0,314} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$h = 94,95 \cdot t^{0,314} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Per il metodo cinematico il massimo valore dell'onda di piena si ha all'istante finale della pioggia se questa ha una durata maggiore o uguale al tempo di corrivazione, si stimano quindi per i diversi tempi di ritorno i valori di h per un tempo pari a tc :

$$h = 231 \text{ mm} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$h = 265 \text{ mm} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Per il coefficiente di deflusso sarebbe necessario effettuare una valutazione accurata dell'uso del suolo, in prima approssimazione si usa un coefficiente cautelativo pari a 0,6 tipico dei terreni di bonifica.

E' possibile a questo punto valutare il Coefficiente udometrico per i vari tempi di ritorno:

$$U_{\max} = 14,1 \text{ l/sha} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$U_{\max} = 16,1 \text{ l/sha} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

E' possibile adesso calcolare il valore delle portate di piena nelle varie sezioni di verifica descritte al paragrafo 6.1, per questo verrà fatto riferimento ad una superficie ridotta del bacino e quindi ad un diverso tempo di corrivazione, le verifiche idrauliche così eseguite avranno pertanto validità locale solo nell'intorno della sezione di verifica per la quale sono realizzate, d'altra parte una verifica globale condotta con la maggiore delle portate, quella calcolata per la sezione più a valle, risulterebbe oltremodo onerosa per le sezioni di monte e darebbe luogo a risultati eccessivamente cautelativi. In fase di progettazione definitiva potranno essere condotte verifiche che abbandonando l'ipotesi semplificativa di moto permanente siano in grado di rappresentare in maniera più realistica il comportamento del corso d'acqua.

Sezione di verifica S2

Per questa sezione di verifica si considera la superficie totale del bacino ed il tempo di corrivazione precedentemente calcolati, i valori delle portate risultano pertanto:

$$Q_{\max} = 19,74 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$Q_{\max} = 22,54 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Con analogo procedimento si calcolano le portate nelle altre sezioni di chiusura nelle quali si vuole effettuare la verifica idraulica.

Sezione di verifica S3

Si riportano per brevità solo i valori delle portate calcolate per i vari tempi di ritorno, essendo il procedimento per la loro determinazione identico al precedente. La superficie del bacino risulta pari a circa 10 Km², la lunghezza dell'asta considerata circa 5,5 Km:

$$Q_{\max} = 14,1 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$Q_{\max} = 16,1 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Sezione di verifica S4

Vista la particolare morfologia del territorio e l'andamento meandriforme del canale, la superficie del bacino afferente risulta molto limitata, intorno a 4,5 Km², le portate risultano pertanto sensibilmente inferiori al caso precedente:

$$Q_{\max} = 6,35 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$Q_{\max} = 7,30 \text{ m}^3/\text{sec} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

6.2.2 VERIFICHE IDRAULICHE ANTE OPERAM

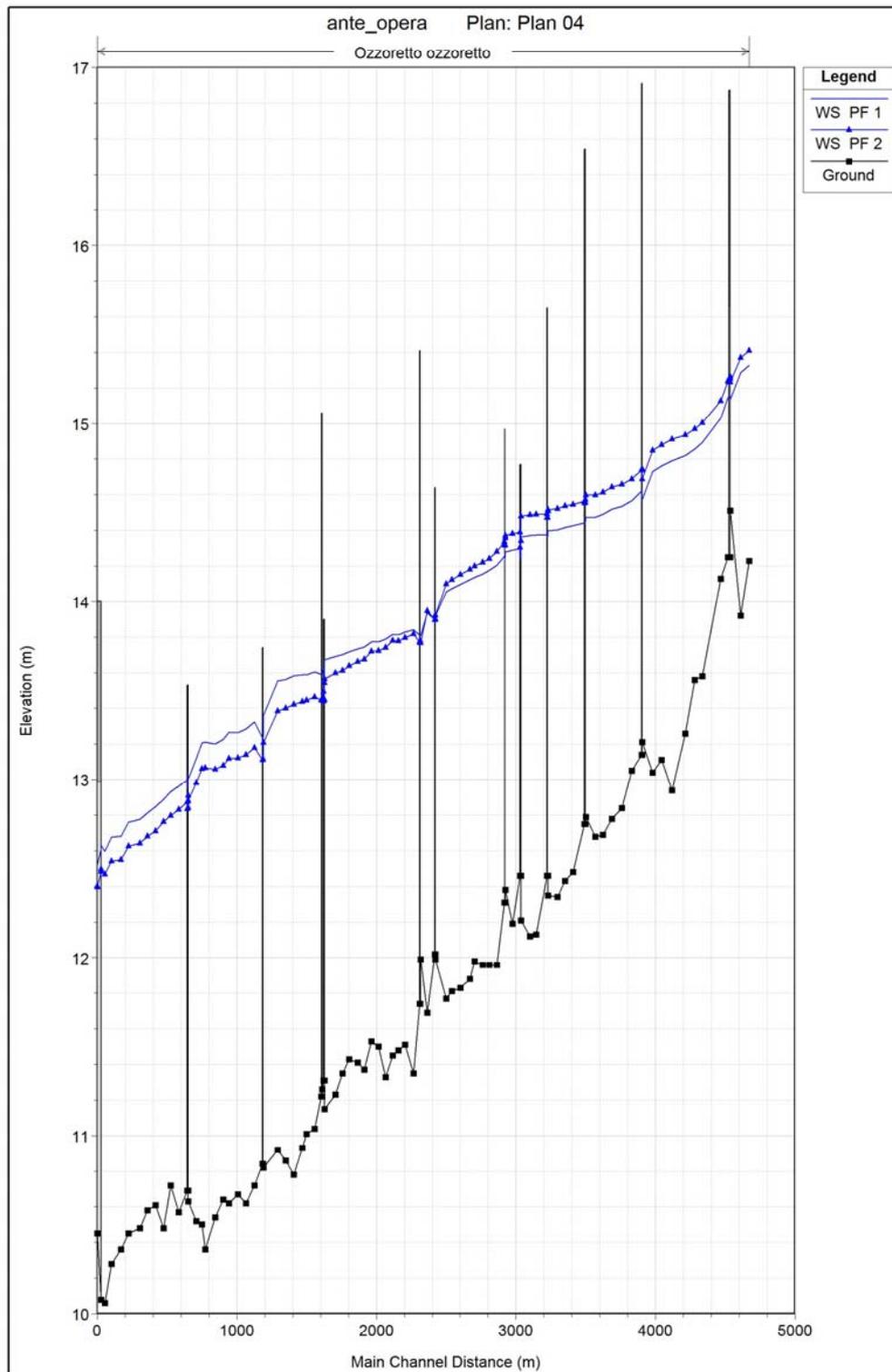
Le verifiche idrauliche effettuate per il Canale Ozzoretto risentono della difficoltà di reperire dati attendibili sulla morfologia e geometrizzazione del Canale stesso. Trattandosi essenzialmente di un canale di bonifica, la pendenza del bacino ad esso afferente è molto limitata ed il bacino stesso di difficile individuazione, da questo l'incertezza sul calcolo delle portate. In questo studio proprio per far fronte a queste variabili difficilmente controllabili si sono assunti valori di portata cautelativi, in quanto utili per avere una prima idea dell'ordine di grandezza dei fenomeni idraulici coinvolti.

Per la realizzazione dei calcoli di verifica idraulica è stato implementato un modello numerico semplificato monodimensionale nel quale le caratteristiche dinamiche e cinematiche della corrente vengono considerate solo nella direzione longitudinale. Per la realizzazione di questo modello è stato usato il software dedicato Hec – Ras (U.S. Geological Service), nell'ipotesi cautelativa di moto permanente. I dati riguardanti la geometria sono stati ottenuti attraverso sopralluoghi, dall'analisi della cartografia disponibile e sulla base di rilievi forniti dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio in tempi recenti. Si è studiato il tratto del canale riportato nella planimetria idraulica modellandolo con 99 sezioni trasversali,. Il modello numerico è stato completato con l'imposizione di condizioni al contorno di moto uniforme assegnate sia nella sezione di valle che in quella di monte in modo

da permettere la risoluzione dell'equazione del moto sia in regime di corrente veloce che di corrente lenta.

I risultati delle simulazioni hanno evidenziato l'insufficienza di questo tratto di canale a smaltire le portate di progetto, sono infatti presenti diversi fenomeni di esondazione, principalmente in destra idraulica, in corrispondenza delle sezioni, 9-17; 21-23; 40-50; 71-73; 90. Il Canale dovrà quindi subire un intervento di risagomatura delle sezioni che è attualmente allo studio dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio. Per quanto riguarda la presente relazione idraulica, nell'allegata planimetria idraulica sono riportate in modo indicativo le aree allagabili così come emerse dalle simulazioni effettuate, tenendo presente che si tratta di simulazioni in moto permanente e quindi incapaci di stimare il volume esondato, Si riportano nel seguito le verifiche puntuali nei tratti in cui la viabilità interferisce con il canale e si stimano i valori delle quote degli impalcati che dovranno essere realizzati in modo da garantire un adeguato franco di sicurezza.

Non si propongono in questa fase interventi di messa in sicurezza del corso d'acqua, proprio perché essi hanno carattere globale ed esulano dagli scopi del presente studio.



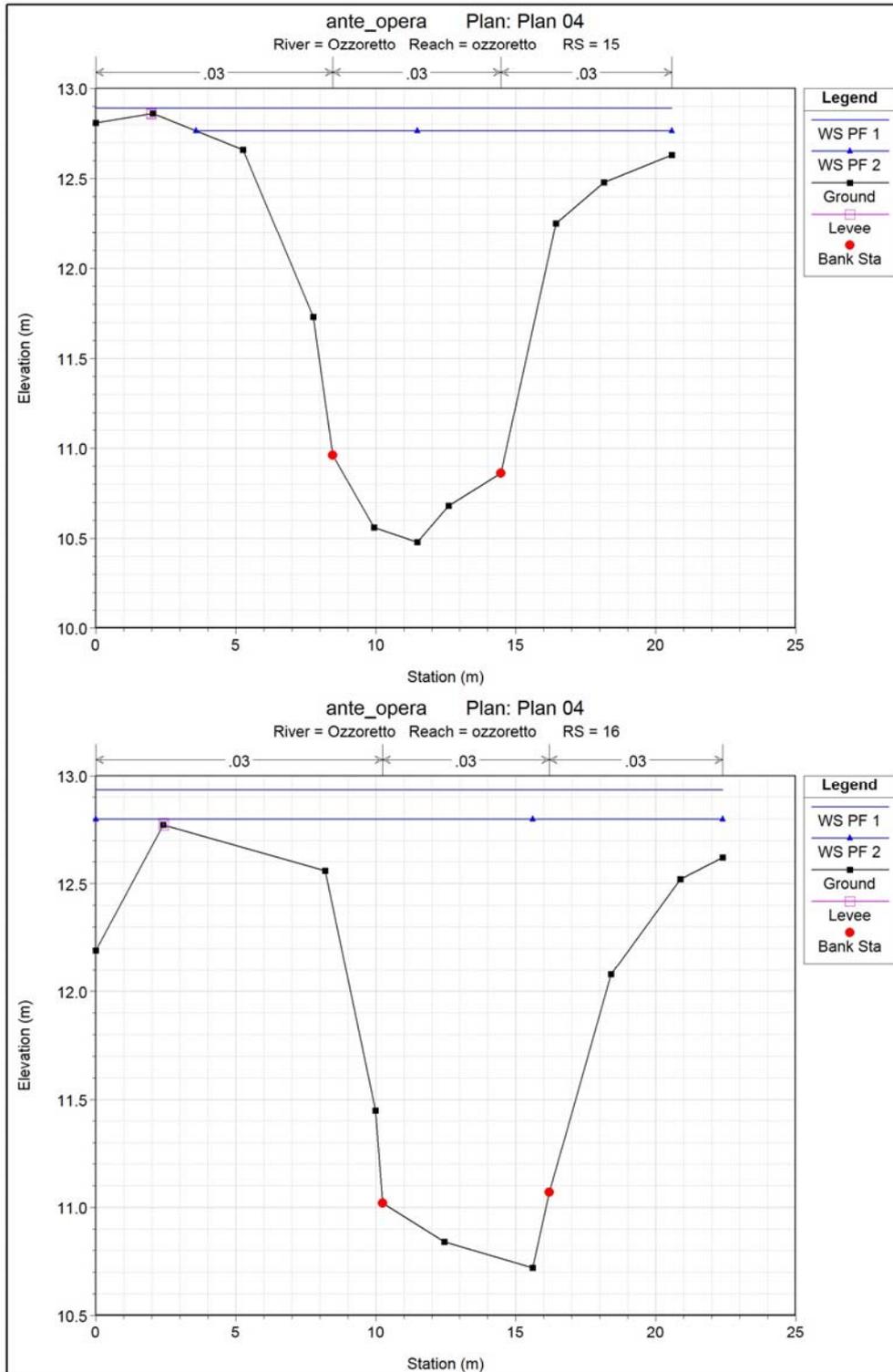
Sezione di verifica S2

Nella geometrizzazione dell'alveo la sezione trasversale più vicina al sito S2 cioè al primo attraversamento sul canale Ozzoretto è la sezione 17, che viene utilizzata per le verifiche.

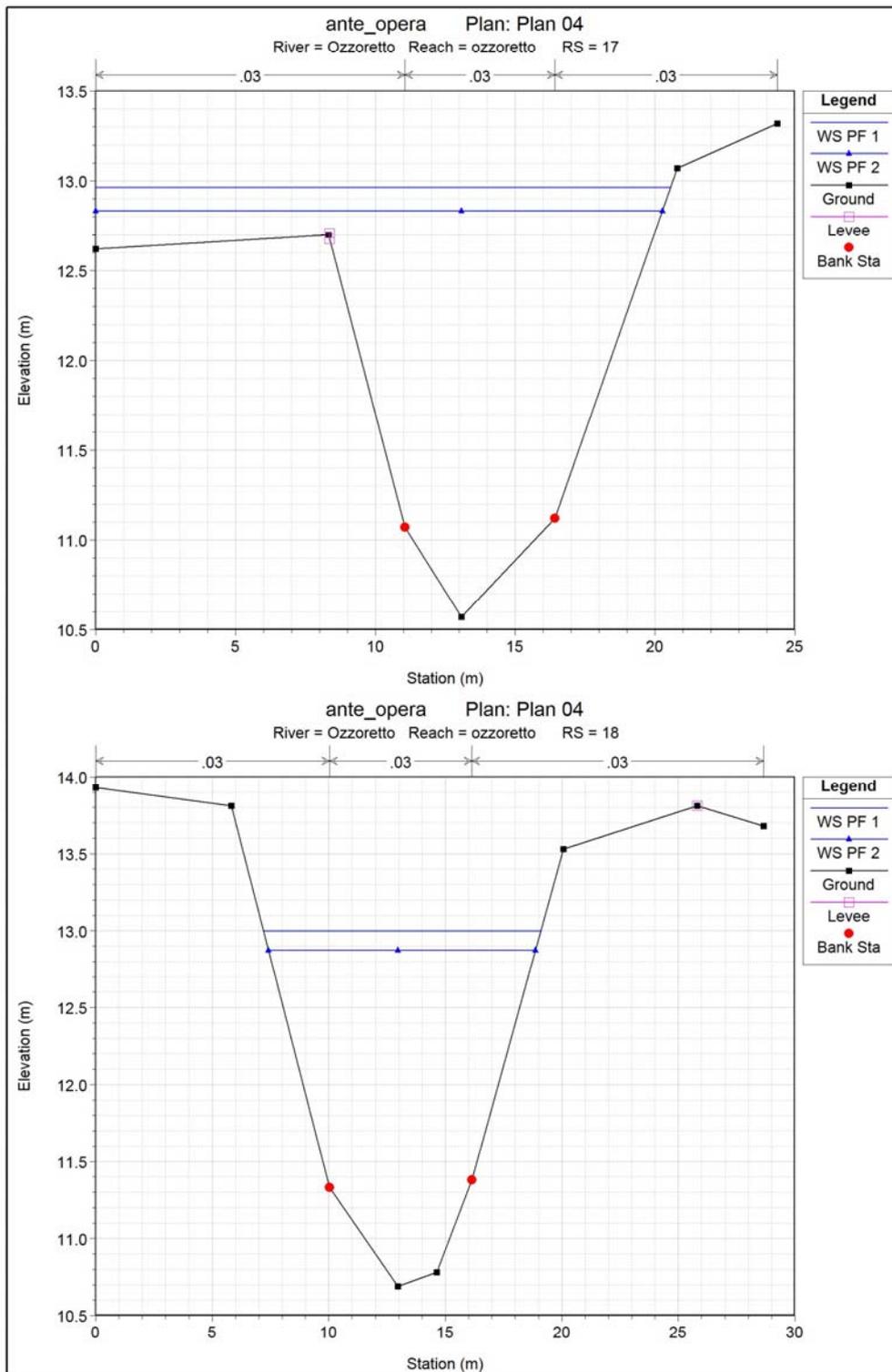
Si ricorda che i valori delle portate utilizzati per questa verifica sono caratteristici della sezione di chiusura del bacino considerato e quindi i risultati ottenuti in termini di tiranti idrici non sono direttamente estendibili alle sezioni più a monte. E' comunque possibile effettuare alcune considerazioni generali; dalle simulazioni effettuate risulta che la corrente all'interno del corpo idrico ha ovunque caratteristiche di corrente lenta con numeri di Froude che oscillano tra 0,3 e 0,5, questo fatto comporta la dipendenza dei risultati ottenuti dalla conoscenza delle condizioni al contorno di valle; vista la notevole distanza, circa 2000 m, tra la sezione considerata e la confluenza tra il Canale Ozzoretto ed il Canale detto Rogio, il cui livello del tirante idrico costituisce la vera condizione di valle, è lecito affermare che una condizione al contorno di moto uniforme quale quella utilizzata nel presente studio appare giustificata, questo perché un eventuale rigurgito verso monte dell'Ozzoretto avrebbe la possibilità di esaurirsi prima della sezione di verifica.

I risultati delle simulazioni numeriche sono riportati nelle pagine seguenti, le sezioni nel seguito sono ordinate da valle verso monte.

Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



I livelli dei tiranti idrici raggiunti per i vari tempi di ritorno nella sezione di verifica 17 sono riportati nella tabella seguente:

Sezione n°17

Tempo di ritorno	Tirante idraulico
Tr = 100 anni	h = 12,83 m s.l.m.
Tr = 200 anni	h = 12,96 m s.l.m.

La sezione non risulta in grado di smaltire le portate di verifica, infatti in destra idraulica sono presenti fenomeni di esondazione con un battente stimato sul piano di campagna nell'ordine di 0,25 m.

Nel seguito del presente studio verranno calcolati i valori dei volumi che dovranno essere recuperati per i tratti della strada che si sviluppano in rilevato, in questa fase verrà considerato un battente idrico cautelativo pari a 100 cm. La quota dell'intradosso dell'impalcato di attraversamento del corso d'acqua dovrà essere tale da garantire un franco idraulico di almeno 100 cm nella situazione più gravosa Tr = 200 anni cioè a 13,96 m slm.

Sezione di verifica S3

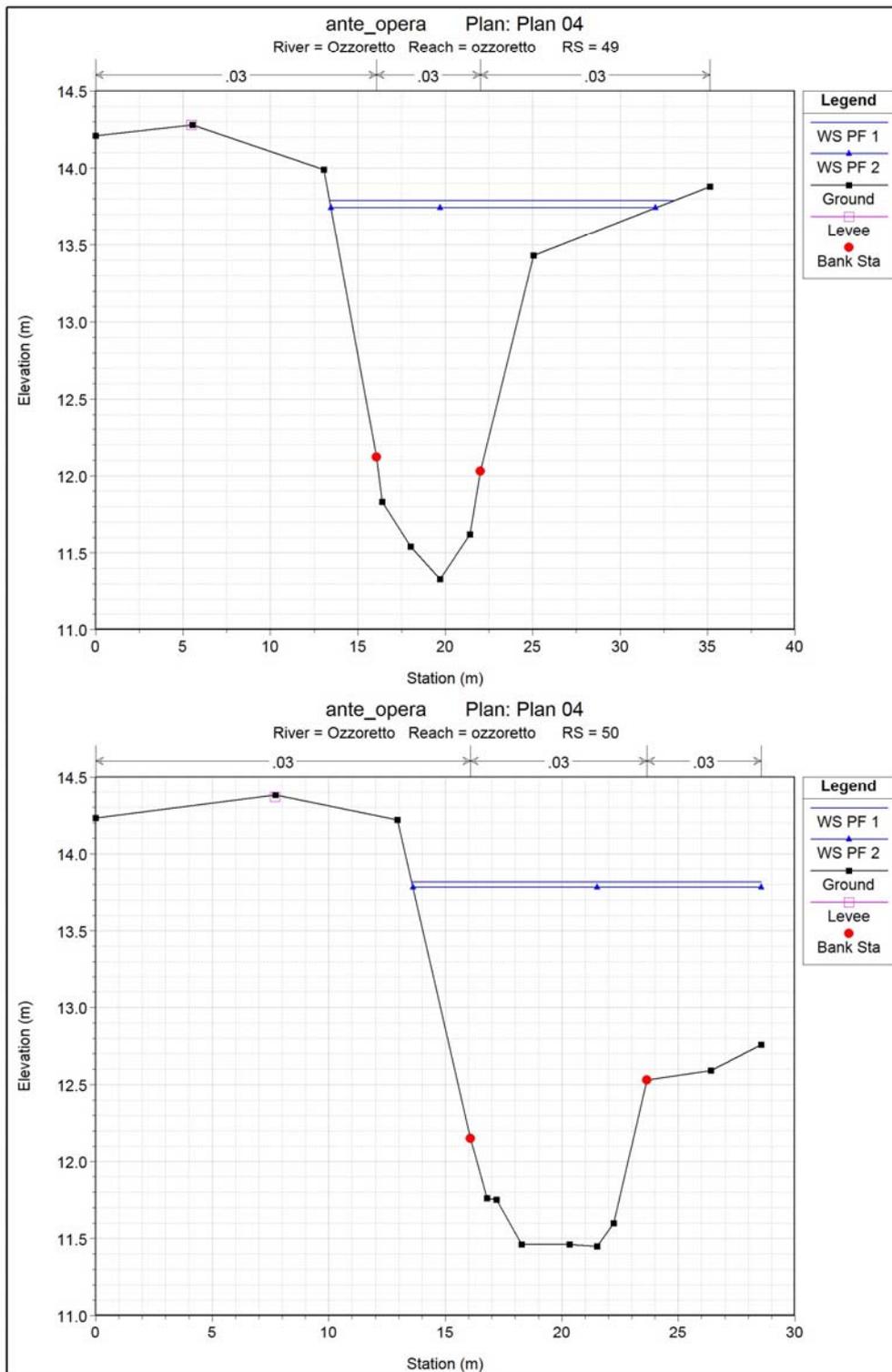
La sezione di verifica S3 è posizionata in corrispondenza della sezione 50, che viene utilizzata come sezione di verifica.

Sezione n°50

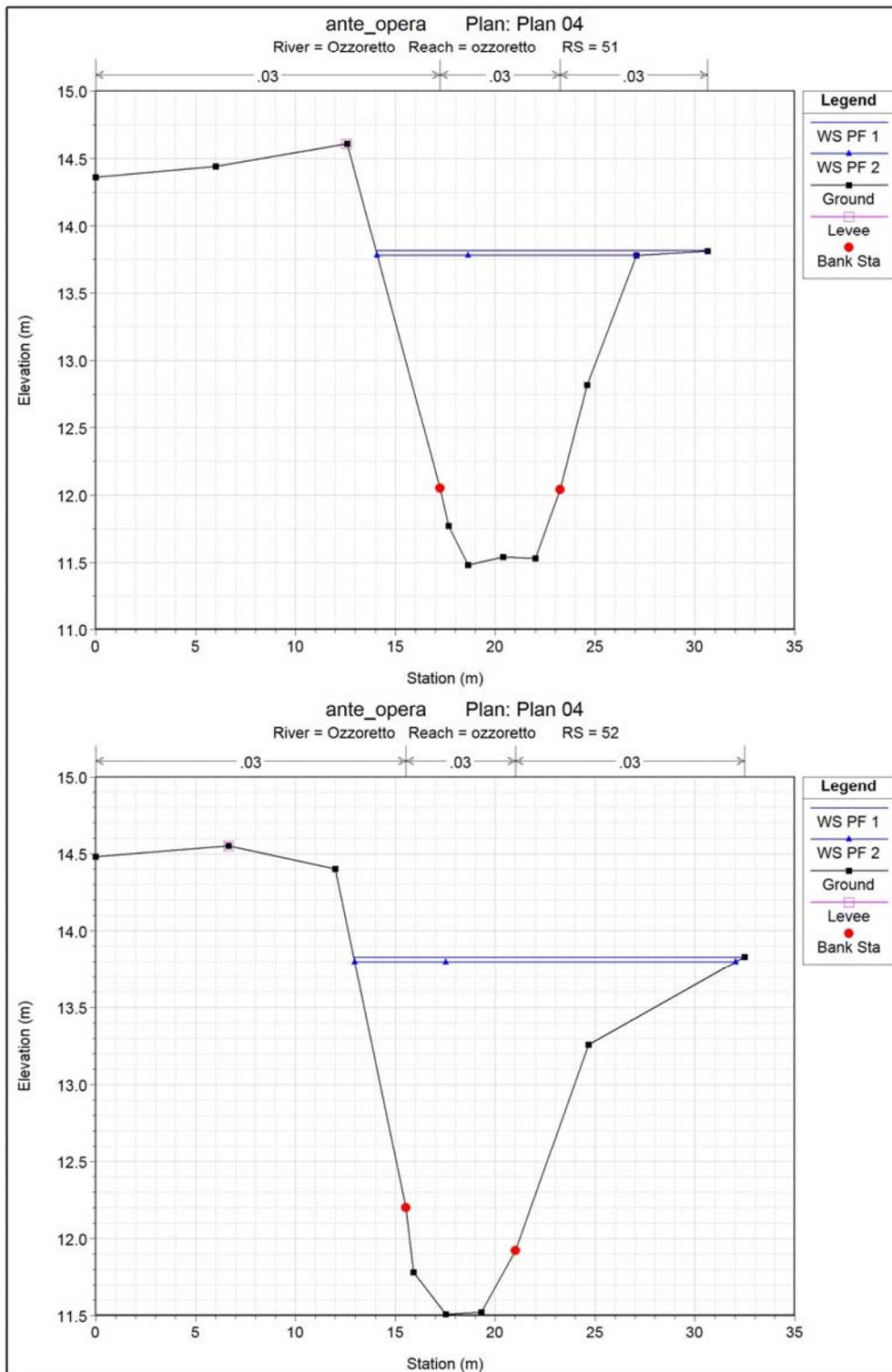
Tempo di ritorno	Tirante idraulico
Tr = 100 anni	h = 13,78 m s.l.m.
Tr = 200 anni	h = 13,82 m s.l.m.

Le sezioni verificate sono in grado di smaltire le portate loro assegnate fino a tempi di ritorno di 200 anni, tranne la sezione 50, anche se il franco idraulico non risulta sufficiente. L'impalcato dell'attraversamento previsto, oltre naturalmente a non provocare restringimenti della sezione, dovrà garantire un franco idraulico non inferiore a 100 cm, la quota minima alla quale deve porsi detto impalcato risulta quindi pari a 14,82 m s.l.m.

Si riportano i risultati delle elaborazioni numeriche nelle sezioni a monte ed a valle della sezione di verifica. Le sezioni sono ordinate da valle verso monte.



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sezione di verifica S4

Anche in questa sezione di verifica è prevista la realizzazione di un attraversamento da parte della nuova viabilità. La sezione n° 89, viene considerata rappresentativa dei fenomeni idraulici da determinare. Le simulazioni effettuate presentano livelli dei battenti idraulici contenuti all'interno delle sponde della sezione, anche se il franco, anche con la portata $Tr = 100$ anni non è comunque sufficiente. Valgono le stesse considerazioni fatte per le precedenti sezioni sull'intradosso degli impalcati dei manufatti che verranno realizzati.

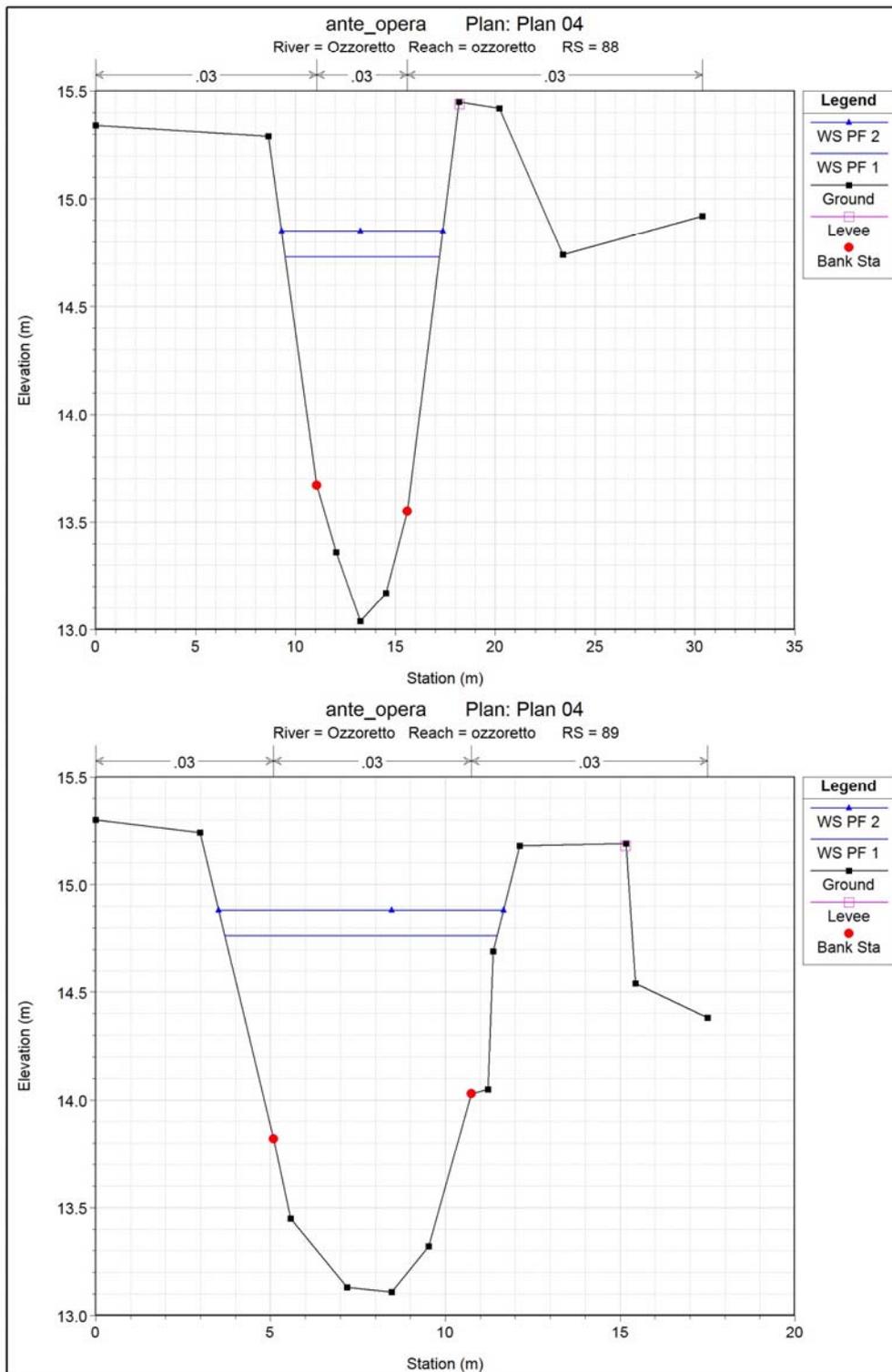
Nella tabella sottostante vengono riportati i valori dei tiranti idrici nella sezione n° 89.

Sezione n°89

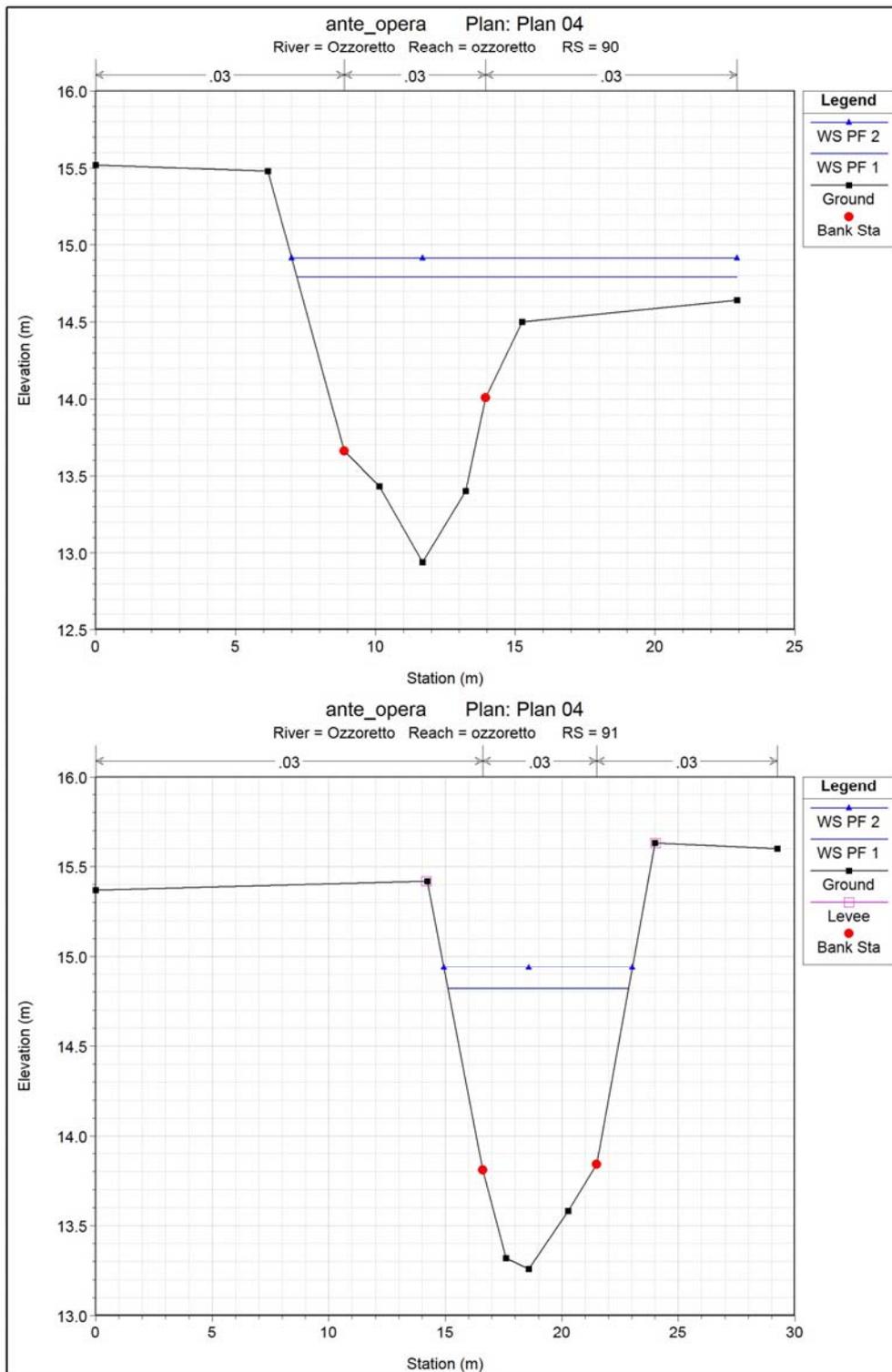
Tempo di ritorno	Tirante idraulico
Tr = 100 anni	h = 14,76 m s.l.m.
Tr = 200 anni	h = 14,88 m s.l.m.

La quota dell'intradosso dell'impalcato per garantire un franco di almeno 1 m dovrà essere posta alla quota minima di 15,88 m slm

Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

Si riportano i tabulati numerici derivanti dalle simulazioni:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
ozzoretto	99	1	19.72	14.23	16.43	15.37	16.51	0.000628	1.36	17.21	12.41	0.3
ozzoretto	99	2	22.54	14.23	16.87	15.46	16.93	0.000364	1.18	25.69	20.76	0.23
ozzoretto	98	1	19.72	13.92	16.41	15.22	16.48	0.000494	1.28	21.06	22	0.27
ozzoretto	98	2	22.54	13.92	16.86	15.32	16.9	0.000252	1.03	32.03	23.24	0.2
ozzoretto	97	1	19.72	14.51	16.37	15.4	16.43	0.000767	1.1	19.87	17.18	0.27
ozzoretto	97	2	22.54	14.51	16.84	15.48	16.88	0.000353	0.87	29.42	20.36	0.19
ozzoretto	96.8	1	19.72	14.25	16.38	15.14	16.42	0.000475	0.95	22.63	28.49	0.23
ozzoretto	96.8	2	22.54	14.25	16.85	15.21	16.88	0.000203	0.73	37.56	31.64	0.16
ozzoretto	96.5		Bridge									
ozzoretto	96	1	19.72	14.25	16.25		16.3	0.000639	1.04	19.48	19.01	0.26
ozzoretto	96	2	22.54	14.25	16.67		16.71	0.000305	0.84	31.89	31.64	0.19
ozzoretto	95	1	19.72	14.13	16.2	15.25	16.27	0.000591	1.27	20.25	18.97	0.29
ozzoretto	95	2	22.54	14.13	16.66	15.34	16.69	0.000267	0.98	32.28	25.6	0.2
ozzoretto	93	1	19.72	13.58	16.14		16.2	0.000422	1.21	21.06	14.71	0.25
ozzoretto	93	2	22.54	13.58	16.61		16.66	0.000248	1.04	28.02	14.71	0.2
ozzoretto	92	1	19.72	13.56	16.14		16.17	0.000278	1	27.77	21.73	0.2
ozzoretto	92	2	22.54	13.56	16.62		16.64	0.000147	0.82	38.17	21.73	0.15
ozzoretto	91	1	19.72	13.26	16.13	14.67	16.16	0.000211	0.9	33.05	29.24	0.18
ozzoretto	91	2	22.54	13.26	16.61	14.77	16.63	0.000101	0.7	47.27	29.24	0.13
ozzoretto	90	1	19.72	12.94	16.12		16.14	0.000135	0.73	36.38	22.93	0.14
ozzoretto	90	2	22.54	12.94	16.61		16.62	0.000081	0.63	47.58	22.93	0.11
ozzoretto	89	1	19.72	13.11	16.09	14.43	16.12	0.000193	0.87	29.87	17.51	0.17
ozzoretto	89	2	22.54	13.11	16.59	14.53	16.61	0.000122	0.77	38.55	17.51	0.14
ozzoretto	88	1	19.72	13.04	16.09	14.51	16.11	0.000126	0.73	40.9	30.37	0.14
ozzoretto	88	2	22.54	13.04	16.59	14.61	16.6	0.000066	0.59	56.05	30.37	0.1
ozzoretto	87	1	19.72	13.21	15.97		16.08	0.001114	1.65	15.26	12.11	0.33
ozzoretto	87	2	22.54	13.21	16.52		16.59	0.000549	1.32	21.94	12.11	0.24
ozzoretto	86.8	1	19.72	13.14	16.01	14.53	16.06	0.000383	1.1	20.71	10.74	0.22
ozzoretto	86.8	2	22.54	13.14	16.54	14.64	16.58	0.000247	1	26.53	11.15	0.18
ozzoretto	86.5		Bridge									
ozzoretto	86	1	19.72	13.14	15.95		16.01	0.000417	1.13	20.1	10.66	0.23
ozzoretto	86	2	22.54	13.14	16.45		16.5	0.000274	1.03	25.6	11.15	0.19
ozzoretto	85	1	19.72	13.05	15.94	14.52	15.98	0.000269	1.02	27.56	20.21	0.2
ozzoretto	85	2	22.54	13.05	16.45	14.63	16.48	0.000142	0.83	37.92	20.21	0.15
ozzoretto	84	1	19.72	12.84	15.9		15.96	0.00032	1.15	22.06	12.23	0.22
ozzoretto	84	2	22.54	12.84	16.42		16.46	0.000205	1.03	28.42	12.23	0.18

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	83	1	19.72	12.78	15.9		15.93	0.000188	0.91	31.17	21.9	0.17
ozzoretto	83	2	22.54	12.78	16.43		16.45	0.000104	0.76	42.68	21.9	0.13
ozzoretto	82	1	19.72	12.69	15.89	14.18	15.92	0.000205	0.97	29.91	21.16	0.18
ozzoretto	82	2	22.54	12.69	16.42	14.29	16.44	0.000111	0.8	41.2	21.16	0.13
ozzoretto	81	1	19.72	12.68	15.88		15.91	0.000168	0.89	34.75	28.73	0.16
ozzoretto	81	2	22.54	12.68	16.42		16.43	0.000081	0.68	50.22	28.73	0.12
ozzoretto	80	1	19.72	12.79	15.88		15.89	0.000085	0.61	41.08	21.55	0.11
ozzoretto	80	2	22.54	12.79	16.42		16.43	0.000054	0.55	52.63	21.55	0.09
ozzoretto	79.8	1	19.72	12.75	15.84	14.14	15.89	0.000278	1.06	22.04	10.25	0.2
ozzoretto	79.8	2	22.54	12.75	16.38	14.24	16.42	0.00019	0.99	27.59	10.25	0.17
ozzoretto	79.5		Bridge									
ozzoretto	79	1	19.72	12.75	15.69		15.75	0.000341	1.14	20.5	10.25	0.22
ozzoretto	79	2	22.54	12.75	16.18		16.23	0.000239	1.06	25.51	10.25	0.19
ozzoretto	78	1	19.72	12.48	15.68		15.72	0.00023	1	26.08	16.56	0.18
ozzoretto	78	2	22.54	12.48	16.18		16.21	0.000143	0.88	34.34	16.56	0.15
ozzoretto	77	1	19.72	12.43	15.67		15.71	0.000188	0.95	29.17	19.43	0.17
ozzoretto	77	2	22.54	12.43	16.18		16.2	0.000113	0.81	38.94	19.43	0.14
ozzoretto	76	1	19.72	12.34	15.66	13.87	15.69	0.000186	0.98	30.52	18.83	0.17
ozzoretto	76	2	22.54	12.34	16.17	13.98	16.19	0.000112	0.84	40.04	18.83	0.14
ozzoretto	75	1	19.72	12.35	15.65		15.68	0.000161	0.9	28.49	13.71	0.16
ozzoretto	75	2	22.54	12.35	16.16		16.18	0.000113	0.83	35.43	13.71	0.14
ozzoretto	74.8	1	19.72	12.46	15.64	13.9	15.68	0.000217	0.99	25.75	14.07	0.18
ozzoretto	74.8	2	22.54	12.46	16.15	14	16.18	0.000164	0.95	36.55	28.29	0.16
ozzoretto	74.5		Bridge									
ozzoretto	74	1	19.72	12.46	15.5		15.55	0.000267	1.06	23.79	13.54	0.2
ozzoretto	74	2	22.54	12.46	15.96		16	0.000223	1.07	31.4	24.79	0.19
ozzoretto	73	1	19.72	12.13	15.51		15.53	0.000097	0.68	41.21	27.36	0.12
ozzoretto	73	2	22.54	12.13	15.97		15.98	0.00006	0.59	53.84	27.36	0.1
ozzoretto	72	1	19.72	12.12	15.5		15.52	0.000101	0.69	37.82	21.93	0.13
ozzoretto	72	2	22.54	12.12	15.97		15.98	0.000068	0.62	47.96	21.93	0.1
ozzoretto	71	1	19.72	12.21	15.49		15.51	0.000138	0.84	32.66	16.65	0.15
ozzoretto	71	2	22.54	12.21	15.96		15.97	0.000098	0.77	40.39	16.65	0.13
ozzoretto	70.8	1	19.72	12.46	15.5	13.72	15.51	0.000133	0.59	37.15	26.08	0.13
ozzoretto	70.8	2	22.54	12.46	15.96	13.81	15.97	0.000077	0.51	49.27	26.08	0.1
ozzoretto	70.5		Bridge									
ozzoretto	70	1	19.72	12.46	14.81		14.86	0.000635	0.99	20.01	17.36	0.27
ozzoretto	70	2	22.54	12.46	15.07		15.11	0.000449	0.92	25.98	26.08	0.23
ozzoretto	69	1	19.72	12.19	14.77		14.83	0.000395	1.13	21.59	17.11	0.24
ozzoretto	69	2	22.54	12.19	15.04		15.09	0.000314	1.08	26.5	18.66	0.21
ozzoretto	68	1	19.72	12.38	14.73	13.67	14.8	0.000572	1.32	18.16	12.45	0.28
ozzoretto	68	2	22.54	12.38	14.99	13.76	15.07	0.000525	1.36	22.05	21.94	0.28

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	67.8	1	19.72	12.31	14.66	13.74	14.8	0.001082	1.73	13.06	8.7	0.38
ozzoretto	67.8	2	22.54	12.31	14.93	13.85	15.06	0.000897	1.7	15.55	9.68	0.35
ozzoretto	67.5		Bridge									
ozzoretto	67	1	19.72	12.31	14.47	13.74	14.64	0.001522	1.92	11.48	7.75	0.44
ozzoretto	67	2	22.54	12.31	14.65	13.85	14.84	0.001425	1.98	13.02	8.66	0.43
ozzoretto	66	1	19.72	11.96	14.49	13.31	14.56	0.000521	1.25	18.51	12.8	0.27
ozzoretto	66	2	22.54	11.96	14.68	13.4	14.76	0.000505	1.3	21.58	19.03	0.27
ozzoretto	65	1	19.72	11.96	14.46		14.53	0.000563	1.29	20.25	21.1	0.28
ozzoretto	65	2	22.54	11.96	14.67		14.73	0.00048	1.26	25.64	34.85	0.26
ozzoretto	64	1	19.72	11.96	14.43	13.32	14.51	0.000564	1.25	18.63	18.48	0.28
ozzoretto	64	2	22.54	11.96	14.63	13.41	14.71	0.000515	1.27	23.77	32.6	0.27
ozzoretto	63	1	19.72	11.98	14.42	13.21	14.47	0.000396	1.09	22.85	18.11	0.23
ozzoretto	63	2	22.54	11.98	14.63	13.29	14.67	0.000344	1.08	26.59	18.38	0.22
ozzoretto	62	1	19.72	11.88	14.42	13.21	14.46	0.000304	0.95	27.9	25.13	0.21
ozzoretto	62	2	22.54	11.88	14.63	13.3	14.66	0.000257	0.93	33.34	29.82	0.19
ozzoretto	61	1	19.72	11.83	14.37		14.43	0.000442	1.16	20.74	13.95	0.25
ozzoretto	61	2	22.54	11.83	14.58		14.64	0.000415	1.2	24.1	20.46	0.24
ozzoretto	60	1	19.72	11.81	14.35		14.4	0.000446	1.14	20.68	14.28	0.25
ozzoretto	60	2	22.54	11.81	14.55		14.61	0.000418	1.18	25.26	29.67	0.24
ozzoretto	59	1	19.72	11.77	14.32	13.19	14.38	0.000531	1.25	19.65	14.55	0.27
ozzoretto	59	2	22.54	11.77	14.53	13.27	14.59	0.000465	1.24	22.86	15.62	0.25
ozzoretto	58	1	19.72	11.99	14.1		14.3	0.001447	1.98	10.04	5.12	0.45
ozzoretto	58	2	22.54	11.99	14.3		14.52	0.001376	2.06	11.07	5.13	0.44
ozzoretto	57.8	1	19.72	12.02	14.08	13.31	14.3	0.001624	2.09	9.56	4.96	0.48
ozzoretto	57.8	2	22.54	12.02	14.28	13.43	14.52	0.00154	2.17	10.54	4.97	0.47
ozzoretto	57.5		Bridge									
ozzoretto	57	1	19.72	12.02	14.04		14.27	0.001726	2.13	9.38	4.96	0.49
ozzoretto	57	2	22.54	12.02	14.21		14.46	0.001717	2.24	10.19	4.97	0.5
ozzoretto	56	1	19.72	11.69	14.12		14.18	0.000483	1.17	20.23	17.23	0.26
ozzoretto	56	2	22.54	11.69	14.3		14.36	0.000438	1.18	23.66	19.85	0.25
ozzoretto	55	1	19.72	11.99	13.89	13.32	14.11	0.002997	2.09	9.46	5.96	0.52
ozzoretto	55	2	22.54	11.99	14.06	13.42	14.3	0.002798	2.16	10.49	6.02	0.52
ozzoretto	54.8	1	19.72	11.74	13.91	13.16	14.1	0.002098	1.97	10.16	5.83	0.46
ozzoretto	54.8	2	22.54	11.74	14.08	13.26	14.29	0.002046	2.06	11.16	5.93	0.46
ozzoretto	54.5		Bridge									
ozzoretto	54	1	19.72	11.74	13.89	13.16	14.09	0.002148	1.99	10.09	5.82	0.47
ozzoretto	54	2	22.54	11.74	14.06	13.26	14.28	0.002089	2.08	11.08	5.92	0.47
ozzoretto	53	1	19.72	11.35	13.97	12.66	14.02	0.000352	1.09	24.71	23.48	0.23
ozzoretto	53	2	22.54	11.35	14.16	12.75	14.2	0.000307	1.07	29.17	23.89	0.21
ozzoretto	52	1	19.72	11.51	13.94	12.74	13.99	0.000403	1.13	23.09	19.75	0.24

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	52	2	22.54	11.51	14.13	12.83	14.18	0.000351	1.11	26.88	20.06	0.23
ozzoretto	51	1	19.72	11.48	13.91	12.66	13.97	0.000427	1.17	20.89	16.78	0.25
ozzoretto	51	2	22.54	11.48	14.1	12.76	14.16	0.000387	1.17	24.12	17.13	0.24
ozzoretto	50	1	19.72	11.45	13.92	12.56	13.95	0.000257	0.89	25.86	15.14	0.19
ozzoretto	50	2	22.54	11.45	14.11	12.68	14.14	0.000246	0.91	28.75	15.43	0.19
ozzoretto	49	1	19.72	11.33	13.87	12.64	13.93	0.000443	1.18	21.74	21.72	0.25
ozzoretto	49	2	22.54	11.33	14.07	12.73	14.13	0.000389	1.17	26.16	24.14	0.24
ozzoretto	48	1	19.72	11.5	13.85	12.68	13.91	0.000486	1.18	19.32	12.8	0.26
ozzoretto	48	2	22.54	11.5	14.04	12.77	14.1	0.000467	1.22	23.01	20.68	0.25
ozzoretto	47	1	19.72	11.53	13.85	12.73	13.88	0.000299	0.92	25.19	15.87	0.2
ozzoretto	47	2	22.54	11.53	14.04	12.81	14.08	0.000277	0.93	28.28	16.14	0.2
ozzoretto	46	1	19.72	11.37	13.79	12.6	13.86	0.000512	1.22	18.44	11.97	0.26
ozzoretto	46	2	22.54	11.37	13.97	12.7	14.05	0.000533	1.31	21.06	20.77	0.27
ozzoretto	45	1	19.72	11.41	13.78	12.6	13.83	0.000465	1.22	21.42	15.95	0.26
ozzoretto	45	2	22.54	11.41	13.97	12.67	14.02	0.000419	1.22	24.52	16.24	0.25
ozzoretto	44	1	19.72	11.43	13.74	12.59	13.8	0.000469	1.2	19.68	13.38	0.26
ozzoretto	44	2	22.54	11.43	13.94	12.69	14	0.000434	1.22	22.31	13.89	0.25
ozzoretto	43	1	19.72	11.35	13.71	12.54	13.78	0.000506	1.25	18.58	12.04	0.27
ozzoretto	43	2	22.54	11.35	13.9	12.64	13.97	0.000477	1.28	20.96	12.7	0.26
ozzoretto	42	1	19.72	11.23	13.69		13.75	0.00047	1.22	20.11	14.06	0.26
ozzoretto	42	2	22.54	11.23	13.89		13.95	0.000447	1.25	23.07	16.38	0.26
ozzoretto	41	1	19.72	11.15	13.65	12.67	13.71	0.000506	1.32	19.92	14.58	0.27
ozzoretto	41	2	22.54	11.15	13.85	12.84	13.91	0.000455	1.32	22.92	15.34	0.26
ozzoretto	40.8	1	19.72	11.31	13.62	12.64	13.71	0.000724	1.52	16.26	10.98	0.32
ozzoretto	40.8	2	22.54	11.31	13.82	12.76	13.91	0.000676	1.55	18.49	11.59	0.32
ozzoretto	40.5		Bridge									
ozzoretto	40	1	19.72	11.31	13.54	12.64	13.65	0.000828	1.59	15.46	10.76	0.34
ozzoretto	40	2	22.54	11.31	13.72	12.75	13.83	0.000794	1.64	17.39	11.29	0.34
ozzoretto	39	1	19.72	11.26	13.47	12.56	13.63	0.001429	1.77	11.52	6.14	0.4
ozzoretto	39	2	22.54	11.26	13.63	12.67	13.81	0.001446	1.88	12.5	6.18	0.4
ozzoretto	38.8	1	19.72	11.22	13.48	12.53	13.63	0.001421	1.74	11.65	5.92	0.39
ozzoretto	38.8	2	22.54	11.22	13.63	12.64	13.81	0.001446	1.85	12.59	5.93	0.4
ozzoretto	38.5		Bridge									
ozzoretto	38	1	19.72	11.22	13.47	12.53	13.62	0.00144	1.75	11.6	5.92	0.39
ozzoretto	38	2	22.54	11.22	13.63	12.64	13.8	0.001465	1.86	12.54	5.93	0.4
ozzoretto	37	1	19.72	11.04	13.49	12.32	13.56	0.000468	1.26	19.57	12.9	0.26
ozzoretto	37	2	22.54	11.04	13.66	12.41	13.73	0.000457	1.3	21.83	13.57	0.26
ozzoretto	36	1	19.72	11.01	13.47		13.53	0.000443	1.21	19.93	13.56	0.26
ozzoretto	36	2	22.54	11.01	13.63		13.7	0.000483	1.33	22.66	20.14	0.27
ozzoretto	35	1	19.72	10.93	13.46	12.26	13.51	0.000432	1.16	21.66	16.25	0.25
ozzoretto	35	2	22.54	10.93	13.63	12.36	13.68	0.000411	1.18	24.42	16.56	0.24

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	34	1	19.72	10.78	13.44	12.26	13.49	0.000369	1.14	24.6	19.58	0.23
ozzoretto	34	2	22.54	10.78	13.61	12.36	13.66	0.000341	1.14	27.99	19.97	0.22
ozzoretto	33	1	19.72	10.86	13.4	12.23	13.46	0.000474	1.2	19.63	13.52	0.26
ozzoretto	33	2	22.54	10.86	13.56	12.33	13.63	0.000512	1.31	22.69	23.22	0.27
ozzoretto	32	1	19.72	10.92	13.38	12.13	13.43	0.000425	1.14	20.11	13.03	0.24
ozzoretto	32	2	22.54	10.92	13.54	12.22	13.6	0.000435	1.21	22.37	15.94	0.25
ozzoretto	31	1	19.72	10.82	13.21	12.33	13.35	0.001343	1.74	12.31	8.17	0.39
ozzoretto	31	2	22.54	10.82	13.36	12.44	13.52	0.001334	1.82	13.6	8.56	0.39
ozzoretto	30.8	1	19.72	10.84	13.12	12.31	13.34	0.001572	2.17	10.03	5.15	0.47
ozzoretto	30.8	2	22.54	10.84	13.24	12.42	13.51	0.001694	2.34	10.68	5.18	0.5
ozzoretto	30.5		Bridge									
ozzoretto	30	1	19.72	10.84	13.11	12.31	13.34	0.001587	2.18	10	5.15	0.48
ozzoretto	30	2	22.54	10.84	13.23	12.42	13.5	0.00171	2.35	10.65	5.18	0.5
ozzoretto	29	1	19.72	10.72	13.18		13.24	0.00048	1.19	19.32	13.04	0.26
ozzoretto	29	2	22.54	10.72	13.32		13.39	0.000485	1.25	21.26	13.6	0.26
ozzoretto	28	1	19.72	10.62	13.14	12	13.21	0.000518	1.32	18.65	12.44	0.28
ozzoretto	28	2	22.54	10.62	13.28	12.1	13.36	0.000528	1.39	20.49	12.99	0.28
ozzoretto	27	1	19.72	10.67	13.12	11.89	13.18	0.000428	1.2	19.97	12.77	0.25
ozzoretto	27	2	22.54	10.67	13.26	11.98	13.33	0.00044	1.26	21.85	13.31	0.26
ozzoretto	26	1	19.72	10.62	13.12	11.85	13.15	0.000274	0.96	28.48	24.19	0.2
ozzoretto	26	2	22.54	10.62	13.27	11.95	13.3	0.000259	0.97	32.1	24.51	0.2
ozzoretto	25	1	19.72	10.64	13.08	11.94	13.13	0.000443	1.12	21.36	17.61	0.25
ozzoretto	25	2	22.54	10.64	13.23	12.03	13.28	0.000428	1.15	23.98	17.91	0.24
ozzoretto	24	1	19.72	10.54	13.06	11.74	13.11	0.000374	1.07	20.95	13.16	0.23
ozzoretto	24	2	22.54	10.54	13.2	11.83	13.26	0.000384	1.13	22.89	13.71	0.23
ozzoretto	23	1	19.72	10.36	13.06		13.08	0.000158	0.75	34.27	21.4	0.15
ozzoretto	23	2	22.54	10.36	13.21		13.23	0.000159	0.78	37.43	21.66	0.15
ozzoretto	21	1	19.72	10.5	13.06	11.57	13.08	0.00014	0.69	33.51	17.67	0.14
ozzoretto	21	2	22.54	10.5	13.21	11.62	13.23	0.000146	0.74	36.11	17.93	0.15
ozzoretto	20	1	19.72	10.52	12.98		13.06	0.000656	1.33	16.61	11.02	0.29
ozzoretto	20	2	22.54	10.52	13.12		13.21	0.00067	1.41	18.17	11.44	0.3
ozzoretto	19	1	19.72	10.63	12.88	11.92	13.01	0.001037	1.61	12.32	6.33	0.37
ozzoretto	19	2	22.54	10.63	13	12.01	13.16	0.001105	1.73	13.11	6.34	0.38
ozzoretto	18.8	1	19.72	10.69	12.91	11.98	13	0.000753	1.4	16.18	11.57	0.32
ozzoretto	18.8	2	22.54	10.69	13.04	12.08	13.14	0.000764	1.48	17.74	12.04	0.33
ozzoretto	18.5		Bridge									
ozzoretto	18	1	19.72	10.69	12.87	11.98	12.97	0.000809	1.44	15.77	11.45	0.33
ozzoretto	18	2	22.54	10.69	13	12.07	13.1	0.00083	1.52	17.21	11.88	0.34
ozzoretto	17	1	19.72	10.57	12.83	11.92	12.92	0.000759	1.44	17.99	20.26	0.32
ozzoretto	17	2	22.54	10.57	12.96	12.01	13.05	0.000715	1.46	20.69	20.56	0.32

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	16	1	19.72	10.72	12.8	11.87	12.87	0.00069	1.35	19.2	22.39	0.31
ozzoretto	16	2	22.54	10.72	12.93	11.96	13.01	0.000634	1.35	22.26	22.39	0.3
ozzoretto	15	1	19.72	10.48	12.76	11.69	12.84	0.000594	1.32	18.65	16.97	0.29
ozzoretto	15	2	22.54	10.48	12.89	11.78	12.97	0.000605	1.38	21.06	20.57	0.3
ozzoretto	14	1	19.72	10.61	12.71		12.8	0.000801	1.45	17.66	18.78	0.33
ozzoretto	14	2	22.54	10.61	12.85		12.93	0.000748	1.46	20.4	20.34	0.33
ozzoretto	13	1	19.72	10.58	12.68		12.75	0.000654	1.25	18.19	16	0.29
ozzoretto	13	2	22.54	10.58	12.81		12.89	0.000666	1.32	20.64	19.87	0.29
ozzoretto	12	1	19.72	10.48	12.64	11.68	12.72	0.000669	1.29	18.01	14.83	0.29
ozzoretto	12	2	22.54	10.48	12.78	11.77	12.86	0.000666	1.34	20.12	16.13	0.3
ozzoretto	11	1	19.72	10.45	12.63	11.54	12.67	0.000373	1.04	23.63	16.38	0.23
ozzoretto	11	2	22.54	10.45	12.76	11.76	12.81	0.000374	1.09	25.86	16.65	0.23
ozzoretto	10	1	19.72	10.36	12.55	11.69	12.63	0.00083	1.33	16.43	12.85	0.32
ozzoretto	10	2	22.54	10.36	12.68	11.78	12.77	0.000822	1.39	18.17	13.39	0.32
ozzoretto	9	1	19.72	10.28	12.54	11.55	12.58	0.000403	1.05	23.49	16.88	0.24
ozzoretto	9	2	22.54	10.28	12.68	11.58	12.72	0.0004	1.09	25.78	17.09	0.24
ozzoretto	8	1	19.72	10.06	12.47	11.47	12.55	0.000684	1.41	16.92	12.4	0.31
ozzoretto	8	2	22.54	10.06	12.6	11.58	12.69	0.0007	1.49	18.56	12.97	0.32
ozzoretto	7	1	19.72	10.08	12.5	11.16	12.53	0.000243	0.85	26.68	16.53	0.18
ozzoretto	7	2	22.54	10.08	12.63	11.24	12.66	0.000254	0.9	28.89	16.96	0.19
ozzoretto	6.5		Bridge									
ozzoretto	6	1	19.72	10.45	12.4	11.64	12.5	0.001001	1.5	15.25	12.67	0.36
ozzoretto	6	2	22.54	10.45	12.53	11.73	12.64	0.001001	1.57	16.89	13.55	0.36

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
ozzoretto	99	1	14.1	14.23	15.92	15.16	16.01	0.000896	1.36	11.67	9.55	0.34
ozzoretto	99	2	16.1	14.23	16.07	15.24	16.16	0.000845	1.4	13.14	10.25	0.34
ozzoretto	98	1	14.1	13.92	15.88	15.01	15.96	0.000731	1.31	12.43	9.95	0.31
ozzoretto	98	2	16.1	13.92	16.03	15.09	16.11	0.0007	1.35	14.03	11.1	0.31
ozzoretto	97	1	14.1	14.51	15.8	15.23	15.88	0.00166	1.24	11.97	12.85	0.37
ozzoretto	97	2	16.1	14.51	15.97	15.29	16.04	0.00131	1.2	14.15	13.29	0.33
ozzoretto	96.8	1	14.1	14.25	15.82	14.97	15.87	0.000787	1.01	14	10.76	0.28
ozzoretto	96.8	2	16.1	14.25	15.98	15.03	16.03	0.000727	1.02	15.78	11.09	0.27
ozzoretto	96.5		Bridge									
ozzoretto	96	1	14.1	14.25	15.76		15.81	0.000902	1.06	13.35	10.63	0.3
ozzoretto	96	2	16.1	14.25	15.9		15.96	0.000861	1.08	14.87	10.92	0.3
ozzoretto	95	1	14.1	14.13	15.67	15.05	15.76	0.00112	1.43	12.05	14.43	0.37
ozzoretto	95	2	16.1	14.13	15.83	15.12	15.91	0.000929	1.39	14.36	14.73	0.35
ozzoretto	93	1	14.1	13.58	15.56		15.64	0.00073	1.32	12.84	11.81	0.31
ozzoretto	93	2	16.1	13.58	15.72		15.8	0.000688	1.36	14.91	14.47	0.31
ozzoretto	92	1	14.1	13.56	15.52		15.6	0.000722	1.33	14.34	21.73	0.31
ozzoretto	92	2	16.1	13.56	15.7		15.76	0.000546	1.23	18.32	21.73	0.28
ozzoretto	91	1	14.1	13.26	15.48	14.45	15.55	0.000586	1.24	14.86	23.79	0.28
ozzoretto	91	2	16.1	13.26	15.67	14.53	15.73	0.000488	1.21	19.62	29.24	0.26
ozzoretto	90	1	14.1	12.94	15.48		15.5	0.000249	0.83	21.81	16.77	0.18
ozzoretto	90	2	16.1	12.94	15.66		15.69	0.000227	0.84	25.91	22.93	0.18
ozzoretto	89	1	14.1	13.11	15.44	14.22	15.48	0.000359	0.99	18.36	17.51	0.22
ozzoretto	89	2	16.1	13.11	15.63	14.3	15.67	0.000306	0.97	21.71	17.51	0.2
ozzoretto	88	1	14.1	13.04	15.38	14.27	15.45	0.000542	1.24	14.54	18.1	0.27
ozzoretto	88	2	16.1	13.04	15.61	14.36	15.65	0.000275	0.95	26.36	30.37	0.2
ozzoretto	87	1	14.1	13.21	15.12		15.35	0.003312	2.19	7.12	5.93	0.53
ozzoretto	87	2	16.1	13.21	15.38		15.58	0.002533	2.1	8.71	6.6	0.47
ozzoretto	86.8	1	14.1	13.14	15.23	14.26	15.3	0.000758	1.22	12.81	9.6	0.29
ozzoretto	86.8	2	16.1	13.14	15.48	14.35	15.54	0.000612	1.19	15.2	9.98	0.27
ozzoretto	86.5		Bridge									
ozzoretto	86	1	14.1	13.14	15.22		15.29	0.00078	1.23	12.68	9.57	0.29
ozzoretto	86	2	16.1	13.14	15.45		15.52	0.000643	1.21	14.93	9.94	0.27
ozzoretto	85	1	14.1	13.05	15.14	14.28	15.23	0.00082	1.41	12.66	14.58	0.33
ozzoretto	85	2	16.1	13.05	15.41	14.37	15.47	0.000566	1.28	16.67	15.52	0.28
ozzoretto	84	1	14.1	12.84	15.1		15.18	0.000636	1.3	12.69	8.75	0.29
ozzoretto	84	2	16.1	12.84	15.36		15.43	0.000547	1.31	15.41	12.23	0.28
ozzoretto	83	1	14.1	12.78	15.08		15.13	0.000445	1.13	15.86	11.46	0.25
ozzoretto	83	2	16.1	12.78	15.34		15.39	0.000387	1.14	19.04	17.21	0.24

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	82	1	14.1	12.69	15.03	13.94	15.1	0.000575	1.31	14.59	14.93	0.28
ozzoretto	82	2	16.1	12.69	15.32	14.03	15.37	0.000393	1.17	18.95	15.33	0.24
ozzoretto	81	1	14.1	12.68	15		15.07	0.000504	1.22	14.15	10.3	0.27
ozzoretto	81	2	16.1	12.68	15.28		15.34	0.000454	1.26	17.71	19.49	0.26
ozzoretto	80	1	14.1	12.79	15.01		15.03	0.000198	0.73	23.07	15.66	0.16
ozzoretto	80	2	16.1	12.79	15.29		15.31	0.000154	0.7	28.4	21.55	0.15
ozzoretto	79.8	1	14.1	12.75	14.96	13.9	15.03	0.000597	1.22	13.13	9.35	0.28
ozzoretto	79.8	2	16.1	12.75	15.25	13.99	15.31	0.000461	1.18	15.94	10.13	0.25
ozzoretto	79.5		Bridge									
ozzoretto	79	1	14.1	12.75	14.9		14.97	0.000675	1.27	12.55	9.16	0.29
ozzoretto	79	2	16.1	12.75	15.15		15.22	0.000542	1.24	15.01	9.95	0.27
ozzoretto	78	1	14.1	12.48	14.86		14.92	0.000471	1.16	14.45	10.37	0.25
ozzoretto	78	2	16.1	12.48	15.13		15.18	0.000392	1.14	17.46	12.76	0.23
ozzoretto	77	1	14.1	12.43	14.84		14.89	0.000387	1.11	15.61	10.78	0.23
ozzoretto	77	2	16.1	12.43	15.11		15.16	0.000332	1.11	19.11	14.83	0.22
ozzoretto	76	1	14.1	12.34	14.8	13.62	14.87	0.000496	1.3	14.53	11.38	0.27
ozzoretto	76	2	16.1	12.34	15.08	13.71	15.14	0.000404	1.27	19.53	18.83	0.25
ozzoretto	75	1	14.1	12.35	14.79		14.83	0.000309	1.02	17.43	11.51	0.21
ozzoretto	75	2	16.1	12.35	15.07		15.11	0.000252	0.99	20.79	12.5	0.2
ozzoretto	74.8	1	14.1	12.46	14.78	13.66	14.83	0.000463	1.15	14.96	10.82	0.25
ozzoretto	74.8	2	16.1	12.46	15.06	13.75	15.11	0.000361	1.11	18.17	11.88	0.23
ozzoretto	74.5		Bridge									
ozzoretto	74	1	14.1	12.46	14.71		14.77	0.000526	1.2	14.25	10.57	0.27
ozzoretto	74	2	16.1	12.46	14.97		15.03	0.00042	1.16	17.16	11.56	0.24
ozzoretto	73	1	14.1	12.13	14.7		14.74	0.000261	0.91	19.52	18.28	0.19
ozzoretto	73	2	16.1	12.13	14.97		15	0.000196	0.85	26.47	27.36	0.17
ozzoretto	72	1	14.1	12.12	14.69		14.72	0.000216	0.83	21.28	18.01	0.17
ozzoretto	72	2	16.1	12.12	14.97		14.99	0.000167	0.79	26.28	19.04	0.16
ozzoretto	71	1	14.1	12.21	14.68		14.71	0.000256	0.93	19.65	12.76	0.19
ozzoretto	71	2	16.1	12.21	14.95		14.98	0.000228	0.95	23.6	16.61	0.19
ozzoretto	70.8	1	14.1	12.46	14.68	13.54	14.71	0.000425	0.78	18.09	14.2	0.22
ozzoretto	70.8	2	16.1	12.46	14.95	13.6	14.98	0.000305	0.72	22.98	23.31	0.19
ozzoretto	70.5		Bridge									
ozzoretto	70	1	14.1	12.46	14.33		14.38	0.000929	1.05	13.45	12.18	0.32
ozzoretto	70	2	16.1	12.46	14.49		14.55	0.000828	1.04	15.54	13.13	0.3
ozzoretto	69	1	14.1	12.19	14.3		14.35	0.000466	1.05	15.33	11.26	0.25
ozzoretto	69	2	16.1	12.19	14.46		14.51	0.000438	1.07	17.22	11.64	0.24
ozzoretto	68	1	14.1	12.38	14.24	13.46	14.31	0.000807	1.33	12.47	10.54	0.32
ozzoretto	68	2	16.1	12.38	14.41	13.54	14.48	0.000723	1.34	14.32	11.2	0.31
ozzoretto	67.8	1	14.1	12.31	14.18	13.5	14.31	0.001409	1.66	9.32	7.23	0.41

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	67.8	2	16.1	12.31	14.34	13.59	14.48	0.001295	1.69	10.53	7.52	0.4
ozzoretto	67.5		Bridge									
ozzoretto	67	1	14.1	12.31	14.09	13.5	14.24	0.001721	1.77	8.69	7.08	0.45
ozzoretto	67	2	16.1	12.31	14.22	13.59	14.38	0.001658	1.83	9.66	7.31	0.45
ozzoretto	66	1	14.1	11.96	14.1	13.09	14.16	0.000545	1.13	14.11	10.58	0.27
ozzoretto	66	2	16.1	11.96	14.24	13.17	14.3	0.000536	1.17	15.63	11.06	0.27
ozzoretto	65	1	14.1	11.96	14.06		14.13	0.000657	1.21	13.68	12.42	0.29
ozzoretto	65	2	16.1	11.96	14.2		14.27	0.000628	1.25	15.58	14.13	0.29
ozzoretto	64	1	14.1	11.96	14.03	13.12	14.1	0.000622	1.14	13.65	10.92	0.28
ozzoretto	64	2	16.1	11.96	14.18	13.19	14.24	0.000596	1.17	15.26	11.47	0.28
ozzoretto	63	1	14.1	11.98	14.01	13.02	14.06	0.000472	1.04	15.2	10.75	0.25
ozzoretto	63	2	16.1	11.98	14.16	13.09	14.21	0.000478	1.1	16.83	12.19	0.25
ozzoretto	62	1	14.1	11.88	13.99	13	14.04	0.000502	1.06	14.86	11.27	0.25
ozzoretto	62	2	16.1	11.88	14.14	13.08	14.19	0.000485	1.1	16.53	11.7	0.25
ozzoretto	61	1	14.1	11.83	13.96		14.01	0.000476	1.05	15.43	11.18	0.25
ozzoretto	61	2	16.1	11.83	14.11		14.16	0.000485	1.12	17.13	12.5	0.26
ozzoretto	60	1	14.1	11.81	13.93		13.98	0.000501	1.05	15.19	11.4	0.25
ozzoretto	60	2	16.1	11.81	14.07		14.13	0.000507	1.12	16.89	12.89	0.26
ozzoretto	59	1	14.1	11.77	13.9	13	13.96	0.000581	1.14	14.48	11.19	0.27
ozzoretto	59	2	16.1	11.77	14.05	13.07	14.11	0.000563	1.18	16.15	11.83	0.27
ozzoretto	58	1	14.1	11.99	13.72		13.88	0.001503	1.75	8.1	5.09	0.44
ozzoretto	58	2	16.1	11.99	13.85		14.03	0.001509	1.85	8.77	5.1	0.45
ozzoretto	57.8	1	14.1	12.02	13.7	13.07	13.88	0.001691	1.85	7.7	4.93	0.47
ozzoretto	57.8	2	16.1	12.02	13.83	13.16	14.02	0.001698	1.95	8.33	4.94	0.48
ozzoretto	57.5		Bridge									
ozzoretto	57	1	14.1	12.02	13.69		13.87	0.001721	1.86	7.66	4.93	0.47
ozzoretto	57	2	16.1	12.02	13.82		14.02	0.001726	1.96	8.29	4.94	0.48
ozzoretto	56	1	14.1	11.69	13.73		13.79	0.000525	1.06	14.83	12.05	0.26
ozzoretto	56	2	16.1	11.69	13.87		13.93	0.000506	1.1	16.59	12.86	0.26
ozzoretto	55	1	14.1	11.99	13.53	13.11	13.72	0.003555	1.93	7.33	5.85	0.55
ozzoretto	55	2	16.1	11.99	13.66	13.18	13.87	0.003305	1.99	8.11	5.89	0.54
ozzoretto	54.8	1	14.1	11.74	13.55	12.91	13.71	0.002184	1.75	8.13	5.63	0.45
ozzoretto	54.8	2	16.1	11.74	13.68	13.01	13.85	0.002149	1.83	8.87	5.7	0.46
ozzoretto	54.5		Bridge									
ozzoretto	54	1	14.1	11.74	13.54	12.91	13.7	0.00225	1.76	8.05	5.62	0.46
ozzoretto	54	2	16.1	11.74	13.67	13.01	13.84	0.002208	1.85	8.8	5.69	0.46
ozzoretto	53	1	14.1	11.35	13.58	12.45	13.63	0.000394	1.03	16.1	11.59	0.23
ozzoretto	53	2	16.1	11.35	13.72	12.52	13.77	0.000391	1.07	17.76	11.91	0.23
ozzoretto	52	1	14.1	11.51	13.55	12.53	13.6	0.000488	1.1	15.97	15.27	0.25
ozzoretto	52	2	16.1	11.51	13.69	12.61	13.75	0.000466	1.12	18.32	17.47	0.25

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	51	1	14.1	11.48	13.53	12.46	13.58	0.000438	1.05	15.59	11.88	0.24
ozzoretto	51	2	16.1	11.48	13.67	12.54	13.72	0.000429	1.09	17.34	12.51	0.24
ozzoretto	50	1	14.1	11.45	13.53	12.36	13.56	0.000275	0.81	20.08	14.56	0.19
ozzoretto	50	2	16.1	11.45	13.67	12.43	13.7	0.000267	0.84	22.2	14.78	0.19
ozzoretto	49	1	14.1	11.33	13.48	12.43	13.54	0.000482	1.09	15.1	12.36	0.25
ozzoretto	49	2	16.1	11.33	13.62	12.51	13.68	0.000484	1.14	17.1	15.76	0.25
ozzoretto	48	1	14.1	11.5	13.46	12.47	13.51	0.000537	1.08	14.6	11.38	0.26
ozzoretto	48	2	16.1	11.5	13.6	12.55	13.66	0.000519	1.12	16.27	11.9	0.26
ozzoretto	47	1	14.1	11.53	13.45	12.47	13.48	0.00035	0.86	19.01	15.31	0.21
ozzoretto	47	2	16.1	11.53	13.6	12.55	13.63	0.000329	0.88	21.26	15.51	0.21
ozzoretto	46	1	14.1	11.37	13.4	12.39	13.46	0.000554	1.11	14.02	10.58	0.26
ozzoretto	46	2	16.1	11.37	13.54	12.47	13.61	0.00054	1.16	15.58	11.09	0.26
ozzoretto	45	1	14.1	11.41	13.38	12.43	13.43	0.000445	1.05	15.91	11.31	0.25
ozzoretto	45	2	16.1	11.41	13.53	12.5	13.58	0.000436	1.09	17.57	11.61	0.25
ozzoretto	44	1	14.1	11.43	13.34	12.39	13.4	0.000541	1.12	14.58	11.96	0.27
ozzoretto	44	2	16.1	11.43	13.49	12.46	13.55	0.000516	1.16	16.39	12.66	0.27
ozzoretto	43	1	14.1	11.35	13.31	12.33	13.37	0.000554	1.14	14.06	10.66	0.27
ozzoretto	43	2	16.1	11.35	13.46	12.41	13.52	0.000538	1.19	15.66	11.16	0.27
ozzoretto	42	1	14.1	11.23	13.29		13.34	0.000496	1.1	15.2	11.5	0.26
ozzoretto	42	2	16.1	11.23	13.44		13.5	0.000477	1.13	16.92	11.85	0.26
ozzoretto	41	1	14.1	11.15	13.23	12.37	13.3	0.000639	1.3	14.15	13.02	0.3
ozzoretto	41	2	16.1	11.15	13.39	12.42	13.45	0.000583	1.3	16.21	13.6	0.29
ozzoretto	40.8	1	14.1	11.31	13.21	12.41	13.3	0.000822	1.42	12.06	9.75	0.33
ozzoretto	40.8	2	16.1	11.31	13.36	12.5	13.45	0.000784	1.46	13.55	10.2	0.33
ozzoretto	40.5			Bridge								
ozzoretto	40	1	14.1	11.31	13.17	12.41	13.26	0.000899	1.46	11.66	9.62	0.35
ozzoretto	40	2	16.1	11.31	13.31	12.49	13.41	0.00087	1.51	13.03	10.05	0.35
ozzoretto	39	1	14.1	11.26	13.13	12.33	13.25	0.001373	1.54	9.42	6.06	0.38
ozzoretto	39	2	16.1	11.26	13.26	12.41	13.39	0.00139	1.62	10.21	6.09	0.38
ozzoretto	38.8	1	14.1	11.22	13.13	12.29	13.24	0.001343	1.5	9.61	5.9	0.37
ozzoretto	38.8	2	16.1	11.22	13.26	12.38	13.39	0.001369	1.59	10.38	5.91	0.37
ozzoretto	38.5			Bridge								
ozzoretto	38	1	14.1	11.22	13.12	12.29	13.24	0.001363	1.51	9.57	5.9	0.37
ozzoretto	38	2	16.1	11.22	13.25	12.38	13.38	0.001389	1.6	10.33	5.91	0.38
ozzoretto	37	1	14.1	11.04	13.13	12.11	13.18	0.000477	1.13	15.14	11.47	0.26
ozzoretto	37	2	16.1	11.04	13.26	12.18	13.32	0.000474	1.18	16.74	12.01	0.26
ozzoretto	36	1	14.1	11.01	13.1		13.15	0.000454	1.1	15.29	11.85	0.25
ozzoretto	36	2	16.1	11.01	13.24		13.3	0.00045	1.14	16.96	12.49	0.25
ozzoretto	35	1	14.1	10.93	13.09	12.04	13.14	0.000448	1.05	15.68	11.46	0.24
ozzoretto	35	2	16.1	10.93	13.23	12.13	13.28	0.00045	1.1	17.29	12.24	0.25
ozzoretto	34	1	14.1	10.78	13.07	12.03	13.11	0.000401	1.07	16.63	12.38	0.23

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	34	2	16.1	10.78	13.21	12.12	13.25	0.000398	1.11	18.36	12.77	0.24
ozzoretto	33	1	14.1	10.86	13.03	12.01	13.09	0.000496	1.09	14.98	11.86	0.25
ozzoretto	33	2	16.1	10.86	13.17	12.1	13.23	0.000487	1.14	16.66	12.49	0.26
ozzoretto	32	1	14.1	10.92	13.01	11.92	13.06	0.000432	1.03	15.6	11.61	0.24
ozzoretto	32	2	16.1	10.92	13.15	12	13.2	0.00043	1.07	17.23	12.14	0.24
ozzoretto	31	1	14.1	10.82	12.86	12.08	12.98	0.001372	1.55	9.62	7.28	0.38
ozzoretto	31	2	16.1	10.82	12.99	12.17	13.12	0.001361	1.62	10.6	7.62	0.38
ozzoretto	30.8	1	14.1	10.84	12.81	12.05	12.97	0.001348	1.82	8.48	5.09	0.43
ozzoretto	30.8	2	16.1	10.84	12.93	12.15	13.11	0.001427	1.95	9.07	5.11	0.44
ozzoretto	30.5		Bridge									
ozzoretto	30	1	14.1	10.84	12.81	12.05	12.97	0.00136	1.82	8.45	5.09	0.43
ozzoretto	30	2	16.1	10.84	12.92	12.15	13.11	0.00144	1.95	9.04	5.11	0.45
ozzoretto	29	1	14.1	10.72	12.84		12.89	0.000475	1.06	15.11	11.73	0.25
ozzoretto	29	2	16.1	10.72	12.97		13.02	0.000477	1.11	16.65	12.23	0.25
ozzoretto	28	1	14.1	10.62	12.8	11.77	12.86	0.000502	1.18	14.67	11.18	0.26
ozzoretto	28	2	16.1	10.62	12.93	11.86	12.99	0.000508	1.23	16.13	11.66	0.27
ozzoretto	27	1	14.1	10.67	12.78	11.68	12.83	0.000407	1.05	15.88	11.53	0.24
ozzoretto	27	2	16.1	10.67	12.91	11.75	12.96	0.000415	1.11	17.38	12	0.24
ozzoretto	26	1	14.1	10.62	12.77	11.62	12.8	0.000339	0.96	20.15	23.44	0.22
ozzoretto	26	2	16.1	10.62	12.9	11.71	12.94	0.00031	0.96	23.29	23.73	0.21
ozzoretto	25	1	14.1	10.64	12.74	11.73	12.79	0.000469	1.02	15.86	14.16	0.25
ozzoretto	25	2	16.1	10.64	12.87	11.81	12.92	0.000462	1.06	17.78	15.68	0.25
ozzoretto	24	1	14.1	10.54	12.72	11.55	12.76	0.000354	0.93	16.73	11.88	0.22
ozzoretto	24	2	16.1	10.54	12.85	11.62	12.89	0.000362	0.98	18.28	12.36	0.22
ozzoretto	23	1	14.1	10.36	12.72		12.74	0.000161	0.68	27.03	20.8	0.15
ozzoretto	23	2	16.1	10.36	12.85		12.87	0.000159	0.71	29.74	21.03	0.15
ozzoretto	21	1	14.1	10.5	12.72	11.38	12.73	0.000128	0.6	27.58	17.06	0.13
ozzoretto	21	2	16.1	10.5	12.85	11.38	12.86	0.000132	0.63	29.79	17.29	0.14
ozzoretto	20	1	14.1	10.52	12.65		12.72	0.000633	1.17	13.17	9.96	0.28
ozzoretto	20	2	16.1	10.52	12.78		12.85	0.000642	1.23	14.43	10.39	0.28
ozzoretto	19	1	14.1	10.63	12.58	11.72	12.67	0.000922	1.36	10.42	6.31	0.34
ozzoretto	19	2	16.1	10.63	12.69	11.79	12.8	0.000963	1.45	11.15	6.32	0.35
ozzoretto	18.8	1	14.1	10.69	12.59	11.78	12.67	0.000753	1.25	12.7	10.46	0.31
ozzoretto	18.8	2	16.1	10.69	12.71	11.86	12.79	0.000752	1.31	13.98	10.88	0.31
ozzoretto	18.5		Bridge									
ozzoretto	18	1	14.1	10.69	12.57	11.78	12.65	0.000794	1.27	12.46	10.38	0.32
ozzoretto	18	2	16.1	10.69	12.69	11.86	12.77	0.000798	1.33	13.68	10.78	0.32
ozzoretto	17	1	14.1	10.57	12.53	11.72	12.6	0.000727	1.26	13.08	10.96	0.31
ozzoretto	17	2	16.1	10.57	12.64	11.8	12.72	0.000732	1.32	14.38	11.42	0.31
ozzoretto	16	1	14.1	10.72	12.49	11.68	12.56	0.000719	1.23	13.45	12.39	0.31
ozzoretto	16	2	16.1	10.72	12.6	11.75	12.68	0.000745	1.31	14.95	15.05	0.32

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	15	1	14.1	10.48	12.46	11.49	12.52	0.00056	1.15	14.22	12.21	0.28
ozzoretto	15	2	16.1	10.48	12.57	11.56	12.64	0.000583	1.23	15.69	14.16	0.28
ozzoretto	14	1	14.1	10.61	12.41		12.48	0.000776	1.27	13.21	12.64	0.32
ozzoretto	14	2	16.1	10.61	12.52		12.6	0.000774	1.33	14.71	13.81	0.32
ozzoretto	13	1	14.1	10.58	12.38		12.44	0.000642	1.11	13.94	12.07	0.28
ozzoretto	13	2	16.1	10.58	12.49		12.56	0.000652	1.17	15.39	13.62	0.28
ozzoretto	12	1	14.1	10.48	12.34	11.48	12.4	0.000654	1.14	13.98	12.21	0.28
ozzoretto	12	2	16.1	10.48	12.46	11.55	12.52	0.000663	1.2	15.41	13.17	0.29
ozzoretto	11	1	14.1	10.45	12.32	11.41	12.36	0.000375	0.94	18.75	15.78	0.23
ozzoretto	11	2	16.1	10.45	12.44	11.49	12.47	0.000372	0.98	20.57	16.01	0.23
ozzoretto	10	1	14.1	10.36	12.25	11.5	12.32	0.00085	1.19	12.81	11.66	0.31
ozzoretto	10	2	16.1	10.36	12.37	11.57	12.44	0.000841	1.24	14.14	12.11	0.32
ozzoretto	9	1	14.1	10.28	12.24	11.37	12.27	0.000421	0.96	18.45	16.41	0.24
ozzoretto	9	2	16.1	10.28	12.35	11.42	12.39	0.000411	0.99	20.35	16.59	0.23
ozzoretto	8	1	14.1	10.06	12.18	11.25	12.25	0.000634	1.23	13.51	11.13	0.29
ozzoretto	8	2	16.1	10.06	12.29	11.34	12.36	0.000654	1.3	14.76	11.61	0.3
ozzoretto	7	1	14.1	10.08	12.2	10.98	12.22	0.000217	0.73	21.94	15.55	0.17
ozzoretto	7	2	16.1	10.08	12.31	11.05	12.34	0.000227	0.77	23.7	15.92	0.17
ozzoretto	6.5		Bridge									
ozzoretto	6	1	14.1	10.45	12.12	11.44	12.2	0.001	1.34	11.9	11.21	0.35
ozzoretto	6	2	16.1	10.45	12.23	11.51	12.32	0.001	1.4	13.12	11.76	0.35

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
ozzoretto	99	1	6.35	14.23	15.32	14.81	15.37	0.000979	1.04	6.5	7.66	0.33
ozzoretto	99	2	7.3	14.23	15.4	14.86	15.46	0.000995	1.1	7.1	7.9	0.34
ozzoretto	98	1	6.35	13.92	15.28	14.64	15.32	0.000678	0.96	7.22	7.73	0.28
ozzoretto	98	2	7.3	13.92	15.36	14.69	15.41	0.000713	1.02	7.81	7.97	0.29
ozzoretto	97	1	6.35	14.51	15.12	14.96	15.21	0.004346	1.38	4.6	8.55	0.6
ozzoretto	97	2	7.3	14.51	15.2	15	15.3	0.003584	1.36	5.35	8.67	0.55
ozzoretto	96.8	1	6.35	14.25	15.16	14.7	15.19	0.001082	0.87	7.32	9.4	0.31
ozzoretto	96.8	2	7.3	14.25	15.24	14.74	15.28	0.001048	0.9	8.12	9.57	0.31
ozzoretto	96.5		Bridge									
ozzoretto	96	1	6.35	14.25	15.13		15.17	0.001204	0.9	7.07	9.34	0.33
ozzoretto	96	2	7.3	14.25	15.21		15.26	0.001157	0.93	7.86	9.51	0.33
ozzoretto	95	1	6.35	14.13	15	14.7	15.08	0.002167	1.33	5.06	7.46	0.47
ozzoretto	95	2	7.3	14.13	15.08	14.75	15.18	0.001988	1.36	5.72	7.76	0.46
ozzoretto	93	1	6.35	13.58	14.83		14.89	0.000969	1.08	6.4	7.45	0.33
ozzoretto	93	2	7.3	13.58	14.93		14.99	0.000936	1.12	7.14	7.76	0.33
ozzoretto	92	1	6.35	13.56	14.78		14.84	0.000928	1.07	6.52	7.57	0.32
ozzoretto	92	2	7.3	13.56	14.88		14.94	0.000893	1.11	7.29	7.9	0.32
ozzoretto	91	1	6.35	13.26	14.74	14.06	14.78	0.000653	0.96	7.26	7.51	0.28
ozzoretto	91	2	7.3	13.26	14.84	14.11	14.88	0.000648	1.01	8.03	7.8	0.28
ozzoretto	90	1	6.35	12.94	14.69		14.72	0.000465	0.84	9.13	15.59	0.23
ozzoretto	90	2	7.3	12.94	14.8		14.83	0.000426	0.84	10.8	15.75	0.22
ozzoretto	89	1	6.35	13.11	14.66	13.84	14.69	0.000459	0.82	8.26	7.52	0.23
ozzoretto	89	2	7.3	13.11	14.76	13.89	14.8	0.000464	0.87	9.04	7.79	0.23
ozzoretto	88	1	6.35	13.04	14.61	13.87	14.66	0.00057	0.94	7.5	7.4	0.26
ozzoretto	88	2	7.3	13.04	14.72	13.93	14.76	0.000573	0.99	8.27	7.69	0.26
ozzoretto	87	1	6.35	13.21	14.36		14.55	0.005384	1.91	3.36	3.94	0.61
ozzoretto	87	2	7.3	13.21	14.45		14.65	0.005338	2.01	3.71	4.16	0.62
ozzoretto	86.8	1	6.35	13.14	14.45	13.85	14.51	0.001248	1.07	6.03	7.38	0.34
ozzoretto	86.8	2	7.3	13.14	14.54	13.91	14.61	0.001201	1.12	6.78	7.94	0.34
ozzoretto	86.5		Bridge									
ozzoretto	86	1	6.35	13.14	14.44		14.5	0.001267	1.08	6	7.33	0.34
ozzoretto	86	2	7.3	13.14	14.54		14.6	0.001222	1.12	6.73	7.93	0.34
ozzoretto	85	1	6.35	13.05	14.33	13.86	14.4	0.001397	1.27	5.49	6.73	0.39
ozzoretto	85	2	7.3	13.05	14.43	13.92	14.51	0.001335	1.32	6.18	7.09	0.38
ozzoretto	84	1	6.35	12.84	14.26		14.32	0.000972	1.13	6.13	6.62	0.33
ozzoretto	84	2	7.3	12.84	14.36		14.43	0.000953	1.18	6.81	6.9	0.33
ozzoretto	83	1	6.35	12.78	14.21		14.25	0.000764	1.04	7.33	8.55	0.3
ozzoretto	83	2	7.3	12.78	14.31		14.36	0.000722	1.07	8.24	8.82	0.29

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	82	1	6.35	12.69	14.14	13.5	14.2	0.000837	1.12	6.46	6.8	0.31
ozzoretto	82	2	7.3	12.69	14.25	13.56	14.31	0.000825	1.17	7.18	7.11	0.31
ozzoretto	81	1	6.35	12.68	14.1		14.15	0.000796	1.07	6.63	7	0.31
ozzoretto	81	2	7.3	12.68	14.21		14.26	0.000779	1.12	7.38	7.31	0.31
ozzoretto	80	1	6.35	12.79	14.07		14.1	0.000591	0.83	8.98	13.27	0.26
ozzoretto	80	2	7.3	12.79	14.18		14.21	0.000516	0.83	10.54	14.43	0.24
ozzoretto	79.8	1	6.35	12.75	14.03	13.5	14.1	0.001208	1.15	5.77	6.51	0.35
ozzoretto	79.8	2	7.3	12.75	14.14	13.56	14.21	0.001136	1.18	6.49	6.83	0.35
ozzoretto	79.5		Bridge									
ozzoretto	79	1	6.35	12.75	14.02		14.08	0.001264	1.16	5.68	6.47	0.36
ozzoretto	79	2	7.3	12.75	14.12		14.19	0.001189	1.2	6.39	6.79	0.36
ozzoretto	78	1	6.35	12.48	13.96		14	0.000701	0.99	6.91	6.94	0.28
ozzoretto	78	2	7.3	12.48	14.07		14.12	0.000687	1.04	7.69	7.25	0.28
ozzoretto	77	1	6.35	12.43	13.92		13.97	0.000547	0.94	7.58	7.29	0.26
ozzoretto	77	2	7.3	12.43	14.03		14.08	0.000543	0.98	8.4	7.64	0.26
ozzoretto	76	1	6.35	12.34	13.88	13.17	13.93	0.000713	1.12	6.76	6.63	0.3
ozzoretto	76	2	7.3	12.34	13.98	13.23	14.04	0.00071	1.17	7.5	6.95	0.3
ozzoretto	75	1	6.35	12.35	13.85		13.89	0.000496	0.91	8.11	8.2	0.25
ozzoretto	75	2	7.3	12.35	13.96		14	0.000487	0.95	9.05	8.59	0.25
ozzoretto	74.8	1	6.35	12.46	13.82	13.24	13.88	0.000944	1.11	6.34	7.25	0.32
ozzoretto	74.8	2	7.3	12.46	13.93	13.3	14	0.000891	1.15	7.17	7.67	0.32
ozzoretto	74.5		Bridge									
ozzoretto	74	1	6.35	12.46	13.79		13.86	0.00104	1.15	6.12	7.14	0.34
ozzoretto	74	2	7.3	12.46	13.9		13.97	0.000987	1.19	6.9	7.54	0.34
ozzoretto	73	1	6.35	12.13	13.78		13.8	0.000344	0.74	9.34	8.9	0.2
ozzoretto	73	2	7.3	12.13	13.88		13.91	0.000344	0.78	10.32	9.29	0.2
ozzoretto	72	1	6.35	12.12	13.77		13.79	0.00029	0.69	10.23	9.91	0.19
ozzoretto	72	2	7.3	12.12	13.87		13.9	0.000288	0.72	11.33	10.29	0.19
ozzoretto	71	1	6.35	12.21	13.73		13.76	0.00048	0.91	8.69	9.74	0.24
ozzoretto	71	2	7.3	12.21	13.84		13.87	0.000463	0.94	9.78	10.31	0.24
ozzoretto	70.8	1	6.35	12.46	13.72	13.18	13.76	0.001085	0.9	7.03	9	0.33
ozzoretto	70.8	2	7.3	12.46	13.83	13.23	13.87	0.000989	0.91	8.06	9.57	0.31
ozzoretto	70.5		Bridge									
ozzoretto	70	1	6.35	12.46	13.63		13.69	0.001469	1.01	6.29	8.56	0.38
ozzoretto	70	2	7.3	12.46	13.73		13.78	0.00138	1.02	7.13	9.05	0.37
ozzoretto	69	1	6.35	12.19	13.6		13.63	0.000589	0.86	7.99	9.26	0.26
ozzoretto	69	2	7.3	12.19	13.69		13.73	0.000576	0.89	8.9	9.73	0.26
ozzoretto	68	1	6.35	12.38	13.52	13.08	13.59	0.001269	1.17	5.95	7.78	0.37
ozzoretto	68	2	7.3	12.38	13.62	13.13	13.69	0.001187	1.2	6.73	8.17	0.36
ozzoretto	67.8	1	6.35	12.31	13.49	13.09	13.59	0.001909	1.35	4.86	5.8	0.44

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	67.8	2	7.3	12.31	13.59	13.15	13.69	0.00183	1.41	5.41	6	0.44
ozzoretto	67.5		Bridge									
ozzoretto	67	1	6.35	12.31	13.47	13.09	13.57	0.002061	1.38	4.74	5.75	0.46
ozzoretto	67	2	7.3	12.31	13.56	13.15	13.67	0.001992	1.44	5.26	5.95	0.45
ozzoretto	66	1	6.35	11.96	13.46	12.74	13.5	0.000531	0.84	8.07	8.38	0.24
ozzoretto	66	2	7.3	11.96	13.56	12.79	13.59	0.000538	0.89	8.86	8.69	0.25
ozzoretto	65	1	6.35	11.96	13.42		13.47	0.000725	0.94	7.26	8.22	0.29
ozzoretto	65	2	7.3	11.96	13.51		13.56	0.000721	0.99	8.03	8.71	0.29
ozzoretto	64	1	6.35	11.96	13.39	12.77	13.43	0.000723	0.89	7.41	8.42	0.28
ozzoretto	64	2	7.3	11.96	13.48	12.82	13.52	0.000708	0.93	8.2	8.78	0.28
ozzoretto	63	1	6.35	11.98	13.36	12.66	13.39	0.000503	0.79	8.58	9.34	0.24
ozzoretto	63	2	7.3	11.98	13.46	12.71	13.49	0.000499	0.83	9.47	9.59	0.24
ozzoretto	62	1	6.35	11.88	13.34	12.65	13.37	0.000559	0.82	8.15	9.21	0.25
ozzoretto	62	2	7.3	11.88	13.43	12.7	13.47	0.000553	0.86	9.03	9.6	0.25
ozzoretto	61	1	6.35	11.83	13.3		13.33	0.000546	0.84	8.51	9.7	0.25
ozzoretto	61	2	7.3	11.83	13.4		13.43	0.000535	0.87	9.44	10.01	0.25
ozzoretto	60	1	6.35	11.81	13.27		13.3	0.000606	0.84	8.2	9.62	0.26
ozzoretto	60	2	7.3	11.81	13.36		13.4	0.000586	0.88	9.14	9.91	0.26
ozzoretto	59	1	6.35	11.77	13.23	12.63	13.27	0.000701	0.92	7.72	9.06	0.27
ozzoretto	59	2	7.3	11.77	13.33	12.69	13.37	0.000679	0.96	8.6	9.37	0.27
ozzoretto	58	1	6.35	11.99	13.11		13.19	0.001509	1.28	4.99	5.04	0.41
ozzoretto	58	2	7.3	11.99	13.2		13.29	0.001493	1.35	5.45	5.05	0.41
ozzoretto	57.8	1	6.35	12.02	13.1	12.68	13.19	0.001709	1.35	4.73	4.88	0.44
ozzoretto	57.8	2	7.3	12.02	13.19	12.73	13.29	0.001687	1.42	5.17	4.89	0.44
ozzoretto	57.5		Bridge									
ozzoretto	57	1	6.35	12.02	13.09		13.18	0.001758	1.36	4.69	4.88	0.44
ozzoretto	57	2	7.3	12.02	13.18		13.28	0.001731	1.43	5.13	4.88	0.44
ozzoretto	56	1	6.35	11.69	13.08		13.11	0.000619	0.84	7.96	9.16	0.26
ozzoretto	56	2	7.3	11.69	13.17		13.21	0.000599	0.87	8.86	9.54	0.26
ozzoretto	55	1	6.35	11.99	12.89	12.68	13.04	0.0048	1.7	3.74	4.94	0.62
ozzoretto	55	2	7.3	11.99	12.98	12.73	13.14	0.004683	1.73	4.21	5.24	0.62
ozzoretto	54.8	1	6.35	11.74	12.92	12.47	13.02	0.002386	1.34	4.74	5.01	0.44
ozzoretto	54.8	2	7.3	11.74	13.02	12.53	13.12	0.002439	1.4	5.21	5.22	0.45
ozzoretto	54.5		Bridge									
ozzoretto	54	1	6.35	11.74	12.91	12.47	13	0.002487	1.36	4.67	4.97	0.45
ozzoretto	54	2	7.3	11.74	13	12.53	13.11	0.002543	1.42	5.13	5.19	0.46
ozzoretto	53	1	6.35	11.35	12.92	12.09	12.95	0.000382	0.77	9.03	9.17	0.21
ozzoretto	53	2	7.3	11.35	13.02	12.14	13.05	0.000392	0.82	9.93	9.91	0.22
ozzoretto	52	1	6.35	11.51	12.89	12.17	12.92	0.000494	0.83	8.49	9.25	0.24
ozzoretto	52	2	7.3	11.51	12.99	12.22	13.02	0.000494	0.87	9.39	9.67	0.24

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	51	1	6.35	11.48	12.87	12.11	12.9	0.000438	0.79	8.72	9	0.23
ozzoretto	51	2	7.3	11.48	12.97	12.16	13	0.000442	0.83	9.6	9.41	0.23
ozzoretto	50	1	6.35	11.45	12.86	12.03	12.88	0.000326	0.65	10.71	13.55	0.19
ozzoretto	50	2	7.3	11.45	12.96	12.08	12.98	0.000316	0.68	12.02	13.7	0.19
ozzoretto	49	1	6.35	11.33	12.83	12.07	12.86	0.000464	0.8	8.51	8.82	0.23
ozzoretto	49	2	7.3	11.33	12.92	12.12	12.96	0.000469	0.85	9.36	9.18	0.23
ozzoretto	48	1	6.35	11.5	12.8	12.13	12.83	0.000607	0.84	7.92	8.82	0.26
ozzoretto	48	2	7.3	11.5	12.89	12.18	12.93	0.000599	0.88	8.78	9.28	0.26
ozzoretto	47	1	6.35	11.53	12.77	12.13	12.8	0.000575	0.79	8.97	14.34	0.25
ozzoretto	47	2	7.3	11.53	12.87	12.18	12.9	0.000521	0.8	10.39	14.48	0.24
ozzoretto	46	1	6.35	11.37	12.74	12.04	12.77	0.000594	0.85	7.78	8.25	0.25
ozzoretto	46	2	7.3	11.37	12.83	12.1	12.87	0.00059	0.89	8.59	8.58	0.26
ozzoretto	45	1	6.35	11.41	12.71	12.09	12.74	0.000513	0.83	8.79	9.95	0.24
ozzoretto	45	2	7.3	11.41	12.81	12.14	12.84	0.000497	0.86	9.77	10.15	0.24
ozzoretto	44	1	6.35	11.43	12.67	12.04	12.71	0.000648	0.9	7.63	8.72	0.27
ozzoretto	44	2	7.3	11.43	12.77	12.09	12.81	0.000632	0.94	8.5	9.19	0.27
ozzoretto	43	1	6.35	11.35	12.64	11.98	12.68	0.000616	0.89	7.67	8.33	0.26
ozzoretto	43	2	7.3	11.35	12.74	12.02	12.78	0.000607	0.93	8.5	8.66	0.26
ozzoretto	42	1	6.35	11.23	12.61		12.65	0.000625	0.91	7.89	9.87	0.27
ozzoretto	42	2	7.3	11.23	12.71		12.75	0.000597	0.94	8.88	10.11	0.26
ozzoretto	41	1	6.35	11.15	12.52	11.94	12.58	0.000966	1.18	6.19	7.58	0.34
ozzoretto	41	2	7.3	11.15	12.62	12	12.69	0.000958	1.23	6.99	8.99	0.34
ozzoretto	40.8	1	6.35	11.31	12.52	12.02	12.58	0.001094	1.19	6.07	7.23	0.36
ozzoretto	40.8	2	7.3	11.31	12.62	12.08	12.69	0.001053	1.23	6.81	7.79	0.35
ozzoretto	40.5			Bridge								
ozzoretto	40	1	6.35	11.31	12.51	12.02	12.57	0.001145	1.21	5.97	7.15	0.36
ozzoretto	40	2	7.3	11.31	12.6	12.08	12.67	0.001106	1.25	6.68	7.7	0.36
ozzoretto	39	1	6.35	11.26	12.49	11.94	12.56	0.001376	1.12	5.66	5.52	0.35
ozzoretto	39	2	7.3	11.26	12.59	11.99	12.66	0.001363	1.18	6.19	5.76	0.35
ozzoretto	38.8	1	6.35	11.22	12.5	11.92	12.56	0.001296	1.08	5.87	5.79	0.33
ozzoretto	38.8	2	7.3	11.22	12.59	11.97	12.66	0.00129	1.14	6.43	5.88	0.34
ozzoretto	38.5			Bridge								
ozzoretto	38	1	6.35	11.22	12.49	11.92	12.55	0.001326	1.09	5.83	5.76	0.34
ozzoretto	38	2	7.3	11.22	12.58	11.97	12.65	0.001317	1.15	6.39	5.88	0.34
ozzoretto	37	1	6.35	11.04	12.47	11.73	12.5	0.000476	0.86	8.44	8.89	0.24
ozzoretto	37	2	7.3	11.04	12.57	11.78	12.6	0.000478	0.91	9.33	9.27	0.24
ozzoretto	36	1	6.35	11.01	12.45		12.48	0.000448	0.83	8.52	8.77	0.23
ozzoretto	36	2	7.3	11.01	12.54		12.58	0.000452	0.87	9.39	9.22	0.24
ozzoretto	35	1	6.35	10.93	12.43	11.68	12.46	0.00048	0.82	8.61	9.67	0.23
ozzoretto	35	2	7.3	10.93	12.53	11.73	12.56	0.000475	0.85	9.58	10.24	0.24
ozzoretto	34	1	6.35	10.78	12.4	11.59	12.44	0.000426	0.85	9.03	10.49	0.23

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	34	2	7.3	10.78	12.5	11.65	12.54	0.000421	0.89	10.08	10.77	0.23
ozzoretto	33	1	6.35	10.86	12.37	11.64	12.41	0.000525	0.84	8.14	8.88	0.24
ozzoretto	33	2	7.3	10.86	12.47	11.69	12.51	0.000522	0.89	9.03	9.32	0.25
ozzoretto	32	1	6.35	10.92	12.35	11.57	12.38	0.000433	0.77	8.78	9.04	0.22
ozzoretto	32	2	7.3	10.92	12.45	11.62	12.48	0.000434	0.81	9.68	9.42	0.22
ozzoretto	31	1	6.35	10.82	12.23	11.66	12.3	0.001397	1.15	5.56	5.69	0.36
ozzoretto	31	2	7.3	10.82	12.33	11.72	12.4	0.001392	1.22	6.1	5.93	0.36
ozzoretto	30.8	1	6.35	10.84	12.23	11.61	12.3	0.001015	1.22	5.53	4.96	0.35
ozzoretto	30.8	2	7.3	10.84	12.32	11.67	12.4	0.001058	1.31	5.98	4.98	0.36
ozzoretto	30.5		Bridge									
ozzoretto	30	1	6.35	10.84	12.22	11.61	12.3	0.001025	1.23	5.52	4.96	0.35
ozzoretto	30	2	7.3	10.84	12.31	11.67	12.4	0.001068	1.31	5.96	4.98	0.36
ozzoretto	29	1	6.35	10.72	12.22		12.25	0.000447	0.78	8.62	8.86	0.22
ozzoretto	29	2	7.3	10.72	12.31		12.34	0.000455	0.83	9.46	9.35	0.23
ozzoretto	28	1	6.35	10.62	12.18	11.37	12.22	0.000438	0.86	8.5	8.69	0.23
ozzoretto	28	2	7.3	10.62	12.28	11.43	12.31	0.000452	0.91	9.32	9.09	0.24
ozzoretto	27	1	6.35	10.67	12.17	11.32	12.19	0.000341	0.75	9.48	9.24	0.2
ozzoretto	27	2	7.3	10.67	12.26	11.37	12.29	0.000354	0.8	10.34	9.58	0.21
ozzoretto	26	1	6.35	10.62	12.15	11.26	12.17	0.00032	0.73	9.92	10.53	0.2
ozzoretto	26	2	7.3	10.62	12.24	11.32	12.27	0.00033	0.78	10.91	11.13	0.2
ozzoretto	25	1	6.35	10.64	12.13	11.38	12.16	0.000468	0.77	8.76	9.86	0.23
ozzoretto	25	2	7.3	10.64	12.22	11.44	12.25	0.000469	0.81	9.68	10.35	0.23
ozzoretto	24	1	6.35	10.54	12.11	11.22	12.13	0.000293	0.66	10.17	9.64	0.18
ozzoretto	24	2	7.3	10.54	12.2	11.26	12.22	0.000305	0.7	11.06	9.97	0.19
ozzoretto	23	1	6.35	10.36	12.1		12.11	0.000181	0.58	14.45	19.7	0.15
ozzoretto	23	2	7.3	10.36	12.19		12.21	0.000177	0.6	16.26	19.86	0.15
ozzoretto	21	1	6.35	10.5	12.1	11.11	12.11	0.000104	0.43	17.37	15.95	0.11
ozzoretto	21	2	7.3	10.5	12.19	11.16	12.2	0.000108	0.45	18.84	16.12	0.12
ozzoretto	20	1	6.35	10.52	12.06		12.1	0.000545	0.83	7.9	7.92	0.24
ozzoretto	20	2	7.3	10.52	12.15		12.19	0.000563	0.89	8.6	8.22	0.25
ozzoretto	19	1	6.35	10.63	12.02	11.37	12.06	0.000735	0.92	6.89	6.26	0.28
ozzoretto	19	2	7.3	10.63	12.1	11.43	12.15	0.000761	0.99	7.42	6.27	0.29
ozzoretto	18.8	1	6.35	10.69	12.02	11.43	12.06	0.000748	0.93	7.26	8.42	0.29
ozzoretto	18.8	2	7.3	10.69	12.1	11.48	12.15	0.000748	0.98	7.99	8.73	0.29
ozzoretto	18.5		Bridge									
ozzoretto	18	1	6.35	10.69	12.01	11.43	12.05	0.000771	0.94	7.18	8.39	0.29
ozzoretto	18	2	7.3	10.69	12.09	11.48	12.14	0.000774	0.99	7.9	8.69	0.3
ozzoretto	17	1	6.35	10.57	11.97	11.36	12.01	0.000686	0.94	7.54	8.76	0.28
ozzoretto	17	2	7.3	10.57	12.05	11.42	12.1	0.000694	0.99	8.29	9.09	0.29
ozzoretto	16	1	6.35	10.72	11.93	11.34	11.97	0.000687	0.91	7.6	8.86	0.28
ozzoretto	16	2	7.3	10.72	12.01	11.38	12.05	0.000692	0.96	8.35	9.18	0.28

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	15	1	6.35	10.48	11.91	11.15	11.94	0.000436	0.8	8.65	8.67	0.23
ozzoretto	15	2	7.3	10.48	11.99	11.2	12.02	0.000456	0.85	9.38	9.01	0.24
ozzoretto	14	1	6.35	10.61	11.86		11.9	0.000755	0.95	7.37	8.93	0.29
ozzoretto	14	2	7.3	10.61	11.94		11.99	0.000761	1	8.12	9.35	0.3
ozzoretto	13	1	6.35	10.58	11.83		11.86	0.00057	0.79	8.24	9.08	0.24
ozzoretto	13	2	7.3	10.58	11.91		11.95	0.000584	0.84	8.99	9.46	0.25
ozzoretto	12	1	6.35	10.48	11.8	11.15	11.83	0.000599	0.83	8.1	9.4	0.25
ozzoretto	12	2	7.3	10.48	11.88	11.2	11.91	0.000613	0.88	8.87	9.81	0.26
ozzoretto	11	1	6.35	10.45	11.76	11.08	11.79	0.000424	0.77	10.22	14.67	0.22
ozzoretto	11	2	7.3	10.45	11.84	11.13	11.87	0.000412	0.8	11.44	14.83	0.22
ozzoretto	10	1	6.35	10.36	11.71	11.19	11.75	0.000916	0.91	7.15	9.02	0.3
ozzoretto	10	2	7.3	10.36	11.79	11.23	11.84	0.000906	0.95	7.89	9.44	0.3
ozzoretto	9	1	6.35	10.28	11.67	11.06	11.7	0.00057	0.85	9.42	15.25	0.26
ozzoretto	9	2	7.3	10.28	11.76	11.11	11.79	0.000532	0.86	10.72	15.48	0.25
ozzoretto	8	1	6.35	10.06	11.64	10.89	11.67	0.000496	0.86	8.18	8.59	0.24
ozzoretto	8	2	7.3	10.06	11.72	10.94	11.76	0.000523	0.92	8.88	8.98	0.25
ozzoretto	7	1	6.35	10.08	11.65	10.67	11.66	0.000165	0.5	13.87	13.73	0.14
ozzoretto	7	2	7.3	10.08	11.73	10.72	11.74	0.000174	0.54	15	14	0.14
ozzoretto	6.5		Bridge									
ozzoretto	6	1	6.35	10.45	11.6	11.1	11.65	0.001	1.01	6.72	8.65	0.33
ozzoretto	6	2	7.3	10.45	11.67	11.15	11.73	0.001001	1.06	7.41	9	0.33

6.2.3 VERIFICHE IDRAULICHE POST OPERAM

Si effettuano le verifiche idrauliche nelle sezioni considerate nel paragrafo precedente nella condizione post opera, si schematizzano gli attraversamenti presenti con strutture costituite dall'impalcato di attraversamento vero e proprio, su cui poggia la pavimentazione stradale, ed eventuali pile o spalle di sostegno.

Sezione di Verifica S2

In questa sezione è presente un attraversamento costituito dall'impalcato con quote all'estradosso tra 16,28 m slm e 16,42 m slm; l'intradosso si assume a quota 14,28 m slm oltre naturalmente che dalle spalle laterali poste a 40 m di distanza.

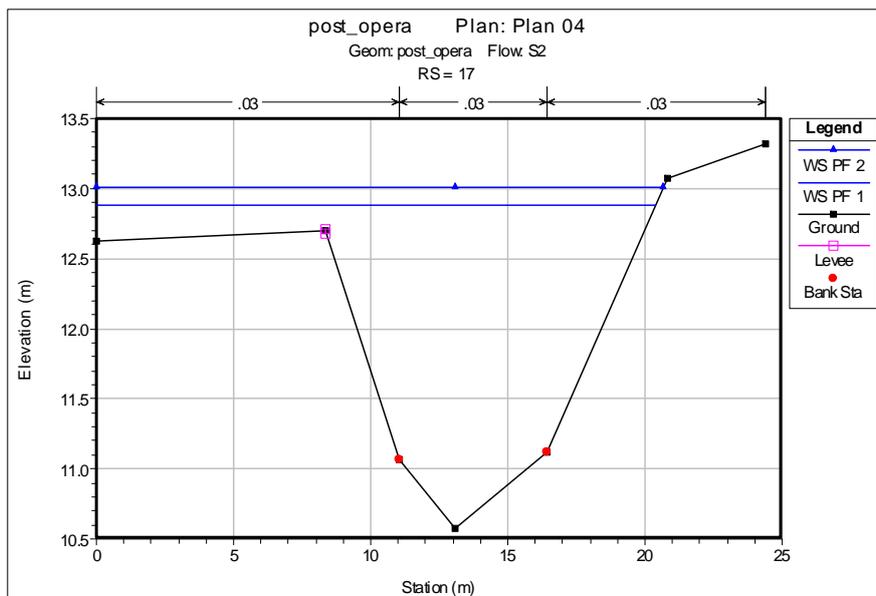
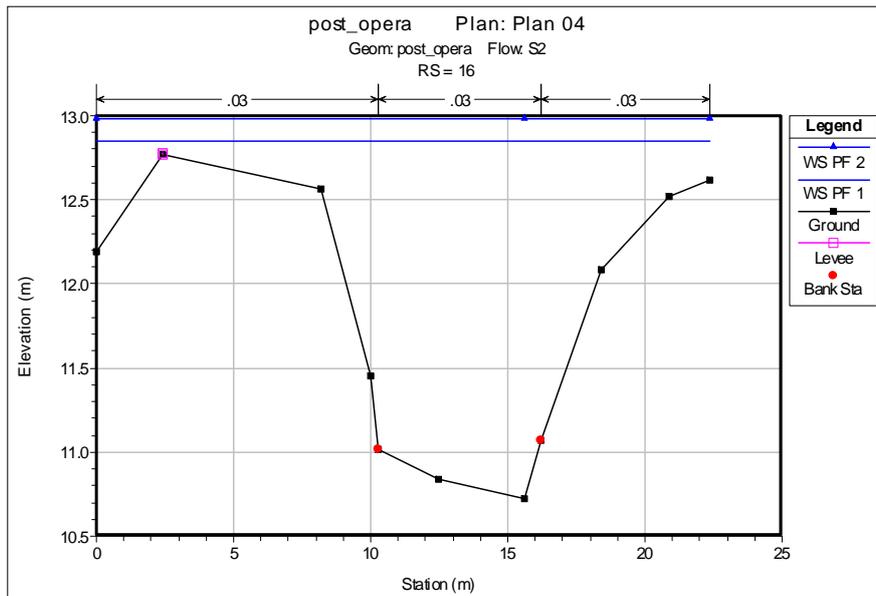
Al fine di proteggere il rilevato stradale da effetti erosivi dovuti alla corrente in caso di fenomeni di esondazione si prevede l'impiego di gabbioni in maglia di acciaio riempiti con materiale a pezzatura grossolana, analoghi provvedimenti verranno presi per la protezione delle spalle del ponte che dovranno essere protette contro fenomeni di scalzamento ed erosione, è possibile predisporre opportune difese sia ancorando efficacemente le spalle alle sponde del canale sia predisponendo strati di materiale grossolano.

La sezione in esame risulta dotata di un adeguato franco idraulico di sicurezza, essendo questo nell'ordine di un metro.

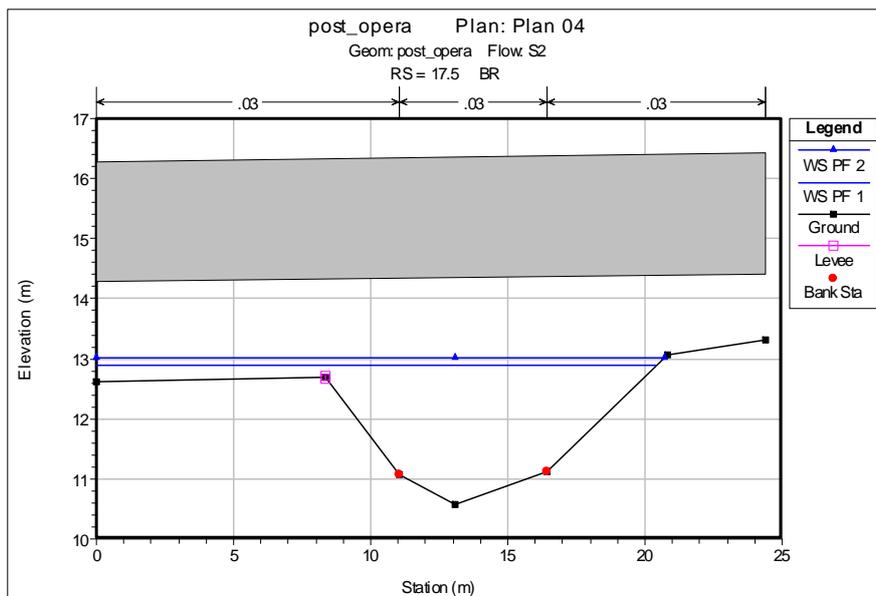
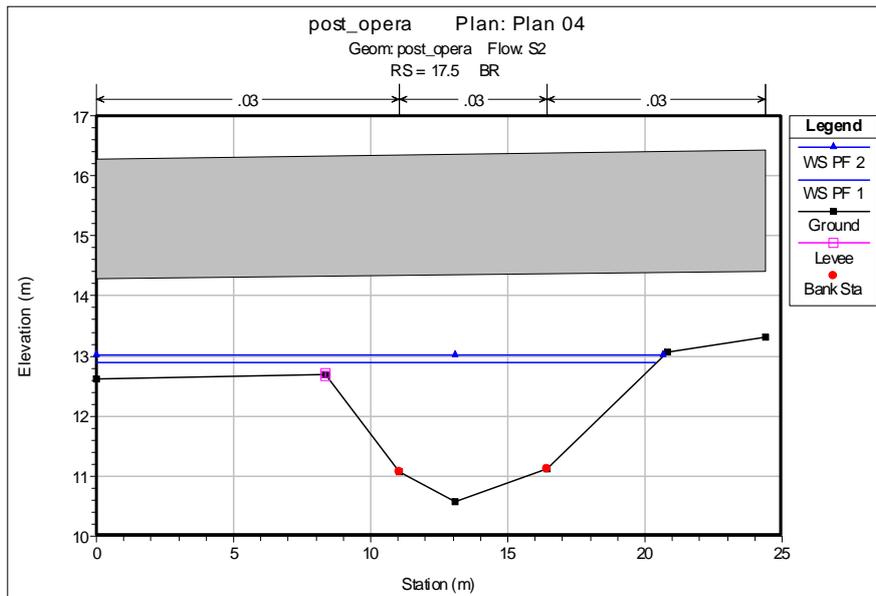
. Il rilevato stradale opportunamente protetto da gabbionature in acciaio riempite con materiali lapidei grossolani svolge infatti funzione di contenimento e rappresenta un'opera di inalveazione per il canale, questo permette di migliorare le condizioni di sicurezza per l'area industriale presente subito a nord del rilevato stradale. Tale rilevato viene proseguito fino ad attestarsi al rilevato autostradale in modo da proteggere il breve tratto della curva compiuta dal canale. Gli interventi previsti non saranno tali da pregiudicare un eventuale intervento finale di risistemazione globale del corso d'acqua, intervento attualmente allo studio dell'Autorità di Bacino del fiume Serchio

Si riportano nel seguito le sezioni immediatamente a valle ed a monte dell'attraversamento previsto:

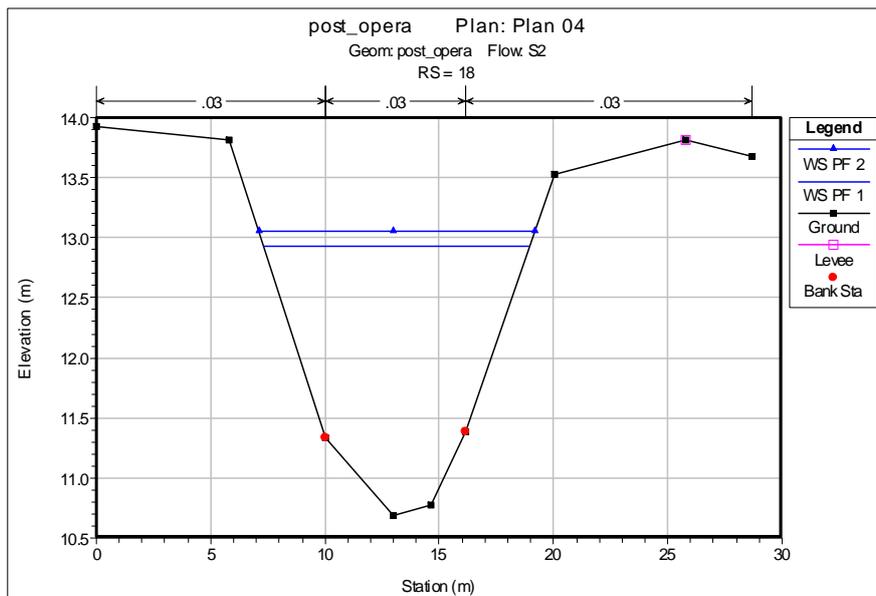
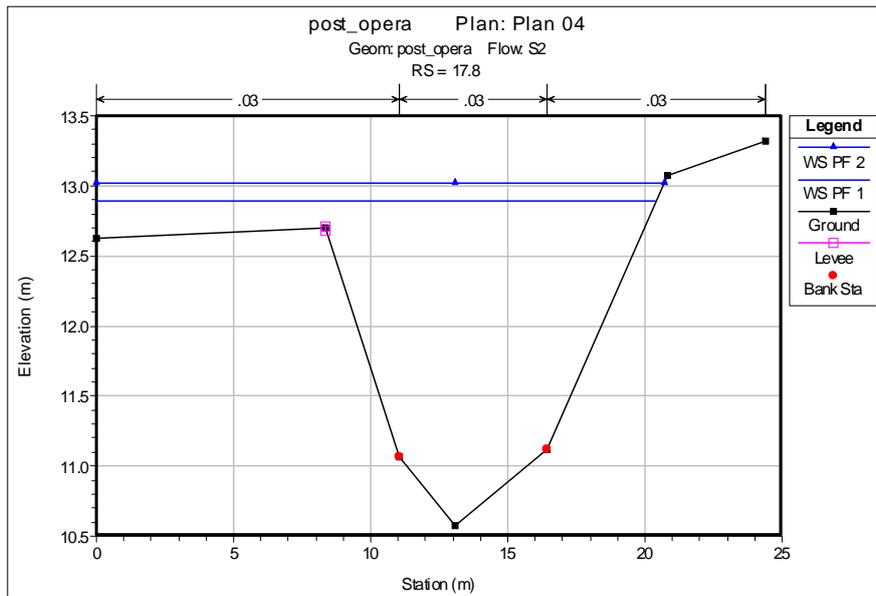
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



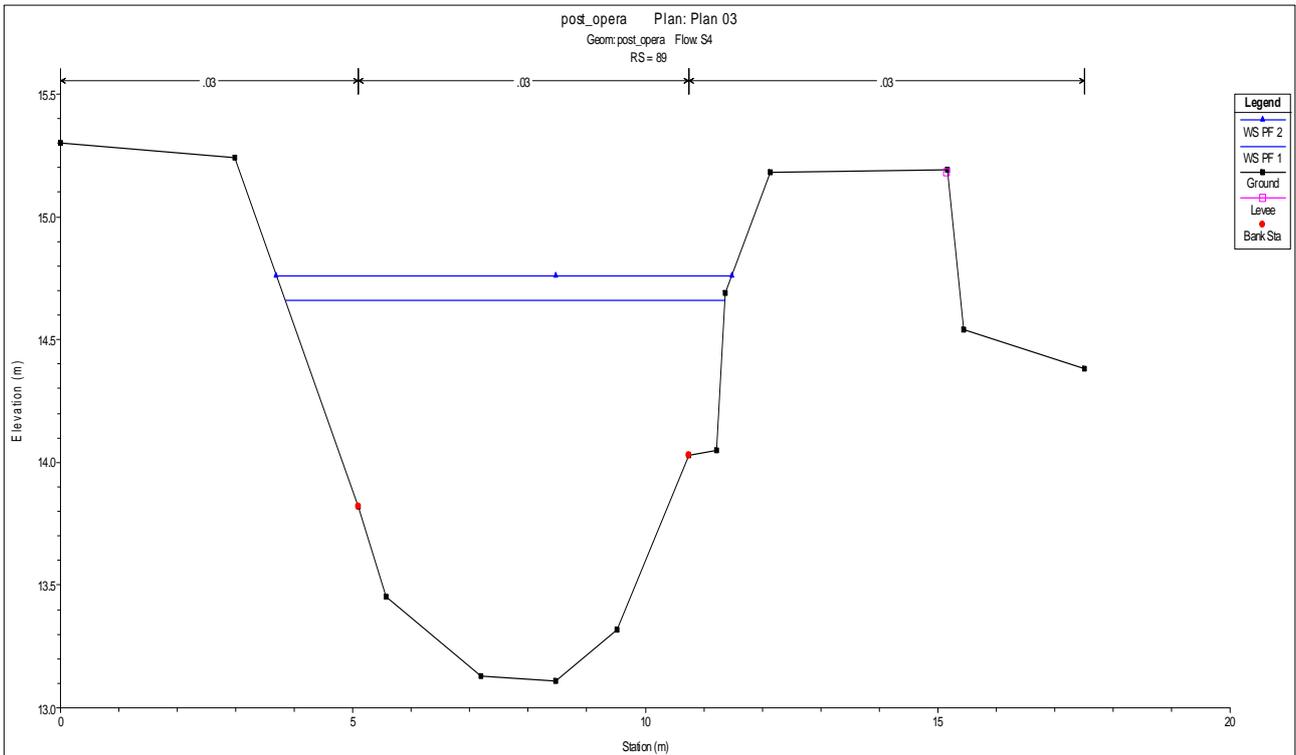
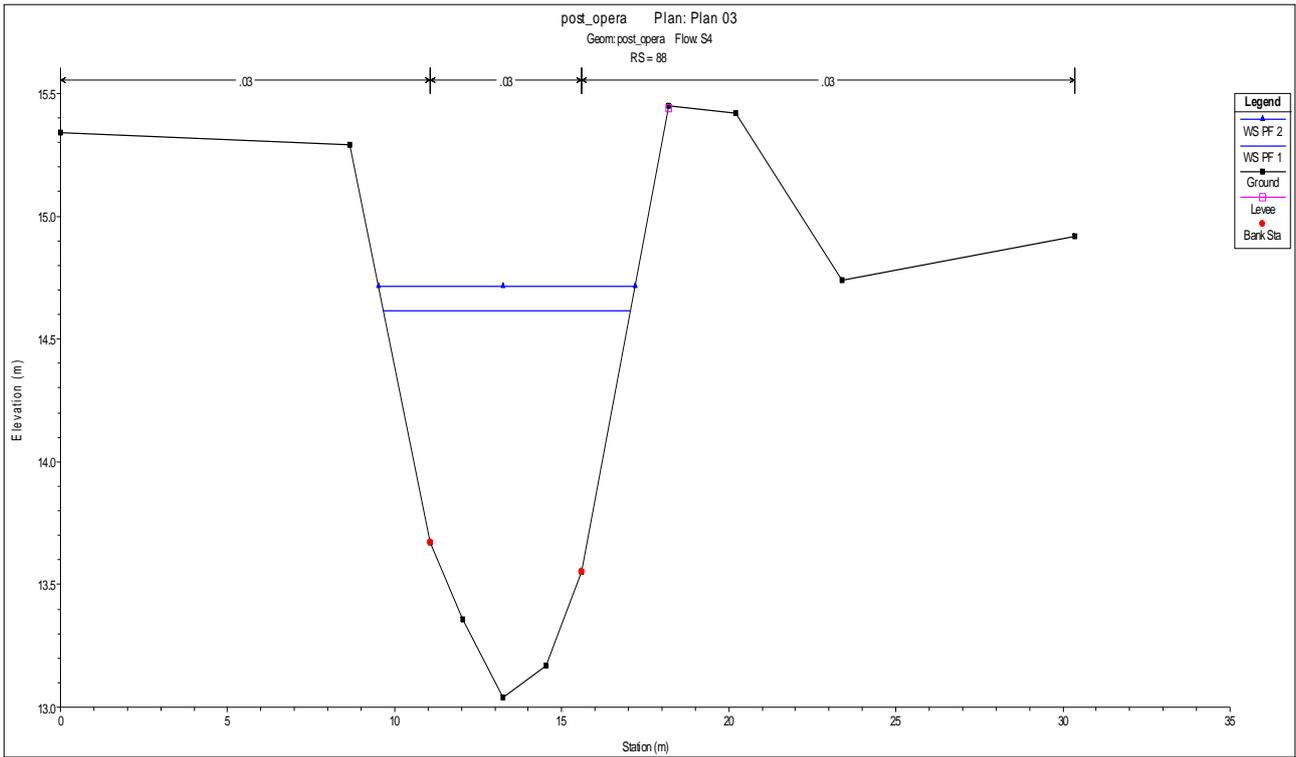
Sezione di verifica S3

Per l'attraversamento di questa sezione è prevista la realizzazione di un viadotto con quota all'estradosso di 24,88 m slm, il viadotto sarà impostato su pile distanti l'una dall'altra 30, 35 e 40 m e che non ricadono all'interno del corso d'acqua. Si omettono pertanto le verifiche post opera non essendoci variazioni delle caratteristiche geometriche della sezione e delle portate di verifica.

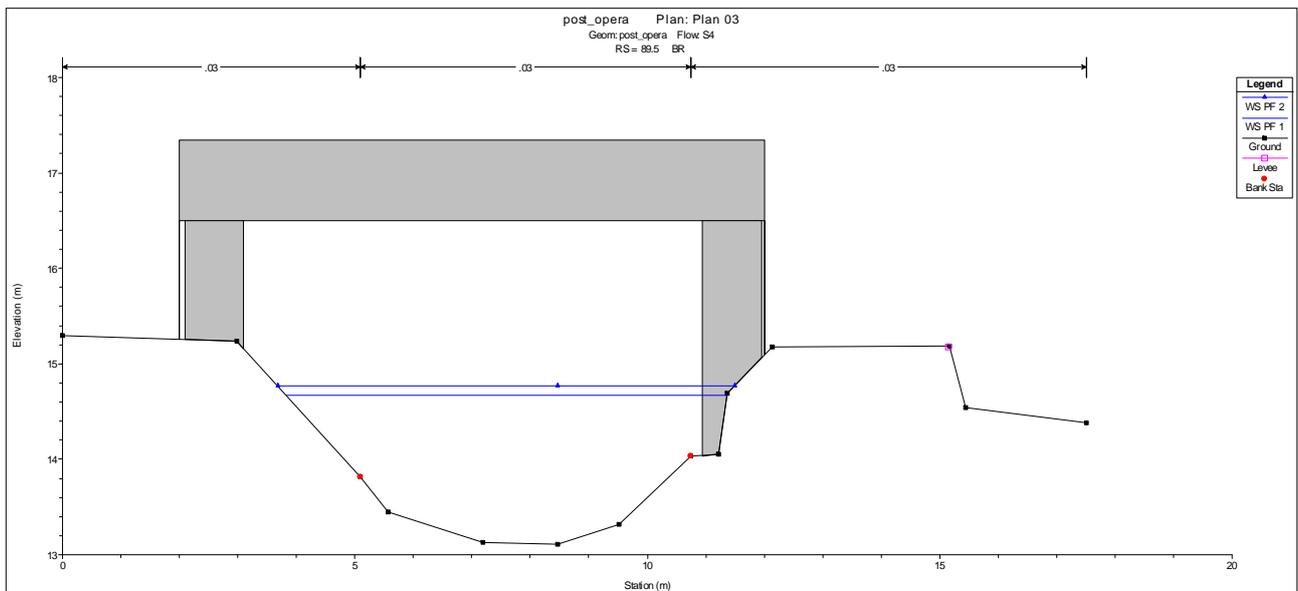
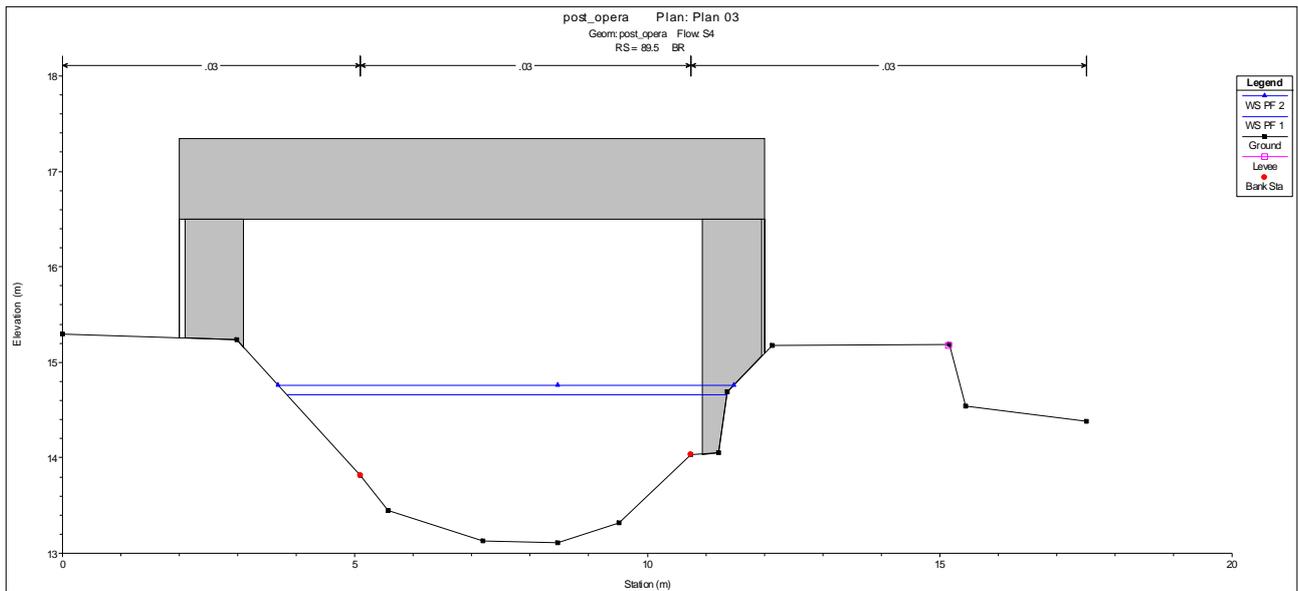
Sezione di verifica S4

Per l'attraversamento di questa sezione è prevista la realizzazione di un ponte con quota all'estradosso di 17,34 m slm, l'opera verrà impostata su spalle opportunamente dimensionate, la sezione viene risagomata in modo tale da non costituire ostacolo alla corrente e da non provocare brusche variazioni nelle caratteristiche geometriche della sezioni, verranno inoltre presi accorgimenti per contrastare fenomeni di erosione e scalzamento al piede delle pile, quali protezioni in materiale grossolano eventualmente assicurato con gabbionate in acciaio.

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

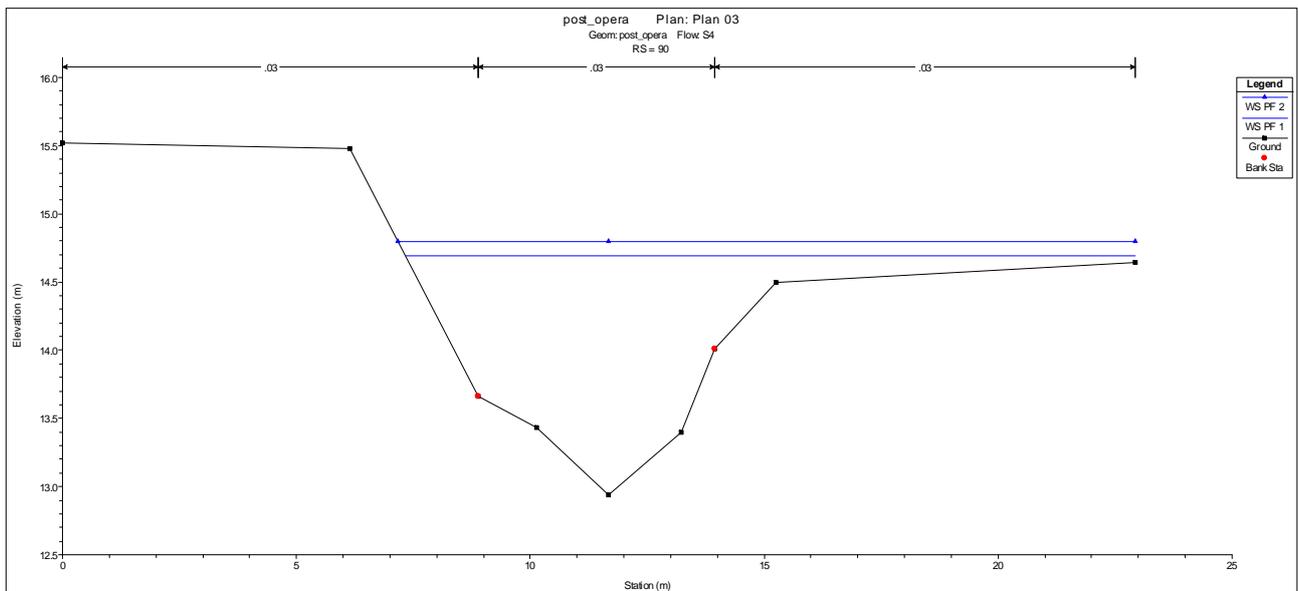
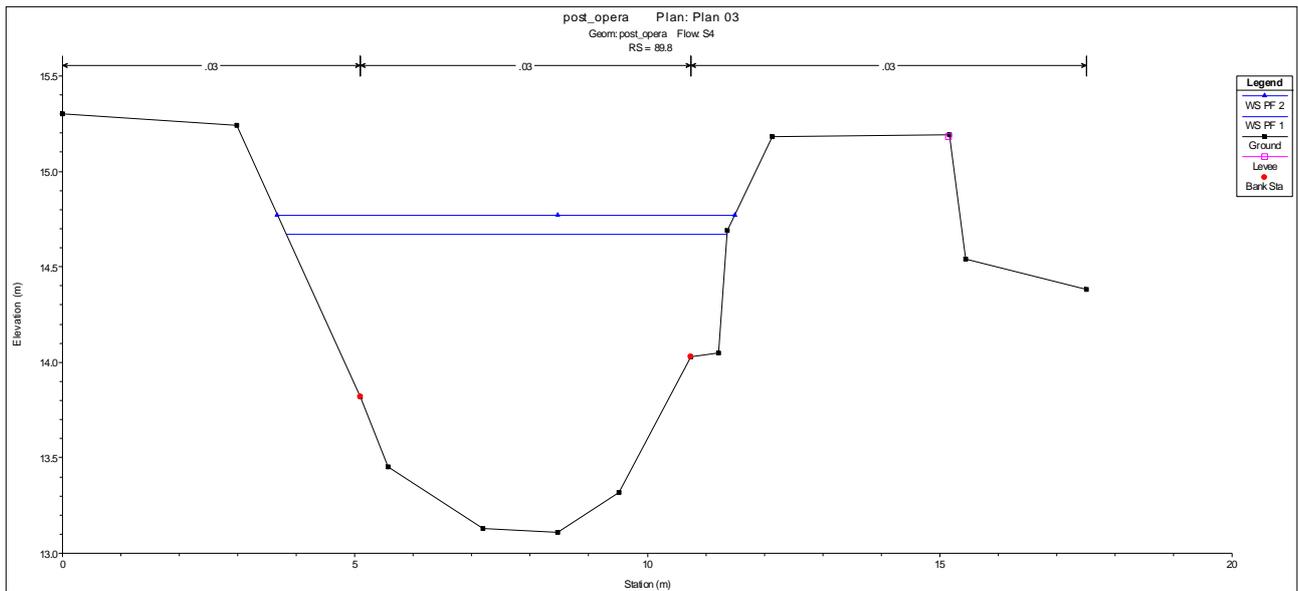


Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca

Progetto Preliminare



I livelli idrici presenti nelle sezioni verificate sono sostanzialmente analoghi a quelli presenti nella fase ante opera. Appare quindi lecito considerare che l'intervento non ha effetti rilevanti sulle caratteristiche della corrente.

Si riportano i tabulati numerici così come ottenuti dal software:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
ozzoretto	99	1	19.74	14.23	16.44	15.37	16.52	0.000622	1.36	17.29	12.44	0.3
ozzoretto	99	2	22.54	14.23	16.88	15.46	16.93	0.00036	1.17	25.83	20.76	0.23
ozzoretto	98	1	19.74	13.92	16.41	15.23	16.48	0.000487	1.27	21.22	22	0.27
ozzoretto	98	2	22.54	13.92	16.87	15.32	16.91	0.000249	1.02	32.18	23.24	0.2
ozzoretto	97	1	19.74	14.51	16.38	15.4	16.43	0.000754	1.09	20	17.18	0.26
ozzoretto	97	2	22.54	14.51	16.85	15.48	16.89	0.000349	0.87	29.56	20.36	0.19
ozzoretto	96.8	1	19.74	14.25	16.39	15.14	16.43	0.000468	0.94	22.84	29.03	0.23
ozzoretto	96.8	2	22.54	14.25	16.86	15.21	16.88	0.0002	0.72	37.78	31.64	0.15
ozzoretto	96.5		Bridge									
ozzoretto	96	1	19.74	14.25	16.25		16.31	0.000631	1.04	19.61	19.52	0.26
ozzoretto	96	2	22.54	14.25	16.68		16.71	0.0003	0.84	32.11	31.64	0.19
ozzoretto	95	1	19.74	14.13	16.21	15.25	16.27	0.000582	1.27	20.4	19.2	0.28
ozzoretto	95	2	22.54	14.13	16.66	15.34	16.7	0.000262	0.97	32.46	25.6	0.2
ozzoretto	93	1	19.74	13.58	16.15		16.21	0.000415	1.2	21.19	14.71	0.25
ozzoretto	93	2	22.54	13.58	16.62		16.66	0.000245	1.04	28.13	14.71	0.2
ozzoretto	92	1	19.74	13.56	16.15		16.18	0.000274	0.99	27.97	21.73	0.2
ozzoretto	92	2	22.54	13.56	16.62		16.65	0.000145	0.81	38.33	21.73	0.15
ozzoretto	91	1	19.74	13.26	16.14	14.67	16.16	0.000207	0.9	33.32	29.24	0.18
ozzoretto	91	2	22.54	13.26	16.62	14.77	16.64	0.0001	0.7	47.49	29.24	0.13
ozzoretto	90	1	19.74	12.94	16.13		16.15	0.000134	0.73	36.59	22.93	0.14
ozzoretto	90	2	22.54	12.94	16.61		16.63	0.000081	0.63	47.76	22.93	0.11
ozzoretto	89.8	1	19.74	13.11	16.11	14.44	16.14	0.000189	0.86	30.1	17.51	0.17
ozzoretto	89.8	2	22.54	13.11	16.6	14.53	16.62	0.00012	0.77	38.72	17.51	0.14
ozzoretto	89.5		Bridge									
ozzoretto	89	1	19.74	13.11	16.1	14.44	16.13	0.000192	0.87	29.96	17.51	0.17
ozzoretto	89	2	22.54	13.11	16.59	14.53	16.61	0.000121	0.77	38.59	17.51	0.14
ozzoretto	88	1	19.74	13.04	16.1	14.51	16.11	0.000125	0.73	41.05	30.37	0.14
ozzoretto	88	2	22.54	13.04	16.59	14.61	16.61	0.000066	0.59	56.13	30.37	0.1
ozzoretto	87	1	19.74	13.21	15.97		16.08	0.001103	1.64	15.33	12.11	0.33
ozzoretto	87	2	22.54	13.21	16.52		16.59	0.000547	1.31	21.97	12.11	0.24
ozzoretto	86.8	1	19.74	13.14	16.01	14.53	16.07	0.000381	1.1	20.77	10.74	0.22
ozzoretto	86.8	2	22.54	13.14	16.54	14.64	16.58	0.000246	1	26.56	11.15	0.18
ozzoretto	86.5		Bridge									

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	86	1	19.74	13.14	15.96		16.01	0.000414	1.13	20.16	10.66	0.23
ozzoretto	86	2	22.54	13.14	16.45		16.5	0.000273	1.03	25.63	11.15	0.19
ozzoretto	85	1	19.74	13.05	15.95	14.52	15.98	0.000266	1.02	27.67	20.21	0.2
ozzoretto	85	2	22.54	13.05	16.46	14.63	16.48	0.000141	0.83	37.98	20.21	0.15
ozzoretto	84	1	19.74	12.84	15.91		15.96	0.000317	1.15	22.13	12.23	0.22
ozzoretto	84	2	22.54	12.84	16.43		16.47	0.000205	1.03	28.45	12.23	0.18
ozzoretto	83	1	19.74	12.78	15.91		15.94	0.000187	0.91	31.3	21.9	0.17
ozzoretto	83	2	22.54	12.78	16.43		16.45	0.000104	0.76	42.75	21.9	0.13
ozzoretto	82	1	19.74	12.69	15.89	14.19	15.92	0.000203	0.97	30.04	21.16	0.18
ozzoretto	82	2	22.54	12.69	16.42	14.29	16.44	0.000111	0.79	41.26	21.16	0.13
ozzoretto	81	1	19.74	12.68	15.89		15.91	0.000166	0.88	34.92	28.73	0.16
ozzoretto	81	2	22.54	12.68	16.42		16.44	0.00008	0.68	50.3	28.73	0.12
ozzoretto	80	1	19.74	12.79	15.89		15.9	0.000084	0.61	41.21	21.55	0.11
ozzoretto	80	2	22.54	12.79	16.42		16.43	0.000054	0.55	52.69	21.55	0.09
ozzoretto	79.8	1	19.74	12.75	15.85	14.14	15.9	0.000276	1.06	22.11	10.25	0.2
ozzoretto	79.8	2	22.54	12.75	16.39	14.24	16.43	0.00019	0.99	27.62	10.25	0.17
ozzoretto	79.5		Bridge									
ozzoretto	79	1	19.74	12.75	15.7		15.75	0.000339	1.14	20.56	10.25	0.22
ozzoretto	79	2	22.54	12.75	16.18		16.23	0.000238	1.06	25.54	10.25	0.19
ozzoretto	78	1	19.74	12.48	15.69		15.73	0.000228	1	26.18	16.56	0.18
ozzoretto	78	2	22.54	12.48	16.18		16.21	0.000143	0.88	34.39	16.56	0.15
ozzoretto	77	1	19.74	12.43	15.68		15.71	0.000186	0.95	29.29	19.43	0.17
ozzoretto	77	2	22.54	12.43	16.18		16.2	0.000112	0.81	39	19.43	0.14
ozzoretto	76	1	19.74	12.34	15.67	13.87	15.7	0.000184	0.98	30.63	18.83	0.17
ozzoretto	76	2	22.54	12.34	16.17	13.98	16.19	0.000112	0.84	40.1	18.83	0.14
ozzoretto	75	1	19.74	12.35	15.66		15.69	0.00016	0.9	28.58	13.71	0.16
ozzoretto	75	2	22.54	12.35	16.16		16.19	0.000112	0.83	35.47	13.71	0.14
ozzoretto	74.8	1	19.74	12.46	15.65	13.9	15.69	0.000216	0.99	25.84	14.11	0.18
ozzoretto	74.8	2	22.54	12.46	16.15	14	16.19	0.000163	0.95	36.64	28.34	0.16
ozzoretto	74.5		Bridge									
ozzoretto	74	1	19.74	12.46	15.51		15.55	0.000265	1.06	23.87	13.56	0.2
ozzoretto	74	2	22.54	12.46	15.96		16	0.000222	1.07	31.48	24.95	0.19
ozzoretto	73	1	19.74	12.13	15.52		15.53	0.000097	0.68	41.37	27.36	0.12
ozzoretto	73	2	22.54	12.13	15.97		15.99	0.00006	0.58	53.92	27.36	0.1
ozzoretto	72	1	19.74	12.12	15.51		15.53	0.0001	0.69	37.95	21.93	0.12
ozzoretto	72	2	22.54	12.12	15.97		15.98	0.000067	0.62	48.03	21.93	0.1
ozzoretto	71	1	19.74	12.21	15.5		15.52	0.000137	0.83	32.76	16.65	0.15
ozzoretto	71	2	22.54	12.21	15.96		15.98	0.000097	0.77	40.44	16.65	0.13
ozzoretto	70.8	1	19.74	12.46	15.5	13.72	15.52	0.000132	0.59	37.31	26.08	0.13
ozzoretto	70.8	2	22.54	12.46	15.96	13.81	15.98	0.000077	0.51	49.35	26.08	0.1

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	70.5		Bridge									
ozzoretto	70	1	19.74	12.46	14.81		14.86	0.000629	0.99	20.09	17.7	0.27
ozzoretto	70	2	22.54	12.46	15.07		15.11	0.000445	0.92	26.07	26.08	0.23
ozzoretto	69	1	19.74	12.19	14.78		14.83	0.000392	1.12	21.68	17.2	0.24
ozzoretto	69	2	22.54	12.19	15.04		15.09	0.000312	1.08	26.56	18.66	0.21
ozzoretto	68	1	19.74	12.38	14.74	13.67	14.81	0.000567	1.32	18.22	12.47	0.28
ozzoretto	68	2	22.54	12.38	14.99	13.76	15.07	0.00052	1.36	22.14	21.95	0.28
ozzoretto	67.8	1	19.74	12.31	14.66	13.74	14.8	0.001075	1.72	13.11	8.75	0.38
ozzoretto	67.8	2	22.54	12.31	14.93	13.85	15.06	0.000891	1.7	15.59	9.7	0.35
ozzoretto	67.5		Bridge									
ozzoretto	67	1	19.74	12.31	14.47	13.74	14.64	0.001512	1.92	11.52	7.77	0.44
ozzoretto	67	2	22.54	12.31	14.66	13.85	14.84	0.001416	1.97	13.05	8.7	0.43
ozzoretto	66	1	19.74	11.96	14.5	13.31	14.57	0.000519	1.25	18.57	12.95	0.27
ozzoretto	66	2	22.54	11.96	14.69	13.4	14.76	0.000502	1.3	21.66	19.16	0.27
ozzoretto	65	1	19.74	11.96	14.47		14.54	0.000558	1.29	20.36	21.23	0.28
ozzoretto	65	2	22.54	11.96	14.67		14.73	0.000475	1.26	25.79	34.85	0.26
ozzoretto	64	1	19.74	11.96	14.44	13.32	14.51	0.000559	1.24	18.73	18.49	0.27
ozzoretto	64	2	22.54	11.96	14.64	13.41	14.71	0.000509	1.26	23.93	32.6	0.27
ozzoretto	63	1	19.74	11.98	14.43	13.21	14.48	0.000392	1.08	22.95	18.12	0.23
ozzoretto	63	2	22.54	11.98	14.63	13.29	14.68	0.000341	1.07	26.67	18.38	0.22
ozzoretto	62	1	19.74	11.88	14.43	13.21	14.46	0.000301	0.95	28.04	25.14	0.2
ozzoretto	62	2	22.54	11.88	14.63	13.3	14.66	0.000254	0.93	33.49	30.05	0.19
ozzoretto	61	1	19.74	11.83	14.38		14.43	0.000438	1.16	20.83	13.96	0.25
ozzoretto	61	2	22.54	11.83	14.58		14.64	0.000412	1.19	24.2	21.01	0.24
ozzoretto	60	1	19.74	11.81	14.35		14.41	0.000442	1.14	20.77	14.29	0.25
ozzoretto	60	2	22.54	11.81	14.56		14.62	0.000413	1.17	25.43	29.67	0.24
ozzoretto	59	1	19.74	11.77	14.32	13.19	14.39	0.000526	1.24	19.75	14.58	0.27
ozzoretto	59	2	22.54	11.77	14.54	13.27	14.6	0.00046	1.23	22.95	15.65	0.25
ozzoretto	58	1	19.74	11.99	14.11		14.31	0.001431	1.98	10.09	5.12	0.45
ozzoretto	58	2	22.54	11.99	14.31		14.52	0.001361	2.05	11.1	5.13	0.44
ozzoretto	57.8	1	19.74	12.02	14.09	13.31	14.31	0.001605	2.08	9.6	4.96	0.47
ozzoretto	57.8	2	22.54	12.02	14.28	13.43	14.52	0.001522	2.16	10.57	4.98	0.47
ozzoretto	57.5		Bridge									
ozzoretto	57	1	19.74	12.02	14.05		14.28	0.001708	2.12	9.42	4.96	0.49
ozzoretto	57	2	22.54	12.02	14.21		14.47	0.001699	2.24	10.23	4.97	0.49
ozzoretto	56	1	19.74	11.69	14.12		14.19	0.000477	1.16	20.36	17.33	0.26
ozzoretto	56	2	22.54	11.69	14.31		14.37	0.000433	1.17	23.79	19.95	0.25
ozzoretto	55	1	19.74	11.99	13.9	13.32	14.12	0.002941	2.08	9.52	5.97	0.52
ozzoretto	55	2	22.54	11.99	14.07	13.42	14.31	0.00275	2.15	10.54	6.02	0.51
ozzoretto	54.8	1	19.74	11.74	13.92	13.16	14.11	0.002066	1.97	10.22	5.84	0.46
ozzoretto	54.8	2	22.54	11.74	14.09	13.26	14.3	0.002014	2.05	11.22	5.93	0.46

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	54.5		Bridge									
ozzoretto	54	1	19.74	11.74	13.9	13.16	14.1	0.002114	1.98	10.15	5.83	0.46
ozzoretto	54	2	22.54	11.74	14.07	13.26	14.29	0.002055	2.07	11.14	5.92	0.46
ozzoretto	53	1	19.74	11.35	13.98	12.66	14.03	0.000345	1.08	24.95	23.49	0.22
ozzoretto	53	2	22.54	11.35	14.17	12.75	14.21	0.000302	1.07	29.39	24.05	0.21
ozzoretto	52	1	19.74	11.51	13.95	12.74	14	0.000395	1.12	23.29	19.77	0.24
ozzoretto	52	2	22.54	11.51	14.14	12.83	14.19	0.000344	1.1	27.07	20.08	0.22
ozzoretto	51	1	19.74	11.48	13.92	12.66	13.98	0.000419	1.16	21.07	16.8	0.24
ozzoretto	51	2	22.54	11.48	14.11	12.76	14.17	0.00038	1.17	24.29	17.15	0.24
ozzoretto	50	1	19.74	11.45	13.93	12.56	13.96	0.000253	0.88	26.02	15.16	0.19
ozzoretto	50	2	22.54	11.45	14.12	12.68	14.15	0.000242	0.91	28.91	15.44	0.19
ozzoretto	49	1	19.74	11.33	13.88	12.64	13.94	0.000433	1.17	22	21.91	0.25
ozzoretto	49	2	22.54	11.33	14.08	12.73	14.14	0.000382	1.16	26.43	24.42	0.23
ozzoretto	48	1	19.74	11.5	13.86	12.68	13.92	0.000477	1.17	19.47	12.84	0.25
ozzoretto	48	2	22.54	11.5	14.05	12.77	14.11	0.000457	1.21	23.24	20.77	0.25
ozzoretto	47	1	19.74	11.53	13.86	12.73	13.89	0.000293	0.91	25.38	15.89	0.2
ozzoretto	47	2	22.54	11.53	14.05	12.81	14.09	0.000272	0.93	28.46	16.16	0.2
ozzoretto	46	1	19.74	11.37	13.8	12.6	13.87	0.000501	1.21	18.6	12.01	0.26
ozzoretto	46	2	22.54	11.37	13.99	12.7	14.06	0.000524	1.31	21.32	21.95	0.27
ozzoretto	45	1	19.74	11.41	13.79	12.6	13.85	0.000454	1.2	21.64	15.97	0.26
ozzoretto	45	2	22.54	11.41	13.98	12.67	14.04	0.000409	1.21	24.73	16.26	0.25
ozzoretto	44	1	19.74	11.43	13.76	12.59	13.82	0.000457	1.19	19.88	13.42	0.26
ozzoretto	44	2	22.54	11.43	13.95	12.69	14.01	0.000424	1.21	22.49	13.93	0.25
ozzoretto	43	1	19.74	11.35	13.73	12.54	13.79	0.000494	1.24	18.76	12.09	0.26
ozzoretto	43	2	22.54	11.35	13.92	12.64	13.99	0.000467	1.27	21.14	12.75	0.26
ozzoretto	42	1	19.74	11.23	13.71		13.77	0.000459	1.21	20.33	14.25	0.26
ozzoretto	42	2	22.54	11.23	13.9		13.96	0.000434	1.24	23.31	16.41	0.25
ozzoretto	41	1	19.74	11.15	13.67	12.67	13.73	0.000491	1.3	20.17	14.65	0.27
ozzoretto	41	2	22.54	11.15	13.87	12.84	13.93	0.000443	1.3	23.16	15.4	0.26
ozzoretto	40.8	1	19.74	11.31	13.64	12.64	13.73	0.000704	1.5	16.46	11.04	0.32
ozzoretto	40.8	2	22.54	11.31	13.83	12.76	13.93	0.000658	1.54	18.68	11.63	0.31
ozzoretto	40.5		Bridge									
ozzoretto	40	1	19.74	11.31	13.56	12.65	13.66	0.000803	1.57	15.65	10.81	0.34
ozzoretto	40	2	22.54	11.31	13.74	12.75	13.84	0.000772	1.62	17.58	11.34	0.34
ozzoretto	39	1	19.74	11.26	13.49	12.56	13.65	0.001388	1.76	11.63	6.15	0.39
ozzoretto	39	2	22.54	11.26	13.65	12.67	13.82	0.001407	1.86	12.61	6.19	0.4
ozzoretto	38.8	1	19.74	11.22	13.49	12.53	13.64	0.001381	1.73	11.76	5.92	0.38
ozzoretto	38.8	2	22.54	11.22	13.65	12.64	13.82	0.001408	1.83	12.7	5.93	0.39
ozzoretto	38.5		Bridge									
ozzoretto	38	1	19.74	11.22	13.49	12.53	13.64	0.001399	1.74	11.71	5.92	0.38

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	38	2	22.54	11.22	13.64	12.64	13.81	0.001425	1.84	12.65	5.93	0.39
ozzoretto	37	1	19.74	11.04	13.51	12.32	13.57	0.000453	1.24	19.82	12.98	0.26
ozzoretto	37	2	22.54	11.04	13.68	12.41	13.75	0.000443	1.29	22.07	13.64	0.26
ozzoretto	36	1	19.74	11.01	13.49		13.55	0.000428	1.2	20.2	13.66	0.25
ozzoretto	36	2	22.54	11.01	13.65		13.72	0.000462	1.3	23.08	20.14	0.26
ozzoretto	35	1	19.74	10.93	13.48	12.26	13.53	0.000416	1.14	22	16.29	0.24
ozzoretto	35	2	22.54	10.93	13.65	12.36	13.7	0.000397	1.17	24.76	16.6	0.24
ozzoretto	34	1	19.74	10.78	13.46	12.26	13.51	0.000353	1.12	25.03	19.63	0.23
ozzoretto	34	2	22.54	10.78	13.63	12.36	13.68	0.000327	1.13	28.41	20.02	0.22
ozzoretto	33	1	19.74	10.86	13.42	12.23	13.48	0.000456	1.19	19.93	13.68	0.25
ozzoretto	33	2	22.54	10.86	13.58	12.33	13.65	0.000487	1.28	23.25	23.39	0.26
ozzoretto	32	1	19.74	10.92	13.4	12.13	13.46	0.000409	1.13	20.41	13.12	0.24
ozzoretto	32	2	22.54	10.92	13.56	12.22	13.62	0.000421	1.2	22.75	16.68	0.24
ozzoretto	31	1	19.74	10.82	13.24	12.33	13.38	0.001272	1.71	12.57	8.25	0.38
ozzoretto	31	2	22.54	10.82	13.39	12.44	13.54	0.001263	1.79	13.87	8.64	0.38
ozzoretto	30.8	1	19.74	10.84	13.15	12.31	13.37	0.001498	2.14	10.2	5.16	0.46
ozzoretto	30.8	2	22.54	10.84	13.28	12.42	13.53	0.001611	2.31	10.86	5.19	0.49
ozzoretto	30.5		Bridge									
ozzoretto	30	1	19.74	10.84	13.14	12.31	13.37	0.001511	2.15	10.17	5.16	0.47
ozzoretto	30	2	22.54	10.84	13.27	12.42	13.53	0.001625	2.31	10.83	5.19	0.49
ozzoretto	29	1	19.74	10.72	13.21		13.27	0.000454	1.17	19.74	13.16	0.25
ozzoretto	29	2	22.54	10.72	13.36		13.42	0.000458	1.22	21.71	13.73	0.25
ozzoretto	28	1	19.74	10.62	13.17	12	13.24	0.000489	1.3	19.08	12.57	0.27
ozzoretto	28	2	22.54	10.62	13.32	12.1	13.39	0.000497	1.36	20.95	13.12	0.27
ozzoretto	27	1	19.74	10.67	13.16	11.89	13.21	0.000404	1.18	20.43	12.91	0.24
ozzoretto	27	2	22.54	10.67	13.3	11.98	13.36	0.000414	1.24	22.34	13.45	0.25
ozzoretto	26	1	19.74	10.62	13.15	11.85	13.19	0.000253	0.93	29.37	24.27	0.19
ozzoretto	26	2	22.54	10.62	13.3	11.95	13.34	0.000239	0.95	33.03	24.59	0.19
ozzoretto	25	1	19.74	10.64	13.12	11.94	13.17	0.000409	1.09	22.05	17.69	0.24
ozzoretto	25	2	22.54	10.64	13.27	12.03	13.32	0.000395	1.12	24.7	17.99	0.24
ozzoretto	24	1	19.74	10.54	13.1	11.74	13.15	0.00035	1.04	21.48	13.31	0.22
ozzoretto	24	2	22.54	10.54	13.24	11.83	13.3	0.000372	1.12	23.45	15.45	0.23
ozzoretto	23	1	19.74	10.36	13.1		13.12	0.000147	0.73	35.13	21.48	0.15
ozzoretto	23	2	22.54	10.36	13.25		13.27	0.000149	0.76	38.29	21.73	0.15
ozzoretto	21	1	19.74	10.5	13.1	11.57	13.12	0.000132	0.68	34.22	17.74	0.14
ozzoretto	21	2	22.54	10.5	13.25	11.62	13.27	0.000138	0.72	36.82	18	0.14
ozzoretto	20	1	19.74	10.52	13.03		13.1	0.000606	1.3	17.11	11.15	0.28
ozzoretto	20	2	22.54	10.52	13.16		13.25	0.000621	1.37	18.69	11.57	0.29
ozzoretto	19	1	19.74	10.63	12.93	11.92	13.06	0.000954	1.57	12.64	6.33	0.35
ozzoretto	19	2	22.54	10.63	13.05	12.01	13.2	0.00102	1.69	13.43	6.34	0.37
ozzoretto	18.8	1	19.74	10.69	12.96	11.98	13.04	0.000684	1.36	16.76	11.75	0.31

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	18.8	2	22.54	10.69	13.09	12.08	13.18	0.000697	1.43	18.35	12.22	0.31
ozzoretto	18.5		Bridge									
ozzoretto	18	1	19.74	10.69	12.93	11.99	13.01	0.000731	1.39	16.37	11.63	0.32
ozzoretto	18	2	22.54	10.69	13.05	12.07	13.15	0.000752	1.47	17.85	12.07	0.32
ozzoretto	17.8	1	19.74	10.57	12.89	11.93	12.97	0.000653	1.36	19.22	20.4	0.3
ozzoretto	17.8	2	22.54	10.57	13.02	12.01	13.1	0.00062	1.38	21.94	20.7	0.3
ozzoretto	17.5		Bridge									
ozzoretto	17	1	19.74	10.57	12.88	11.93	12.96	0.000676	1.38	18.94	20.37	0.31
ozzoretto	17	2	22.54	10.57	13.01	12.01	13.09	0.000638	1.4	21.68	20.67	0.3
ozzoretto	16	1	19.74	10.72	12.85	11.88	12.92	0.000603	1.28	20.36	22.39	0.29
ozzoretto	16	2	22.54	10.72	12.98	11.96	13.05	0.000557	1.29	23.43	22.39	0.28
ozzoretto	15	1	19.74	10.48	12.82	11.69	12.89	0.000535	1.27	19.57	17.82	0.28
ozzoretto	15	2	22.54	10.48	12.95	11.78	13.02	0.000531	1.32	22.25	20.57	0.28
ozzoretto	14	1	19.74	10.61	12.77		12.85	0.000698	1.38	18.86	20.34	0.31
ozzoretto	14	2	22.54	10.61	12.91		12.99	0.000637	1.38	21.73	20.34	0.3
ozzoretto	13	1	19.74	10.58	12.74		12.81	0.000604	1.23	19.21	19.87	0.28
ozzoretto	13	2	22.54	10.58	12.88		12.95	0.000569	1.25	22.03	19.87	0.27
ozzoretto	12	1	19.74	10.48	12.71	11.68	12.78	0.000586	1.23	19.05	15.77	0.28
ozzoretto	12	2	22.54	10.48	12.85	11.77	12.92	0.00057	1.27	21.32	16.25	0.28
ozzoretto	11	1	19.74	10.45	12.7	11.54	12.73	0.000325	0.99	24.8	16.52	0.22
ozzoretto	11	2	22.54	10.45	12.84	11.76	12.88	0.000325	1.04	27.14	16.8	0.22
ozzoretto	10	1	19.74	10.36	12.63	11.69	12.7	0.0007	1.26	17.49	13.18	0.3
ozzoretto	10	2	22.54	10.36	12.77	11.78	12.85	0.000694	1.32	19.35	13.93	0.3
ozzoretto	9	1	19.74	10.28	12.63	11.55	12.66	0.00034	0.99	24.91	17.01	0.22
ozzoretto	9	2	22.54	10.28	12.77	11.58	12.81	0.000337	1.03	27.32	17.23	0.22
ozzoretto	8	1	19.74	10.06	12.56	11.47	12.64	0.000573	1.33	18.1	12.81	0.29
ozzoretto	8	2	22.54	10.06	12.69	11.58	12.78	0.000624	1.44	20.58	19.37	0.3
ozzoretto	7	1	19.74	10.08	12.59	11.16	12.61	0.000209	0.81	28.19	16.82	0.17
ozzoretto	7	2	22.54	10.08	12.72	11.24	12.75	0.000217	0.85	30.48	17	0.18
ozzoretto	6.5		Bridge									
ozzoretto	6	1	19.74	10.45	12.51	11.64	12.59	0.0008	1.4	16.63	13.39	0.33
ozzoretto	6	2	22.54	10.45	12.64	11.73	12.73	0.000801	1.46	18.43	14.41	0.33

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
ozzoretto	99	1	14.1	14.23	15.92	15.16	16.01	0.000894	1.36	11.68	9.55	0.34
ozzoretto	99	2	16.1	14.23	16.07	15.24	16.16	0.000843	1.4	13.15	10.26	0.34
ozzoretto	98	1	14.1	13.92	15.88	15.01	15.96	0.000729	1.31	12.44	9.96	0.31
ozzoretto	98	2	16.1	13.92	16.03	15.09	16.11	0.000697	1.35	14.05	11.11	0.31
ozzoretto	97	1	14.1	14.51	15.8	15.23	15.88	0.001653	1.24	11.98	12.86	0.37
ozzoretto	97	2	16.1	14.51	15.97	15.29	16.04	0.001303	1.2	14.18	13.3	0.33
ozzoretto	96.8	1	14.1	14.25	15.82	14.97	15.87	0.000785	1.01	14.01	10.76	0.28
ozzoretto	96.8	2	16.1	14.25	15.98	15.03	16.04	0.000724	1.02	15.8	11.1	0.27
ozzoretto	96.5		Bridge									
ozzoretto	96	1	14.1	14.25	15.76		15.82	0.000899	1.06	13.36	10.64	0.3
ozzoretto	96	2	16.1	14.25	15.9		15.96	0.000858	1.08	14.89	10.93	0.3
ozzoretto	95	1	14.1	14.13	15.67	15.05	15.76	0.001115	1.43	12.07	14.44	0.37
ozzoretto	95	2	16.1	14.13	15.83	15.12	15.91	0.000923	1.39	14.39	14.74	0.35
ozzoretto	93	1	14.1	13.58	15.56		15.64	0.000726	1.32	12.86	11.82	0.31
ozzoretto	93	2	16.1	13.58	15.72		15.8	0.000684	1.35	14.95	14.56	0.31
ozzoretto	92	1	14.1	13.56	15.52		15.6	0.000716	1.32	14.39	21.73	0.31
ozzoretto	92	2	16.1	13.56	15.71		15.77	0.000541	1.22	18.39	21.73	0.27
ozzoretto	91	1	14.1	13.26	15.48	14.45	15.55	0.000581	1.24	14.93	23.79	0.28
ozzoretto	91	2	16.1	13.26	15.67	14.53	15.73	0.000482	1.2	19.74	29.24	0.26
ozzoretto	90	1	14.1	12.94	15.48		15.5	0.000248	0.83	21.86	16.78	0.18
ozzoretto	90	2	16.1	12.94	15.67		15.69	0.000225	0.83	26	22.93	0.17
ozzoretto	89.8	1	14.1	13.11	15.45	14.22	15.49	0.000351	0.98	18.53	17.51	0.22
ozzoretto	89.8	2	16.1	13.11	15.64	14.3	15.68	0.0003	0.96	21.89	17.51	0.2
ozzoretto	89.5		Bridge									
ozzoretto	89	1	14.1	13.11	15.44	14.22	15.48	0.000359	0.99	18.36	17.51	0.22
ozzoretto	89	2	16.1	13.11	15.63	14.3	15.67	0.000306	0.97	21.72	17.51	0.2
ozzoretto	88	1	14.1	13.04	15.38	14.27	15.45	0.000542	1.24	14.54	18.1	0.27
ozzoretto	88	2	16.1	13.04	15.61	14.36	15.65	0.000275	0.95	26.36	30.37	0.2
ozzoretto	87	1	14.1	13.21	15.13		15.35	0.003311	2.19	7.12	5.93	0.53
ozzoretto	87	2	16.1	13.21	15.38		15.58	0.002532	2.09	8.71	6.61	0.47
ozzoretto	86.8	1	14.1	13.14	15.23	14.26	15.3	0.000758	1.22	12.81	9.6	0.29
ozzoretto	86.8	2	16.1	13.14	15.48	14.35	15.54	0.000612	1.19	15.2	9.98	0.27
ozzoretto	86.5		Bridge									
ozzoretto	86	1	14.1	13.14	15.22		15.29	0.00078	1.23	12.68	9.57	0.29
ozzoretto	86	2	16.1	13.14	15.45		15.52	0.000642	1.21	14.94	9.95	0.27
ozzoretto	85	1	14.1	13.05	15.14	14.28	15.23	0.00082	1.41	12.67	14.58	0.33
ozzoretto	85	2	16.1	13.05	15.41	14.37	15.47	0.000566	1.28	16.68	15.52	0.28

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	84	1	14.1	12.84	15.1		15.18	0.000636	1.3	12.69	8.75	0.29
ozzoretto	84	2	16.1	12.84	15.36		15.43	0.000547	1.31	15.41	12.23	0.28
ozzoretto	83	1	14.1	12.78	15.08		15.13	0.000445	1.13	15.86	11.46	0.25
ozzoretto	83	2	16.1	12.78	15.34		15.39	0.000386	1.14	19.04	17.23	0.24
ozzoretto	82	1	14.1	12.69	15.03	13.94	15.1	0.000575	1.31	14.6	14.93	0.28
ozzoretto	82	2	16.1	12.69	15.32	14.03	15.37	0.000393	1.17	18.96	15.33	0.24
ozzoretto	81	1	14.1	12.68	15		15.07	0.000504	1.22	14.15	10.3	0.27
ozzoretto	81	2	16.1	12.68	15.28		15.34	0.000454	1.26	17.72	19.52	0.26
ozzoretto	80	1	14.1	12.79	15.01		15.03	0.000198	0.73	23.07	15.66	0.16
ozzoretto	80	2	16.1	12.79	15.29		15.31	0.000154	0.7	28.41	21.55	0.15
ozzoretto	79.8	1	14.1	12.75	14.96	13.9	15.03	0.000597	1.22	13.13	9.36	0.28
ozzoretto	79.8	2	16.1	12.75	15.25	13.99	15.31	0.000461	1.18	15.94	10.13	0.25
ozzoretto	79.5		Bridge									
ozzoretto	79	1	14.1	12.75	14.9		14.97	0.000675	1.27	12.55	9.16	0.29
ozzoretto	79	2	16.1	12.75	15.15		15.22	0.000542	1.24	15.02	9.96	0.27
ozzoretto	78	1	14.1	12.48	14.86		14.92	0.000471	1.16	14.45	10.37	0.25
ozzoretto	78	2	16.1	12.48	15.13		15.18	0.000392	1.14	17.47	12.77	0.23
ozzoretto	77	1	14.1	12.43	14.84		14.89	0.000387	1.11	15.61	10.78	0.23
ozzoretto	77	2	16.1	12.43	15.11		15.16	0.000331	1.11	19.11	14.83	0.22
ozzoretto	76	1	14.1	12.34	14.8	13.62	14.87	0.000496	1.3	14.54	11.38	0.27
ozzoretto	76	2	16.1	12.34	15.08	13.71	15.14	0.000404	1.27	19.53	18.83	0.25
ozzoretto	75	1	14.1	12.35	14.79		14.84	0.000309	1.02	17.44	11.52	0.21
ozzoretto	75	2	16.1	12.35	15.07		15.11	0.000252	0.99	20.8	12.5	0.2
ozzoretto	74.8	1	14.1	12.46	14.78	13.66	14.83	0.000463	1.15	14.96	10.82	0.25
ozzoretto	74.8	2	16.1	12.46	15.06	13.75	15.11	0.000361	1.11	18.17	11.88	0.23
ozzoretto	74.5		Bridge									
ozzoretto	74	1	14.1	12.46	14.71		14.77	0.000526	1.2	14.25	10.57	0.27
ozzoretto	74	2	16.1	12.46	14.98		15.03	0.000419	1.16	17.17	11.56	0.24
ozzoretto	73	1	14.1	12.13	14.7		14.74	0.000261	0.91	19.53	18.31	0.19
ozzoretto	73	2	16.1	12.13	14.97		15	0.000196	0.85	26.48	27.36	0.17
ozzoretto	72	1	14.1	12.12	14.7		14.73	0.000216	0.83	21.28	18.03	0.17
ozzoretto	72	2	16.1	12.12	14.97		14.99	0.000167	0.79	26.29	19.04	0.16
ozzoretto	71	1	14.1	12.21	14.68		14.71	0.000256	0.93	19.65	12.77	0.19
ozzoretto	71	2	16.1	12.21	14.95		14.98	0.000228	0.95	23.61	16.62	0.19
ozzoretto	70.8	1	14.1	12.46	14.68	13.54	14.71	0.000425	0.78	18.09	14.2	0.22
ozzoretto	70.8	2	16.1	12.46	14.95	13.6	14.98	0.000305	0.72	22.99	23.35	0.19
ozzoretto	70.5		Bridge									
ozzoretto	70	1	14.1	12.46	14.33		14.38	0.000928	1.05	13.45	12.18	0.32
ozzoretto	70	2	16.1	12.46	14.49		14.55	0.000827	1.04	15.54	13.13	0.3
ozzoretto	69	1	14.1	12.19	14.3		14.35	0.000466	1.05	15.33	11.26	0.25
ozzoretto	69	2	16.1	12.19	14.46		14.51	0.000437	1.07	17.22	11.64	0.24

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	68	1	14.1	12.38	14.24	13.46	14.31	0.000806	1.33	12.47	10.54	0.32
ozzoretto	68	2	16.1	12.38	14.41	13.54	14.48	0.000722	1.34	14.33	11.2	0.31
ozzoretto	67.8	1	14.1	12.31	14.18	13.5	14.31	0.001408	1.66	9.32	7.23	0.41
ozzoretto	67.8	2	16.1	12.31	14.34	13.59	14.48	0.001294	1.69	10.54	7.52	0.4
ozzoretto	67.5		Bridge									
ozzoretto	67	1	14.1	12.31	14.09	13.5	14.24	0.00172	1.77	8.69	7.08	0.45
ozzoretto	67	2	16.1	12.31	14.22	13.59	14.38	0.001655	1.83	9.66	7.31	0.45
ozzoretto	66	1	14.1	11.96	14.1	13.09	14.16	0.000544	1.13	14.12	10.58	0.26
ozzoretto	66	2	16.1	11.96	14.24	13.17	14.31	0.000536	1.17	15.64	11.06	0.27
ozzoretto	65	1	14.1	11.96	14.06		14.13	0.000656	1.21	13.68	12.42	0.29
ozzoretto	65	2	16.1	11.96	14.21		14.27	0.000627	1.25	15.59	14.14	0.29
ozzoretto	64	1	14.1	11.96	14.03	13.12	14.1	0.000621	1.14	13.65	10.92	0.28
ozzoretto	64	2	16.1	11.96	14.18	13.19	14.24	0.000595	1.17	15.26	11.48	0.28
ozzoretto	63	1	14.1	11.98	14.01	13.02	14.06	0.000471	1.04	15.2	10.75	0.25
ozzoretto	63	2	16.1	11.98	14.16	13.09	14.21	0.000478	1.1	16.84	12.2	0.25
ozzoretto	62	1	14.1	11.88	13.99	13	14.04	0.000501	1.06	14.87	11.27	0.25
ozzoretto	62	2	16.1	11.88	14.14	13.08	14.19	0.000484	1.1	16.54	11.71	0.25
ozzoretto	61	1	14.1	11.83	13.96		14.01	0.000475	1.05	15.44	11.18	0.25
ozzoretto	61	2	16.1	11.83	14.11		14.16	0.000484	1.12	17.14	12.51	0.25
ozzoretto	60	1	14.1	11.81	13.93		13.98	0.000501	1.05	15.2	11.4	0.25
ozzoretto	60	2	16.1	11.81	14.08		14.13	0.000506	1.12	16.9	12.91	0.26
ozzoretto	59	1	14.1	11.77	13.9	13	13.96	0.00058	1.14	14.49	11.2	0.27
ozzoretto	59	2	16.1	11.77	14.05	13.07	14.11	0.000562	1.18	16.16	11.83	0.27
ozzoretto	58	1	14.1	11.99	13.72		13.88	0.0015	1.75	8.11	5.09	0.44
ozzoretto	58	2	16.1	11.99	13.85		14.03	0.001505	1.85	8.77	5.1	0.45
ozzoretto	57.8	1	14.1	12.02	13.7	13.07	13.88	0.001688	1.85	7.7	4.93	0.47
ozzoretto	57.8	2	16.1	12.02	13.83	13.16	14.03	0.001694	1.95	8.34	4.94	0.48
ozzoretto	57.5		Bridge									
ozzoretto	57	1	14.1	12.02	13.69		13.87	0.001718	1.86	7.66	4.93	0.47
ozzoretto	57	2	16.1	12.02	13.82		14.02	0.001722	1.96	8.3	4.94	0.48
ozzoretto	56	1	14.1	11.69	13.73		13.79	0.000524	1.06	14.84	12.05	0.26
ozzoretto	56	2	16.1	11.69	13.88		13.93	0.000505	1.1	16.61	12.87	0.26
ozzoretto	55	1	14.1	11.99	13.53	13.11	13.72	0.00354	1.92	7.34	5.85	0.55
ozzoretto	55	2	16.1	11.99	13.67	13.18	13.87	0.003291	1.98	8.13	5.89	0.54
ozzoretto	54.8	1	14.1	11.74	13.55	12.91	13.71	0.002177	1.75	8.14	5.63	0.45
ozzoretto	54.8	2	16.1	11.74	13.68	13.01	13.86	0.002141	1.83	8.88	5.7	0.46
ozzoretto	54.5		Bridge									
ozzoretto	54	1	14.1	11.74	13.54	12.91	13.7	0.002242	1.76	8.06	5.62	0.46
ozzoretto	54	2	16.1	11.74	13.67	13.01	13.84	0.0022	1.85	8.81	5.7	0.46
ozzoretto	53	1	14.1	11.35	13.58	12.45	13.63	0.000393	1.03	16.12	11.59	0.23

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	53	2	16.1	11.35	13.72	12.52	13.77	0.00039	1.07	17.78	11.91	0.23
ozzoretto	52	1	14.1	11.51	13.55	12.53	13.6	0.000486	1.09	15.99	15.29	0.25
ozzoretto	52	2	16.1	11.51	13.69	12.61	13.75	0.000464	1.12	18.36	17.5	0.25
ozzoretto	51	1	14.1	11.48	13.53	12.46	13.58	0.000436	1.05	15.61	11.89	0.24
ozzoretto	51	2	16.1	11.48	13.67	12.54	13.73	0.000427	1.09	17.36	12.51	0.24
ozzoretto	50	1	14.1	11.45	13.53	12.36	13.56	0.000274	0.81	20.11	14.56	0.19
ozzoretto	50	2	16.1	11.45	13.68	12.43	13.71	0.000266	0.84	22.23	14.78	0.19
ozzoretto	49	1	14.1	11.33	13.48	12.43	13.54	0.00048	1.08	15.13	12.4	0.25
ozzoretto	49	2	16.1	11.33	13.63	12.51	13.68	0.000482	1.14	17.13	15.81	0.25
ozzoretto	48	1	14.1	11.5	13.46	12.47	13.51	0.000534	1.08	14.63	11.39	0.26
ozzoretto	48	2	16.1	11.5	13.6	12.55	13.66	0.000517	1.12	16.3	11.91	0.26
ozzoretto	47	1	14.1	11.53	13.45	12.47	13.48	0.000349	0.86	19.04	15.31	0.21
ozzoretto	47	2	16.1	11.53	13.6	12.55	13.63	0.000327	0.88	21.3	15.52	0.21
ozzoretto	46	1	14.1	11.37	13.4	12.39	13.46	0.000551	1.11	14.05	10.59	0.26
ozzoretto	46	2	16.1	11.37	13.54	12.47	13.61	0.000537	1.16	15.61	11.1	0.26
ozzoretto	45	1	14.1	11.41	13.39	12.43	13.43	0.000443	1.04	15.94	11.32	0.24
ozzoretto	45	2	16.1	11.41	13.53	12.5	13.58	0.000435	1.09	17.6	11.67	0.25
ozzoretto	44	1	14.1	11.43	13.35	12.39	13.4	0.000538	1.12	14.61	11.97	0.27
ozzoretto	44	2	16.1	11.43	13.49	12.46	13.55	0.000513	1.15	16.42	12.68	0.26
ozzoretto	43	1	14.1	11.35	13.32	12.33	13.37	0.000551	1.14	14.09	10.67	0.27
ozzoretto	43	2	16.1	11.35	13.46	12.41	13.53	0.000535	1.18	15.69	11.17	0.27
ozzoretto	42	1	14.1	11.23	13.3		13.35	0.000493	1.1	15.23	11.51	0.26
ozzoretto	42	2	16.1	11.23	13.44		13.5	0.000474	1.13	16.96	11.86	0.25
ozzoretto	41	1	14.1	11.15	13.23	12.37	13.3	0.000634	1.29	14.19	13.03	0.3
ozzoretto	41	2	16.1	11.15	13.39	12.42	13.46	0.000578	1.3	16.26	13.61	0.29
ozzoretto	40.8	1	14.1	11.31	13.22	12.41	13.3	0.000816	1.41	12.09	9.76	0.33
ozzoretto	40.8	2	16.1	11.31	13.37	12.5	13.45	0.000778	1.45	13.59	10.21	0.33
ozzoretto	40.5		Bridge									
ozzoretto	40	1	14.1	11.31	13.18	12.41	13.26	0.000892	1.45	11.7	9.63	0.35
ozzoretto	40	2	16.1	11.31	13.31	12.49	13.41	0.000863	1.5	13.07	10.06	0.35
ozzoretto	39	1	14.1	11.26	13.13	12.33	13.25	0.001363	1.53	9.44	6.06	0.38
ozzoretto	39	2	16.1	11.26	13.26	12.41	13.39	0.001381	1.62	10.23	6.09	0.38
ozzoretto	38.8	1	14.1	11.22	13.13	12.29	13.25	0.001333	1.5	9.63	5.9	0.36
ozzoretto	38.8	2	16.1	11.22	13.26	12.38	13.39	0.001359	1.59	10.4	5.91	0.37
ozzoretto	38.5		Bridge									
ozzoretto	38	1	14.1	11.22	13.13	12.29	13.24	0.001353	1.5	9.59	5.9	0.37
ozzoretto	38	2	16.1	11.22	13.26	12.38	13.38	0.001379	1.59	10.36	5.91	0.37
ozzoretto	37	1	14.1	11.04	13.13	12.11	13.19	0.000473	1.13	15.18	11.49	0.26
ozzoretto	37	2	16.1	11.04	13.27	12.18	13.33	0.00047	1.18	16.79	12.02	0.26
ozzoretto	36	1	14.1	11.01	13.11		13.16	0.000451	1.09	15.34	11.87	0.25
ozzoretto	36	2	16.1	11.01	13.24		13.3	0.000447	1.14	17.01	12.51	0.25

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	35	1	14.1	10.93	13.1	12.04	13.14	0.000444	1.04	15.73	11.47	0.24
ozzoretto	35	2	16.1	10.93	13.23	12.13	13.28	0.000447	1.1	17.35	12.27	0.25
ozzoretto	34	1	14.1	10.78	13.07	12.03	13.12	0.000398	1.06	16.68	12.39	0.23
ozzoretto	34	2	16.1	10.78	13.21	12.12	13.26	0.000395	1.1	18.42	12.78	0.24
ozzoretto	33	1	14.1	10.86	13.04	12.01	13.09	0.000491	1.09	15.03	11.89	0.25
ozzoretto	33	2	16.1	10.86	13.17	12.1	13.23	0.000483	1.13	16.72	12.51	0.25
ozzoretto	32	1	14.1	10.92	13.01	11.92	13.06	0.000428	1.02	15.65	11.63	0.24
ozzoretto	32	2	16.1	10.92	13.15	12	13.2	0.000426	1.07	17.29	12.16	0.24
ozzoretto	31	1	14.1	10.82	12.87	12.08	12.98	0.001353	1.54	9.67	7.3	0.38
ozzoretto	31	2	16.1	10.82	13	12.17	13.12	0.001343	1.62	10.65	7.63	0.38
ozzoretto	30.8	1	14.1	10.84	12.82	12.05	12.98	0.001332	1.81	8.51	5.09	0.43
ozzoretto	30.8	2	16.1	10.84	12.94	12.15	13.12	0.001411	1.94	9.11	5.12	0.44
ozzoretto	30.5		Bridge									
ozzoretto	30	1	14.1	10.84	12.81	12.05	12.97	0.001343	1.82	8.49	5.09	0.43
ozzoretto	30	2	16.1	10.84	12.93	12.15	13.11	0.001423	1.95	9.08	5.11	0.44
ozzoretto	29	1	14.1	10.72	12.85		12.9	0.000469	1.05	15.19	11.76	0.25
ozzoretto	29	2	16.1	10.72	12.97		13.03	0.00047	1.1	16.74	12.26	0.25
ozzoretto	28	1	14.1	10.62	12.81	11.77	12.87	0.000494	1.17	14.75	11.2	0.26
ozzoretto	28	2	16.1	10.62	12.94	11.86	13	0.000501	1.23	16.21	11.68	0.27
ozzoretto	27	1	14.1	10.67	12.79	11.68	12.84	0.000401	1.05	15.97	11.56	0.24
ozzoretto	27	2	16.1	10.67	12.92	11.75	12.97	0.000409	1.1	17.48	12.03	0.24
ozzoretto	26	1	14.1	10.62	12.78	11.62	12.81	0.000331	0.95	20.35	23.46	0.21
ozzoretto	26	2	16.1	10.62	12.91	11.71	12.94	0.000303	0.95	23.48	23.75	0.21
ozzoretto	25	1	14.1	10.64	12.75	11.73	12.79	0.00046	1.02	15.98	14.26	0.24
ozzoretto	25	2	16.1	10.64	12.88	11.81	12.93	0.000454	1.06	17.91	15.79	0.24
ozzoretto	24	1	14.1	10.54	12.73	11.55	12.77	0.000348	0.93	16.84	11.91	0.21
ozzoretto	24	2	16.1	10.54	12.86	11.62	12.9	0.000356	0.98	18.39	12.39	0.22
ozzoretto	23	1	14.1	10.36	12.73		12.75	0.000158	0.68	27.21	20.81	0.15
ozzoretto	23	2	16.1	10.36	12.86		12.88	0.000156	0.7	29.93	21.04	0.15
ozzoretto	21	1	14.1	10.5	12.73	11.38	12.74	0.000125	0.6	27.73	17.07	0.13
ozzoretto	21	2	16.1	10.5	12.86	11.38	12.87	0.00013	0.63	29.95	17.3	0.13
ozzoretto	20	1	14.1	10.52	12.66		12.73	0.00062	1.16	13.27	9.99	0.28
ozzoretto	20	2	16.1	10.52	12.79		12.86	0.00063	1.23	14.54	10.42	0.28
ozzoretto	19	1	14.1	10.63	12.59	11.72	12.68	0.000902	1.35	10.49	6.31	0.33
ozzoretto	19	2	16.1	10.63	12.71	11.79	12.81	0.000942	1.44	11.22	6.32	0.34
ozzoretto	18.8	1	14.1	10.69	12.6	11.78	12.68	0.000734	1.24	12.81	10.5	0.31
ozzoretto	18.8	2	16.1	10.69	12.72	11.86	12.8	0.000734	1.3	14.1	10.92	0.31
ozzoretto	18.5		Bridge									
ozzoretto	18	1	14.1	10.69	12.58	11.78	12.66	0.000773	1.26	12.58	10.42	0.31
ozzoretto	18	2	16.1	10.69	12.7	11.86	12.78	0.000777	1.32	13.81	10.83	0.32

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	17.8	1	14.1	10.57	12.54	11.72	12.61	0.000706	1.25	13.22	11.01	0.31
ozzoretto	17.8	2	16.1	10.57	12.66	11.8	12.73	0.000712	1.31	14.53	11.47	0.31
ozzoretto	17.5		Bridge									
ozzoretto	17	1	14.1	10.57	12.53	11.72	12.6	0.000727	1.26	13.08	10.96	0.31
ozzoretto	17	2	16.1	10.57	12.64	11.8	12.72	0.000732	1.32	14.38	11.42	0.31
ozzoretto	16	1	14.1	10.72	12.49	11.68	12.56	0.000719	1.23	13.45	12.39	0.31
ozzoretto	16	2	16.1	10.72	12.6	11.75	12.68	0.000745	1.31	14.95	15.05	0.32
ozzoretto	15	1	14.1	10.48	12.46	11.49	12.52	0.00056	1.15	14.22	12.21	0.28
ozzoretto	15	2	16.1	10.48	12.57	11.56	12.64	0.000583	1.23	15.69	14.16	0.28
ozzoretto	14	1	14.1	10.61	12.41		12.48	0.000776	1.27	13.21	12.64	0.32
ozzoretto	14	2	16.1	10.61	12.52		12.6	0.000774	1.33	14.71	13.81	0.32
ozzoretto	13	1	14.1	10.58	12.38		12.44	0.000642	1.11	13.94	12.07	0.28
ozzoretto	13	2	16.1	10.58	12.49		12.56	0.000652	1.17	15.39	13.62	0.28
ozzoretto	12	1	14.1	10.48	12.34	11.48	12.4	0.000654	1.14	13.98	12.21	0.28
ozzoretto	12	2	16.1	10.48	12.46	11.55	12.52	0.000663	1.2	15.41	13.17	0.29
ozzoretto	11	1	14.1	10.45	12.32	11.41	12.36	0.000375	0.94	18.75	15.78	0.23
ozzoretto	11	2	16.1	10.45	12.44	11.49	12.47	0.000372	0.98	20.57	16.01	0.23
ozzoretto	10	1	14.1	10.36	12.25	11.5	12.32	0.00085	1.19	12.81	11.66	0.31
ozzoretto	10	2	16.1	10.36	12.37	11.57	12.44	0.000841	1.24	14.14	12.11	0.32
ozzoretto	9	1	14.1	10.28	12.24	11.37	12.27	0.000421	0.96	18.45	16.41	0.24
ozzoretto	9	2	16.1	10.28	12.35	11.42	12.39	0.000411	0.99	20.35	16.59	0.23
ozzoretto	8	1	14.1	10.06	12.18	11.25	12.25	0.000634	1.23	13.51	11.13	0.29
ozzoretto	8	2	16.1	10.06	12.29	11.34	12.36	0.000654	1.3	14.76	11.61	0.3
ozzoretto	7	1	14.1	10.08	12.2	10.98	12.22	0.000217	0.73	21.94	15.55	0.17
ozzoretto	7	2	16.1	10.08	12.31	11.05	12.34	0.000227	0.77	23.7	15.92	0.17
ozzoretto	6.5		Bridge									
ozzoretto	6	1	14.1	10.45	12.12	11.44	12.2	0.001	1.34	11.9	11.21	0.35
ozzoretto	6	2	16.1	10.45	12.23	11.51	12.32	0.001	1.4	13.12	11.76	0.35

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude
ozzoretto	99	1	6.35	14.23	15.32	14.81	15.37	0.000979	1.04	6.5	7.66	0.33
ozzoretto	99	2	7.3	14.23	15.4	14.86	15.46	0.000995	1.1	7.1	7.9	0.34
ozzoretto	98	1	6.35	13.92	15.28	14.64	15.32	0.000678	0.96	7.22	7.73	0.28
ozzoretto	98	2	7.3	13.92	15.36	14.69	15.41	0.000713	1.02	7.81	7.97	0.29
ozzoretto	97	1	6.35	14.51	15.12	14.96	15.21	0.004346	1.38	4.6	8.55	0.6
ozzoretto	97	2	7.3	14.51	15.2	15	15.3	0.003581	1.36	5.35	8.67	0.55
ozzoretto	96.8	1	6.35	14.25	15.16	14.7	15.19	0.001082	0.87	7.32	9.4	0.31
ozzoretto	96.8	2	7.3	14.25	15.24	14.74	15.28	0.001048	0.9	8.12	9.57	0.31
ozzoretto	96.5		Bridge									
ozzoretto	96	1	6.35	14.25	15.13		15.17	0.001204	0.9	7.07	9.34	0.33
ozzoretto	96	2	7.3	14.25	15.21		15.26	0.001156	0.93	7.86	9.51	0.33
ozzoretto	95	1	6.35	14.13	15	14.7	15.08	0.002166	1.33	5.06	7.46	0.47
ozzoretto	95	2	7.3	14.13	15.08	14.75	15.18	0.001986	1.36	5.73	7.76	0.46
ozzoretto	93	1	6.35	13.58	14.83		14.89	0.000969	1.08	6.4	7.46	0.33
ozzoretto	93	2	7.3	13.58	14.93		14.99	0.000934	1.12	7.15	7.76	0.33
ozzoretto	92	1	6.35	13.56	14.78		14.84	0.000928	1.07	6.52	7.57	0.32
ozzoretto	92	2	7.3	13.56	14.88		14.94	0.000892	1.11	7.29	7.9	0.32
ozzoretto	91	1	6.35	13.26	14.74	14.06	14.78	0.000652	0.96	7.26	7.51	0.28
ozzoretto	91	2	7.3	13.26	14.84	14.11	14.89	0.000647	1.01	8.03	7.8	0.28
ozzoretto	90	1	6.35	12.94	14.69		14.72	0.000465	0.84	9.13	15.59	0.23
ozzoretto	90	2	7.3	12.94	14.8		14.83	0.000425	0.84	10.81	15.76	0.22
ozzoretto	89.8	1	6.35	13.11	14.67	13.84	14.7	0.000446	0.81	8.34	7.54	0.23
ozzoretto	89.8	2	7.3	13.11	14.77	13.89	14.81	0.000452	0.86	9.13	7.82	0.23
ozzoretto	89.5		Bridge									
ozzoretto	89	1	6.35	13.11	14.66	13.84	14.69	0.000459	0.82	8.26	7.52	0.23
ozzoretto	89	2	7.3	13.11	14.76	13.89	14.8	0.000464	0.87	9.04	7.79	0.23
ozzoretto	88	1	6.35	13.04	14.61	13.87	14.66	0.00057	0.94	7.5	7.4	0.26
ozzoretto	88	2	7.3	13.04	14.72	13.93	14.76	0.000573	0.99	8.27	7.69	0.26
ozzoretto	87	1	6.35	13.21	14.36		14.55	0.005384	1.91	3.36	3.94	0.61
ozzoretto	87	2	7.3	13.21	14.45		14.65	0.005337	2.01	3.71	4.16	0.62
ozzoretto	86.8	1	6.35	13.14	14.45	13.85	14.51	0.001248	1.07	6.03	7.38	0.34
ozzoretto	86.8	2	7.3	13.14	14.54	13.91	14.61	0.001201	1.12	6.78	7.94	0.34
ozzoretto	86.5		Bridge									
ozzoretto	86	1	6.35	13.14	14.44		14.5	0.001267	1.08	6	7.33	0.34
ozzoretto	86	2	7.3	13.14	14.54		14.6	0.001222	1.12	6.73	7.93	0.34
ozzoretto	85	1	6.35	13.05	14.33	13.86	14.4	0.001397	1.27	5.49	6.73	0.39
ozzoretto	85	2	7.3	13.05	14.43	13.92	14.51	0.001335	1.32	6.18	7.09	0.38

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	84	1	6.35	12.84	14.26		14.32	0.000972	1.13	6.13	6.62	0.33
ozzoretto	84	2	7.3	12.84	14.36		14.43	0.000953	1.18	6.81	6.9	0.33
ozzoretto	83	1	6.35	12.78	14.21		14.25	0.000764	1.04	7.33	8.55	0.3
ozzoretto	83	2	7.3	12.78	14.31		14.36	0.000722	1.07	8.24	8.82	0.29
ozzoretto	82	1	6.35	12.69	14.14	13.5	14.2	0.000837	1.12	6.46	6.8	0.31
ozzoretto	82	2	7.3	12.69	14.25	13.56	14.31	0.000825	1.17	7.18	7.11	0.31
ozzoretto	81	1	6.35	12.68	14.1		14.15	0.000796	1.07	6.63	7	0.31
ozzoretto	81	2	7.3	12.68	14.21		14.26	0.000779	1.12	7.38	7.31	0.31
ozzoretto	80	1	6.35	12.79	14.07		14.1	0.000591	0.83	8.98	13.27	0.26
ozzoretto	80	2	7.3	12.79	14.18		14.21	0.000516	0.83	10.54	14.43	0.24
ozzoretto	79.8	1	6.35	12.75	14.03	13.5	14.1	0.001208	1.15	5.77	6.51	0.35
ozzoretto	79.8	2	7.3	12.75	14.14	13.56	14.21	0.001136	1.18	6.49	6.83	0.35
ozzoretto	79.5		Bridge									
ozzoretto	79	1	6.35	12.75	14.02		14.08	0.001264	1.16	5.68	6.47	0.36
ozzoretto	79	2	7.3	12.75	14.12		14.19	0.001189	1.2	6.39	6.79	0.36
ozzoretto	78	1	6.35	12.48	13.96		14	0.000701	0.99	6.92	6.94	0.28
ozzoretto	78	2	7.3	12.48	14.07		14.12	0.000687	1.04	7.69	7.25	0.28
ozzoretto	77	1	6.35	12.43	13.92		13.97	0.000547	0.94	7.58	7.29	0.26
ozzoretto	77	2	7.3	12.43	14.03		14.08	0.000543	0.98	8.4	7.64	0.26
ozzoretto	76	1	6.35	12.34	13.88	13.17	13.93	0.000713	1.12	6.76	6.63	0.3
ozzoretto	76	2	7.3	12.34	13.98	13.23	14.04	0.00071	1.17	7.5	6.95	0.3
ozzoretto	75	1	6.35	12.35	13.85		13.89	0.000496	0.91	8.11	8.2	0.25
ozzoretto	75	2	7.3	12.35	13.96		14	0.000487	0.95	9.05	8.59	0.25
ozzoretto	74.8	1	6.35	12.46	13.82	13.24	13.88	0.000944	1.11	6.34	7.25	0.32
ozzoretto	74.8	2	7.3	12.46	13.93	13.3	14	0.000891	1.15	7.17	7.67	0.32
ozzoretto	74.5		Bridge									
ozzoretto	74	1	6.35	12.46	13.79		13.86	0.00104	1.15	6.12	7.14	0.34
ozzoretto	74	2	7.3	12.46	13.9		13.97	0.000987	1.19	6.9	7.54	0.34
ozzoretto	73	1	6.35	12.13	13.78		13.8	0.000344	0.74	9.34	8.9	0.2
ozzoretto	73	2	7.3	12.13	13.88		13.91	0.000344	0.78	10.32	9.29	0.2
ozzoretto	72	1	6.35	12.12	13.77		13.79	0.00029	0.69	10.24	9.91	0.19
ozzoretto	72	2	7.3	12.12	13.87		13.9	0.000288	0.72	11.33	10.29	0.19
ozzoretto	71	1	6.35	12.21	13.73		13.76	0.00048	0.91	8.69	9.74	0.24
ozzoretto	71	2	7.3	12.21	13.84		13.87	0.000463	0.94	9.78	10.31	0.24
ozzoretto	70.8	1	6.35	12.46	13.72	13.18	13.76	0.001085	0.9	7.03	9	0.33
ozzoretto	70.8	2	7.3	12.46	13.83	13.23	13.87	0.000989	0.91	8.06	9.57	0.31
ozzoretto	70.5		Bridge									
ozzoretto	70	1	6.35	12.46	13.63		13.69	0.001469	1.01	6.29	8.56	0.38
ozzoretto	70	2	7.3	12.46	13.73		13.78	0.001379	1.02	7.13	9.06	0.37
ozzoretto	69	1	6.35	12.19	13.6		13.63	0.000589	0.86	7.99	9.26	0.26
ozzoretto	69	2	7.3	12.19	13.69		13.73	0.000576	0.89	8.9	9.73	0.26

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	68	1	6.35	12.38	13.52	13.08	13.59	0.001269	1.17	5.95	7.78	0.37
ozzoretto	68	2	7.3	12.38	13.62	13.13	13.69	0.001186	1.2	6.73	8.17	0.36
ozzoretto	67.8	1	6.35	12.31	13.49	13.09	13.59	0.001909	1.35	4.86	5.8	0.44
ozzoretto	67.8	2	7.3	12.31	13.59	13.15	13.69	0.001829	1.41	5.41	6	0.44
ozzoretto	67.5		Bridge									
ozzoretto	67	1	6.35	12.31	13.47	13.09	13.57	0.002061	1.38	4.74	5.75	0.46
ozzoretto	67	2	7.3	12.31	13.56	13.15	13.67	0.001991	1.44	5.26	5.95	0.45
ozzoretto	66	1	6.35	11.96	13.46	12.74	13.5	0.000531	0.84	8.07	8.38	0.24
ozzoretto	66	2	7.3	11.96	13.56	12.79	13.59	0.000538	0.89	8.86	8.69	0.25
ozzoretto	65	1	6.35	11.96	13.42		13.47	0.000725	0.94	7.26	8.23	0.28
ozzoretto	65	2	7.3	11.96	13.51		13.56	0.000721	0.99	8.03	8.71	0.29
ozzoretto	64	1	6.35	11.96	13.39	12.77	13.43	0.000723	0.89	7.41	8.42	0.28
ozzoretto	64	2	7.3	11.96	13.48	12.82	13.52	0.000707	0.93	8.21	8.78	0.28
ozzoretto	63	1	6.35	11.98	13.36	12.66	13.39	0.000503	0.79	8.59	9.34	0.24
ozzoretto	63	2	7.3	11.98	13.46	12.71	13.49	0.000499	0.83	9.47	9.59	0.24
ozzoretto	62	1	6.35	11.88	13.34	12.65	13.37	0.000559	0.82	8.15	9.21	0.25
ozzoretto	62	2	7.3	11.88	13.43	12.7	13.47	0.000552	0.86	9.03	9.6	0.25
ozzoretto	61	1	6.35	11.83	13.3		13.34	0.000546	0.84	8.51	9.7	0.25
ozzoretto	61	2	7.3	11.83	13.4		13.43	0.000535	0.87	9.45	10.01	0.25
ozzoretto	60	1	6.35	11.81	13.27		13.3	0.000606	0.84	8.21	9.62	0.26
ozzoretto	60	2	7.3	11.81	13.36		13.4	0.000586	0.88	9.14	9.91	0.26
ozzoretto	59	1	6.35	11.77	13.23	12.63	13.27	0.0007	0.92	7.72	9.06	0.27
ozzoretto	59	2	7.3	11.77	13.33	12.69	13.37	0.000679	0.95	8.6	9.37	0.27
ozzoretto	58	1	6.35	11.99	13.11		13.19	0.001508	1.28	4.99	5.04	0.41
ozzoretto	58	2	7.3	11.99	13.2		13.29	0.001491	1.35	5.45	5.05	0.41
ozzoretto	57.8	1	6.35	12.02	13.1	12.68	13.19	0.001708	1.35	4.73	4.88	0.44
ozzoretto	57.8	2	7.3	12.02	13.19	12.73	13.29	0.001685	1.42	5.17	4.89	0.44
ozzoretto	57.5		Bridge									
ozzoretto	57	1	6.35	12.02	13.09		13.18	0.001757	1.36	4.69	4.88	0.44
ozzoretto	57	2	7.3	12.02	13.18		13.28	0.001729	1.43	5.13	4.88	0.44
ozzoretto	56	1	6.35	11.69	13.08		13.11	0.000618	0.84	7.97	9.16	0.26
ozzoretto	56	2	7.3	11.69	13.17		13.21	0.000598	0.87	8.86	9.54	0.26
ozzoretto	55	1	6.35	11.99	12.89	12.68	13.04	0.004788	1.7	3.75	4.94	0.62
ozzoretto	55	2	7.3	11.99	12.98	12.73	13.14	0.004676	1.73	4.22	5.25	0.62
ozzoretto	54.8	1	6.35	11.74	12.93	12.47	13.02	0.002382	1.34	4.74	5.01	0.44
ozzoretto	54.8	2	7.3	11.74	13.02	12.53	13.12	0.002434	1.4	5.21	5.22	0.45
ozzoretto	54.5		Bridge									
ozzoretto	54	1	6.35	11.74	12.91	12.47	13.01	0.002483	1.36	4.67	4.97	0.45
ozzoretto	54	2	7.3	11.74	13	12.53	13.11	0.002538	1.42	5.14	5.19	0.46
ozzoretto	53	1	6.35	11.35	12.92	12.09	12.95	0.000381	0.77	9.03	9.17	0.21

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	53	2	7.3	11.35	13.02	12.14	13.05	0.000392	0.82	9.94	9.92	0.22
ozzoretto	52	1	6.35	11.51	12.89	12.17	12.92	0.000493	0.83	8.49	9.26	0.24
ozzoretto	52	2	7.3	11.51	12.99	12.22	13.02	0.000493	0.87	9.39	9.67	0.24
ozzoretto	51	1	6.35	11.48	12.87	12.11	12.9	0.000437	0.79	8.73	9	0.23
ozzoretto	51	2	7.3	11.48	12.97	12.16	13	0.000441	0.83	9.6	9.42	0.23
ozzoretto	50	1	6.35	11.45	12.86	12.03	12.88	0.000325	0.65	10.72	13.55	0.19
ozzoretto	50	2	7.3	11.45	12.96	12.08	12.98	0.000315	0.68	12.03	13.7	0.19
ozzoretto	49	1	6.35	11.33	12.83	12.07	12.86	0.000463	0.8	8.52	8.83	0.23
ozzoretto	49	2	7.3	11.33	12.93	12.12	12.96	0.000468	0.85	9.37	9.18	0.23
ozzoretto	48	1	6.35	11.5	12.8	12.13	12.84	0.000605	0.84	7.93	8.82	0.26
ozzoretto	48	2	7.3	11.5	12.89	12.18	12.93	0.000597	0.88	8.79	9.28	0.26
ozzoretto	47	1	6.35	11.53	12.77	12.13	12.8	0.000573	0.79	8.99	14.35	0.25
ozzoretto	47	2	7.3	11.53	12.87	12.18	12.9	0.000518	0.8	10.41	14.49	0.24
ozzoretto	46	1	6.35	11.37	12.74	12.04	12.77	0.000592	0.85	7.79	8.25	0.25
ozzoretto	46	2	7.3	11.37	12.83	12.1	12.87	0.000588	0.89	8.6	8.59	0.26
ozzoretto	45	1	6.35	11.41	12.72	12.09	12.75	0.000511	0.83	8.8	9.95	0.24
ozzoretto	45	2	7.3	11.41	12.81	12.14	12.85	0.000495	0.86	9.78	10.15	0.24
ozzoretto	44	1	6.35	11.43	12.67	12.04	12.71	0.000645	0.9	7.64	8.72	0.27
ozzoretto	44	2	7.3	11.43	12.77	12.09	12.81	0.000629	0.94	8.51	9.19	0.27
ozzoretto	43	1	6.35	11.35	12.64	11.98	12.68	0.000613	0.89	7.68	8.33	0.26
ozzoretto	43	2	7.3	11.35	12.74	12.02	12.78	0.000604	0.93	8.51	8.67	0.26
ozzoretto	42	1	6.35	11.23	12.61		12.65	0.000621	0.91	7.9	9.88	0.27
ozzoretto	42	2	7.3	11.23	12.71		12.75	0.000593	0.94	8.9	10.12	0.26
ozzoretto	41	1	6.35	11.15	12.52	11.94	12.59	0.00096	1.17	6.2	7.6	0.34
ozzoretto	41	2	7.3	11.15	12.62	12	12.69	0.000951	1.23	7.02	9.02	0.34
ozzoretto	40.8	1	6.35	11.31	12.52	12.02	12.59	0.001086	1.19	6.08	7.24	0.35
ozzoretto	40.8	2	7.3	11.31	12.62	12.08	12.69	0.001045	1.23	6.82	7.81	0.35
ozzoretto	40.5		Bridge									
ozzoretto	40	1	6.35	11.31	12.51	12.02	12.57	0.001136	1.2	5.98	7.16	0.36
ozzoretto	40	2	7.3	11.31	12.6	12.08	12.67	0.001097	1.25	6.7	7.72	0.36
ozzoretto	39	1	6.35	11.26	12.5	11.94	12.56	0.001366	1.12	5.67	5.52	0.35
ozzoretto	39	2	7.3	11.26	12.59	11.99	12.66	0.001353	1.18	6.21	5.77	0.35
ozzoretto	38.8	1	6.35	11.22	12.5	11.92	12.56	0.001287	1.08	5.89	5.8	0.33
ozzoretto	38.8	2	7.3	11.22	12.59	11.97	12.66	0.00128	1.14	6.45	5.88	0.34
ozzoretto	38.5		Bridge									
ozzoretto	38	1	6.35	11.22	12.49	11.92	12.55	0.001316	1.09	5.85	5.77	0.33
ozzoretto	38	2	7.3	11.22	12.59	11.97	12.65	0.001307	1.15	6.4	5.88	0.34
ozzoretto	37	1	6.35	11.04	12.47	11.73	12.51	0.000473	0.86	8.47	8.9	0.24
ozzoretto	37	2	7.3	11.04	12.57	11.78	12.61	0.000474	0.91	9.35	9.28	0.24
ozzoretto	36	1	6.35	11.01	12.45		12.48	0.000445	0.82	8.54	8.78	0.23
ozzoretto	36	2	7.3	11.01	12.55		12.58	0.000448	0.87	9.42	9.24	0.24

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	35	1	6.35	10.93	12.43	11.68	12.47	0.000476	0.81	8.64	9.69	0.23
ozzoretto	35	2	7.3	10.93	12.53	11.73	12.57	0.000471	0.85	9.61	10.25	0.23
ozzoretto	34	1	6.35	10.78	12.41	11.59	12.44	0.000421	0.85	9.07	10.5	0.23
ozzoretto	34	2	7.3	10.78	12.51	11.65	12.54	0.000416	0.88	10.12	10.78	0.23
ozzoretto	33	1	6.35	10.86	12.38	11.64	12.41	0.000519	0.84	8.17	8.89	0.24
ozzoretto	33	2	7.3	10.86	12.47	11.69	12.51	0.000516	0.88	9.06	9.34	0.24
ozzoretto	32	1	6.35	10.92	12.35	11.57	12.38	0.000428	0.77	8.82	9.06	0.22
ozzoretto	32	2	7.3	10.92	12.45	11.62	12.48	0.000429	0.81	9.72	9.44	0.22
ozzoretto	31	1	6.35	10.82	12.24	11.66	12.31	0.001374	1.15	5.59	5.71	0.35
ozzoretto	31	2	7.3	10.82	12.33	11.72	12.41	0.00137	1.21	6.13	5.94	0.36
ozzoretto	30.8	1	6.35	10.84	12.23	11.61	12.3	0.001001	1.22	5.56	4.96	0.35
ozzoretto	30.8	2	7.3	10.84	12.32	11.67	12.4	0.001044	1.3	6.01	4.98	0.36
ozzoretto	30.5		Bridge									
ozzoretto	30	1	6.35	10.84	12.23	11.61	12.3	0.00101	1.22	5.54	4.96	0.35
ozzoretto	30	2	7.3	10.84	12.32	11.67	12.4	0.001053	1.3	5.99	4.98	0.36
ozzoretto	29	1	6.35	10.72	12.22		12.25	0.00044	0.78	8.67	8.89	0.22
ozzoretto	29	2	7.3	10.72	12.31		12.35	0.000448	0.82	9.52	9.38	0.23
ozzoretto	28	1	6.35	10.62	12.19	11.37	12.22	0.000431	0.86	8.55	8.71	0.23
ozzoretto	28	2	7.3	10.62	12.28	11.43	12.32	0.000445	0.91	9.37	9.11	0.24
ozzoretto	27	1	6.35	10.67	12.17	11.32	12.2	0.000335	0.75	9.54	9.27	0.2
ozzoretto	27	2	7.3	10.67	12.27	11.37	12.29	0.000348	0.8	10.41	9.61	0.21
ozzoretto	26	1	6.35	10.62	12.15	11.26	12.18	0.000314	0.73	9.99	10.58	0.2
ozzoretto	26	2	7.3	10.62	12.25	11.32	12.27	0.000324	0.77	10.98	11.18	0.2
ozzoretto	25	1	6.35	10.64	12.13	11.38	12.16	0.000457	0.76	8.83	9.9	0.23
ozzoretto	25	2	7.3	10.64	12.22	11.44	12.26	0.000459	0.8	9.76	10.4	0.23
ozzoretto	24	1	6.35	10.54	12.12	11.22	12.14	0.000287	0.65	10.25	9.67	0.18
ozzoretto	24	2	7.3	10.54	12.21	11.26	12.23	0.000299	0.69	11.13	10	0.19
ozzoretto	23	1	6.35	10.36	12.11		12.12	0.000176	0.57	14.61	19.71	0.15
ozzoretto	23	2	7.3	10.36	12.2		12.21	0.000173	0.59	16.43	19.88	0.15
ozzoretto	21	1	6.35	10.5	12.11	11.11	12.12	0.000102	0.43	17.5	15.97	0.11
ozzoretto	21	2	7.3	10.5	12.2	11.16	12.21	0.000105	0.45	18.97	16.13	0.11
ozzoretto	20	1	6.35	10.52	12.07		12.11	0.000532	0.83	7.97	7.95	0.24
ozzoretto	20	2	7.3	10.52	12.16		12.2	0.000549	0.88	8.68	8.25	0.25
ozzoretto	19	1	6.35	10.63	12.03	11.37	12.07	0.000713	0.91	6.95	6.26	0.28
ozzoretto	19	2	7.3	10.63	12.11	11.43	12.16	0.000739	0.98	7.48	6.27	0.28
ozzoretto	18.8	1	6.35	10.69	12.03	11.43	12.07	0.000723	0.92	7.34	8.46	0.28
ozzoretto	18.8	2	7.3	10.69	12.11	11.48	12.16	0.000725	0.97	8.08	8.76	0.29
ozzoretto	18.5		Bridge									
ozzoretto	18	1	6.35	10.69	12.02	11.43	12.06	0.000745	0.93	7.27	8.43	0.29
ozzoretto	18	2	7.3	10.69	12.1	11.48	12.15	0.000749	0.98	7.99	8.73	0.29

Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare

ozzoretto	17.8	1	6.35	10.57	11.98	11.36	12.02	0.00066	0.92	7.64	8.81	0.28
ozzoretto	17.8	2	7.3	10.57	12.06	11.42	12.11	0.000668	0.97	8.4	9.14	0.28
ozzoretto	17.5		Bridge									
ozzoretto	17	1	6.35	10.57	11.97	11.36	12.01	0.000686	0.94	7.54	8.76	0.28
ozzoretto	17	2	7.3	10.57	12.05	11.42	12.1	0.000694	0.99	8.29	9.09	0.29
ozzoretto	16	1	6.35	10.72	11.93	11.34	11.97	0.000687	0.91	7.6	8.86	0.28
ozzoretto	16	2	7.3	10.72	12.01	11.38	12.05	0.000692	0.96	8.35	9.18	0.28
ozzoretto	15	1	6.35	10.48	11.91	11.15	11.94	0.000436	0.8	8.65	8.67	0.23
ozzoretto	15	2	7.3	10.48	11.99	11.2	12.02	0.000456	0.85	9.38	9.01	0.24
ozzoretto	14	1	6.35	10.61	11.86		11.9	0.000755	0.95	7.37	8.93	0.29
ozzoretto	14	2	7.3	10.61	11.94		11.99	0.000761	1	8.12	9.35	0.3
ozzoretto	13	1	6.35	10.58	11.83		11.86	0.00057	0.79	8.24	9.08	0.24
ozzoretto	13	2	7.3	10.58	11.91		11.95	0.000584	0.84	8.99	9.46	0.25
ozzoretto	12	1	6.35	10.48	11.8	11.15	11.83	0.000599	0.83	8.1	9.4	0.25
ozzoretto	12	2	7.3	10.48	11.88	11.2	11.91	0.000613	0.88	8.87	9.81	0.26
ozzoretto	11	1	6.35	10.45	11.76	11.08	11.79	0.000424	0.77	10.22	14.67	0.22
ozzoretto	11	2	7.3	10.45	11.84	11.13	11.87	0.000412	0.8	11.44	14.83	0.22
ozzoretto	10	1	6.35	10.36	11.71	11.19	11.75	0.000916	0.91	7.15	9.02	0.3
ozzoretto	10	2	7.3	10.36	11.79	11.23	11.84	0.000906	0.95	7.89	9.44	0.3
ozzoretto	9	1	6.35	10.28	11.67	11.06	11.7	0.00057	0.85	9.42	15.25	0.26
ozzoretto	9	2	7.3	10.28	11.76	11.11	11.79	0.000532	0.86	10.72	15.48	0.25
ozzoretto	8	1	6.35	10.06	11.64	10.89	11.67	0.000496	0.86	8.18	8.59	0.24
ozzoretto	8	2	7.3	10.06	11.72	10.94	11.76	0.000523	0.92	8.88	8.98	0.25
ozzoretto	7	1	6.35	10.08	11.65	10.67	11.66	0.000165	0.5	13.87	13.73	0.14
ozzoretto	7	2	7.3	10.08	11.73	10.72	11.74	0.000174	0.54	15	14	0.14
ozzoretto	6.5		Bridge									
ozzoretto	6	1	6.35	10.45	11.6	11.1	11.65	0.001	1.01	6.72	8.65	0.33
ozzoretto	6	2	7.3	10.45	11.67	11.15	11.73	0.001001	1.06	7.41	9	0.33

6.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE

Nel paragrafo 6.1 sono state elencate le interferenze presenti in questo lotto tra la nuova viabilità e l'idrografia presente in questa area; tali interferenze sono essenzialmente di due tipi:

- intersezione tra il tracciato di progetto e zone a vario grado di pericolosità idraulica, secondo la classificazione P.A.I. redatta dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio;
- attraversamento di corsi d'acqua da parte del tracciato di progetto.

In questa parte dello studio verranno messe in evidenza le misure atte ad eliminare tali interferenze in modo che l'opera in progetto risulti ben inserita nel contesto territoriale presente. Per quanto riguarda le interferenze del primo tipo al fine di mettere in sicurezza l'opera per un determinato tempo di ritorno ($T_r = 200$ anni) verrà analizzata la cartografia disponibile, eventualmente integrandola con studi idraulici di dettaglio, in modo da stimare il valore dei battenti idrici, verranno quindi definite le quote del rilevato stradale che permettano il grado di sicurezza richiesto.

Successivamente verrà effettuato, sempre nelle aree di sovrapposizione il calcolo dei volumi in rilevato, volumi che verranno recuperati in modo da non aggravare il grado di rischio idraulico della zona, sulle modalità di recupero di questi volumi, si propone di dividere l'intervento in due parti, la prima attraverso un dimensionamento del fosso di smaltimento delle acque meteoriche della piattaforma stradale che tenga conto anche di questa esigenza, la seconda attraverso l'individuazione di opportune zone da destinare a questo scopo. Non si ritiene necessario, in questa fase dello studio, approfondire ulteriormente questo aspetto poiché esso risulta fortemente influenzato, nei suoi aspetti progettuali di dettaglio, dalle caratteristiche idrauliche del reticolo, caratteristiche che necessitano ulteriori approfondimenti ed indagini al fine di definirne tutti gli aspetti quantitativi.

Nei punti in cui si abbia l'attraversamento di corsi d'acqua di varia importanza da parte dell'opera in progetto (interferenze del secondo tipo), si avrà cura di garantire comunque la continuità del reticolo idrografico con manufatti ed opere d'arte che non dovranno in nessun caso portare ad un restringimento delle sezioni dei corpi idrici attraversati. Per gli attraversamenti più importanti nel paragrafo precedente sono già state effettuate le verifiche idrauliche e stabilite le quote minime degli impalcati in modo da assicurare un franco idraulico sufficiente alla sicurezza dell'opera, nel paragrafo successivo verranno dimensionati i tombini da predisporre al fine di salvaguardare il reticolo minore presente nell'area in esame.

Per quanto riguarda i battenti idrici l'Autorità di Bacino del Serchio ha predisposto una apposita cartografia in formato raster che descrive le aree allagabili ed i relativi battenti su celle di lato 1 m. Attraverso l'analisi di questi dati siamo in grado di definire le quote di sicurezza per l'infrastruttura; nel seguito viene riportata una tabella riepilogativa.

Asse Ovest - Est				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [m slm]	Volumi da recuperare [mc]
1 - 19	60	12,50	13,10	10000
43 - 61	80	12,70	13,50	14400
68 - 92	100	13,85	15,20	24000
112 - 119	30	15,30	16,80	2100

Come si vede dallo schema riportato sopra dove sono rappresentate per ogni tratto il battente, la livelletta idraulica e la quota della pavimentazione per ogni tratto analizzato, il franco di sicurezza si mantiene sempre al di sopra di 50 cm.

Inoltre dalla sezione stradale 17 alla 43 si ha un lungo tratto in trincea che si è reso necessario per l'attraversamento dell'acquedotto Nottolini. Il tratto viene protetto da due muri d'ala che dovranno garantire un adeguato franco di sicurezza; sempre analizzando la cartografia raster prodotta dall'Autorità di Bacino del Serchio si evince che nell'area in esame il battente atteso, con evento duecentennale, è nell'ordine di 50 cm sul piano campagna, si prevede pertanto di realizzare un muro alto un metro al fine di assicurare un adeguato franco idraulico.

6.4 ANALISI DEL RETICOLO MINORE

Nella tavola planimetria idraulica sono riportate tutte le interferenze tra il tracciato stradale ed il reticolo idrografico, riscontrate sia dall'analisi della cartografia (CTR 1:5000) sia attraverso l'effettuazione di sopralluoghi in situ. Come già espresso precedentemente, si prevede di predisporre misure atte ad evitare qualsiasi sconnessione od interruzione del reticolo idrografico esistente, essendo questo già allo stato attuale un sistema idraulico che presenta elementi di criticità dovuti ai bassi valori delle pendenze del terreno e come testimoniato dal fatto che una parte non trascurabile delle aree allagabili è soggetta a fenomeni di ristagno.

Si dispongono allora per ogni attraversamento manufatti, opportunamente dimensionati, volti ad eliminare queste interferenze.

6.4.1 OPERE D'ARTE

Si procede ad effettuare una stima delle portate che competono ai vari manufatti, che saranno costituiti prevalentemente da tombini circolari in calcestruzzo prefabbricati, tale stima è stata effettuata con il metodo del Turazza, considerando un coefficiente di deflusso pari a 0,3 e stimando il tempo di corrivazione con la formula di Ventura, riportata nel paragrafo 6.2.1, per la stima dell'altezza di pioggia si è fatto riferimento a quanto esposto nel capitolo 4 relativo all'analisi della pluviometria. Si ottengono con queste ipotesi i valori riportati nella seguente tabella, nella quale sono riportati per ogni opera d'arte il numero della sezione stradale, vedere la planimetria del tracciato od il profilo altimetrico, la distanza progressiva in Km, il valore dell'area del bacino interessato, ed infine il valore della portata stimata.

Successivamente si sono effettuate le verifiche idrauliche nell'ipotesi di moto uniforme per il calcolo delle luci da assegnare ad ognuno dei tombini elencati; nella tabella relativa sono riportate le grandezze idrauliche principali.

TOMBINI - CALCOLO DELLE PORTATE					
N°	Sez. rif	Sup. bacino idrografico	Tempo corrivazione	Altezza pioggia Tr=200	Portata
		kmq	[ore]	[mm]	[l/s]
t1	45	0.0772	0.0875	47.4729	145
t2	47	0.0085	0.0290	34.4743	35
t3	50	0.0085	0.0290	34.4743	35
t4	66	0.0070	0.0264	33.5173	31
t5	68	0.0214	0.0461	39.4131	64
t6	72	0.0185	0.0428	38.5896	58
t7	93	0.0108	0.0327	35.6925	41
t8	94	0.0108	0.0327	35.6925	41
t9	97	0.0091	0.0300	34.8170	37
t10	98	0.0080	0.0282	34.1726	34
t11	99	0.0100	0.0315	35.2964	39
t12	100	0.0120	0.0345	36.2419	44
t13	101	0.0120	0.0345	36.2419	44
t14	104	0.0060	0.0244	32.7765	28
t15	105	0.0060	0.0244	32.7765	28
t16	106	0.0060	0.0244	32.7765	28
t17	106	0.0060	0.0244	32.7765	28
t18	107	0.0060	0.0244	32.7765	28
t19	108	0.0060	0.0244	32.7765	28
t20	110	0.0200	0.0445	39.0283	61

TOMBINI-VERIFICA DELLE LUCI

N°	Sez. rif	opera d'arte	Pendenza m/m	Scabrezza $m^{1/3}s^{(-1)}$	Dimensioni Tombino m	Sezione mq	Altezza d'acqua m	Raggio idr. m	Franco idr. m	Portata max l/sec
t1	45	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t2	47	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t3	50	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t4	66	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t5	68	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t6	72	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t7	93	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t8	94	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t9	97	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t10	98	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t11	99	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t12	100	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t13	101	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t14	104	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t15	105	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t16	106	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t17	106	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t18	107	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t19	108	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t20	110	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220

6.5 SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

Nella planimetria idraulica allegata è riportato lo schema planimetrico relativo allo smaltimento delle acque di piattaforma. Per la prima parte del tracciato si è previsto uno schema di smaltimento di tipo aperto, senza trattamento delle acque, che vengono convogliate verso i corpi ricettori attraverso canali che presentano due tipi di sezioni:

Sezione tipo 1

Canale trapezio base 50 cm
 Altezza 50 cm
 Pendenza delle sponde 2/3

Sezione tipo 2

Canale trapezio base 70 cm
 Altezza 70 cm
 Pendenza delle sponde 2/3

Per la seconda parte del tracciato si è utilizzato invece uno schema che prevede il trattamento delle acque con apposite vasche di disoleazione prima dell'immissione nei corpi ricettori, sono stati utilizzati canali chiusi di forma circolare con valori del diametro che vanno dai 300 ai 600 mm.

La rete è stata dimensionata per tempi di ritorno di 25 anni, sono state considerate precipitazioni di breve durata (dai 15 ai 30 minuti) al fine di massimizzare l'intensità di pioggia. Si riporta nella tabella seguente il dimensionamento dei rami della rete.

tratto	L	A	Q	i	D/Sez	Qsm_mp	Qsm
	[m]	[mq]	[l/sec]	[-]	[m]	[l/sec]	[l/sec]
3-1	200	2600	52	0.003	0.5	0	207
2-1	200	2600	52	0.003	0.5	0	207
vasca 1							
3-4	1160	8120	162	0.003	0.6	153	306
2-4	1160	8120	162	0.003	0.6	153	306
5-4	700	4900	98	0.003	0.4	52	104
6-4	700	4900	98	0.003	0.4	52	104
vasca 2			521				
11-10	250	1750	35	0.003	0.4	52	104
12-10	430	5590	112	0.003	0.6	153	306
10-7	1400	18880	378	0.003	0.7	231	509
8-7	950	12350	247	0.003	0.6	153	306
vasca 3			771				
12-14	440	3080	62	0.003	0.5	0	207
13-14	400	2800	56	0.003	0.5	0	207
15-14	1170	8190	164	0.003	0.5	0	207
16-14	1170	8190	164	0.003	0.5	0	207
vasca 4			445				

tratto	L	A	Q	i	D/Sez	Qsm_mp	Qsm
	[m]	[mq]	[l/sec]	[-]	[m]	[l/sec]	[l/sec]
15-17	480	3360	67	0.003	0.5	0	207
16-17	500	3500	70	0.003	0.5	0	207
scarico							

Per quanto riguarda le considerazioni relative al posizionamento ed all'ubicazione delle vasche si rimanda a quanto già esposto nel capitolo precedente, si riporta la tabella riassuntiva delle caratteristiche delle vasche progettate.

Vasca n	Ubicazione Sez.	Q affluente l/sec	Volume mc
1	1	104	25
2	29	521	125
3	45	771	185
4	90	445	107

Si osserva come essendo la vasca n°2 il recapito delle acque che interessano il tratto in trincea essa dovrà essere dotata di un apposito impianto di sollevamento, in particolare si prevede di impiegare una batteria di tre pompe di cui una con funzione di riserva capaci di smaltire la portata affluente alla vasca. Le due pompe che lavoreranno in parallelo dovranno avere potenza di almeno 80 kw al fine di poter smaltire la portata con l'opportuna prevalenza.

7 ASSE EST – OVEST, CIRCONVALLAZIONE DI ALTOPASCIO ED OPERA CONNESSA

Questo lotto si sviluppa sul tracciato planimetrico esistente che inizia dallo svincolo di Antraccoli e si dirige lungo la direzione est – ovest verso il comune di Porcari. L'intervento previsto non prevede modifiche alla viabilità esistente se non per l'inserimento di alcune intersezioni a rotatoria.

L'asse viario ricade interamente all'interno del territorio del Comune di Capannori e da un punto di vista idraulico all'interno del territorio dell'Autorità di Bacino del fiume Arno; si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 4200 ml realizzato con una sezione stradale di tipo C1 costituita da una corsia per ogni senso di marcia di larghezza pari a 3,75 m e due banchine di 1,50 m ciascuna per una larghezza complessiva di 10,50 m. Da un punto di vista idraulico si hanno due attraversamenti esistenti del Rio Arpino e del Frizzone, oltre naturalmente a vari punti di interferenza con il reticolo minore ed un nuovo attraversamento in progetto sul canale Ozzoretto. Anche l'opera connessa può essere inquadrata come un adeguamento di viabilità esistente, mentre la circonvallazione di altopascio si sviluppa con tracciato parallelo all'autostrada A11 Fienze-Mare ed interessa i comuni di Porcari ed Altopascio.

7.1 INTERFERENZE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE DELL'OPERA

Pur trattandosi di un tratto di viabilità esistente che non subisce sostanziali modifiche, verranno analizzate le sovrapposizioni del tracciato con la cartografia prodotta dall'Autorità di Bacino del Fiume Arno ed in particolare verranno analizzate le sovrapposizioni tra il tracciato in progetto e le aree allagabili presenti nell'area. I comuni di Capannori, Porcari ed Altopascio, sui quali ricade il tracciato hanno prodotto infatti, all'interno dei propri strumenti urbanistici, studi idraulici i cui risultati vengono sintetizzati in tavole delle aree allagate nelle quali per vari tempi di ritorno (in questa fase abbiamo considerato l'evento duecentennale) sono rappresentati i battenti attesi. Oltre a questo, cioè all'analisi delle interferenze diffuse, il presente studio prevede la verifica degli attraversamenti sui principali corsi d'acqua, per ognuno dei quali verranno effettuate verifiche ante opera e post opera. Procedendo da est verso ovest si ha il primo attraversamento sul Canale Ozzoretto in un punto piuttosto a monte del corso del canale e quindi interessato da portate modeste. Si hanno successivamente altri due attraversamenti uno sul Rio Arpino ed uno sul Rio Frizzone.

Verrà inoltre assicurata la continuità del reticolo superficiale minore con la disposizione di tombini opportunamente dimensionati ogni qualvolta il corpo stradale interferisse con elementi di reticolo.

Per quanto riguarda la sovrapposizione con le aree a pericolosità molto elevata (Piano Assetto Idrogeologico PAI) non si rilevano importanti interferenze:

per l'asse Est-Ovest si ha sovrapposizione tra la sezione 86 e la 90 del tracciato stradale;

per la circonvallazione di Altopascio vi è sovrapposizione tra le sezioni 96 e 99;

per l'opera connessa le sovrapposizioni interessano le sezioni 102 – 116.

Al fine di garantire la sicurezza della nuova infrastruttura si è ritenuto utile valutare le sovrapposizioni esistenti tra il tracciato di progetto e le carte dei battenti idraulici (relativi all'evento duecentennale) presenti negli strumenti urbanistici dei comuni interessati; dall'analisi si osserva:

1. Asse Est – Ovest

sezioni 51 – 62 intersezione con area allagabile con battente tra 20 e 50 cm

sezioni 62 – 90 intersezione con area allagabile con battente tra 0 e 20 cm

2. Circonvallazione di Altopascio

sezioni 1 – 18 area allagabile battente 0 – 20 cm

sezioni 37 – 44 area allagabile battente 20 – 50 cm

sezioni 80 – 90 area allagabile battente 150 – 100 cm

sezioni 91 – 111 area allagabile battente 100 – 200 cm

sezioni 112 – 117 area allagabile battente 50 – 100 cm

3. Opera connessa

sezioni 28 – 40 area allagabile battente 0 – 20 cm

sezioni 53 – 69 area allagabile battente 0 – 20 cm

sezioni 73 – 116 area allagabile battente 0 – 20 cm

nei paragrafi seguenti verranno descritte le misure prese al fine di mitigare le interferenze sopra descritte.

7.2 INDIVIDUAZIONE DEI PRINCIPALI CORSI D'ACQUA

Da un punto di vista strettamente idraulico, la zona su cui si sviluppa il tracciato della nuova viabilità, non vede la presenza di corpi idrici rilevanti se si eccettuano il Rio Arpino ed il Frizzone. Il territorio in esame, completamente pianeggiante vede un fitto reticolo di piccoli canali di scolo e di drenaggio delle acque a servizio delle attività agricole presenti nell'area. Il Rio Arpino si estende per una lunghezza complessiva di circa 4,9 Km, presenta una sezione trasversale piuttosto modesta ed ha una superficie del bacino tributario di 4,93 Km². Dai sopralluoghi effettuati lo stato di manutenzione sia delle sponde che del fondo del canale non risulta molto soddisfacente, nel

punto in cui si ha l'attraversamento con la viabilità in oggetto si nota la presenza di vegetazione che potrebbe recare ostacolo al libero deflusso delle acque, le verifiche effettuate non tengono conto della presenza di questi ostacoli. Il Rio Frizzone ha lunghezza dell'asta più modesta, circa 2,7 Km ed area del bacino afferente, considerato chiuso in prossimità del rilevato ferroviario di circa 2,09 Km². Lo stato di manutenzione riscontrato nel corso dei sopralluoghi risulta, per questo corso d'acqua, decisamente migliore del precedente, nel tratto esaminato presenta la sezione libera da ostacoli e non si notano in nessun punto situazioni di abbandono o di incuria.

7.2.1 ANALISI IDROLOGICA E STIMA DELLE PORTATE

Per la valutazione delle portate di piena dei Canali Arpino e Frizzone si è usato il metodo cinematico del Turazza, che si basa sulla valutazione del coefficiente Udometrico (U_{max}) rappresentante la portata che defluisce per unità di superficie del bacino considerato.

$$U_{max} = 0,1157 \frac{\phi \cdot h}{t_c}$$

dove:

U_{max} – coefficiente udometrico espresso in [l/s ha]

ϕ - coefficiente di deflusso

h – altezza di pioggia [mm]

t_c – tempo di corrivazione [giorni]

Per la stima del tempo di corrivazione si è usata la media dei risultati delle seguenti espressioni, valide per bacini a bassa pendenza:

$$t_c = 0,315\sqrt{S} \quad \text{Formula di Ventura}$$

$$t_c = 0,24\sqrt[3]{SL} \quad \text{Formula di Pasini}$$

$$t_c = \frac{0,055L}{\sqrt{s}} \quad \text{Formula di Pezzoli (} t_c \text{ in ore)}$$

Dove:

S – superficie del bacino in [Km²]

L – lunghezza massima percorsa dalle acque [Km]

s – pendenza dell'asta principale

Le caratteristiche dei bacini sono:

Frizzone:

Sup.=2,09 Km²

L= 2,7 Km

s=0.0012

$\phi=0.6$

Arpino:

Sup.=4,93 Km²

L= 4,9 Km

s=0.00057

$\phi=0.6$

Tempo di corrivazione:

Frizzone $t_c = 0,179$ giorni

Arpino $t_c = 0,47$ giorni

Il valore dell'altezza di pioggia h viene stimato dall'analisi statistica delle piogge intense, analisi effettuata sui dati disponibili della stazione pluviometrica di Lucca.

Le curve scelte risultano essere:

$h = 82,81 \cdot t^{0,314}$ Tempo di ritorno di 100 anni

$h = 94,95 \cdot t^{0,314}$ Tempo di ritorno di 200 anni

Posto t pari al tempo di corrivazione si ottiene:

Frizzone

$h=130$ mm Tempo di ritorno di 100 anni

$h=150$ mm Tempo di ritorno di 200 anni

Arpino

$h=176$ mm Tempo di ritorno di 100 anni

$h=202$ mm Tempo di ritorno di 200 anni

E' possibile a questo punto valutare il Coefficiente udometrico per i vari tempi di ritorno:

Frizzone

$$U_{\max} = 50,4 \text{ l/sha} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$U_{\max} = 58,2 \text{ l/sha} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Arpino

$$U_{\max} = 25,99 \text{ l/sha} \quad \text{Tempo di ritorno di 100 anni}$$

$$U_{\max} = 29,80 \text{ l/sha} \quad \text{Tempo di ritorno di 200 anni}$$

Portate di piena:

Frizzone

$$Q_{100} = 10,5 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_{200} = 12,2 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Arpino

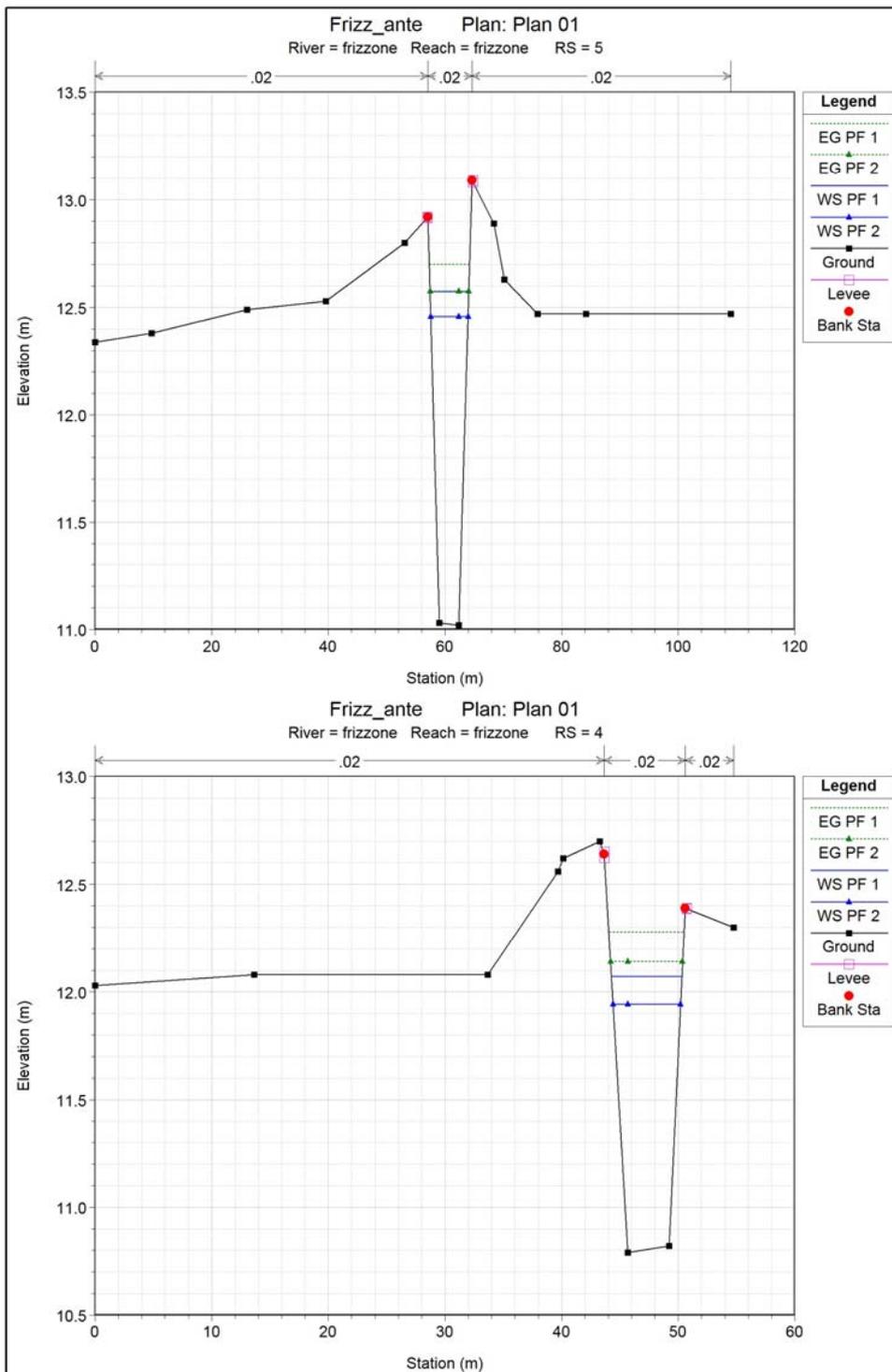
$$Q_{100} = 12,8 \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$Q_{200} = 14,69 \text{ m}^3/\text{sec}$$

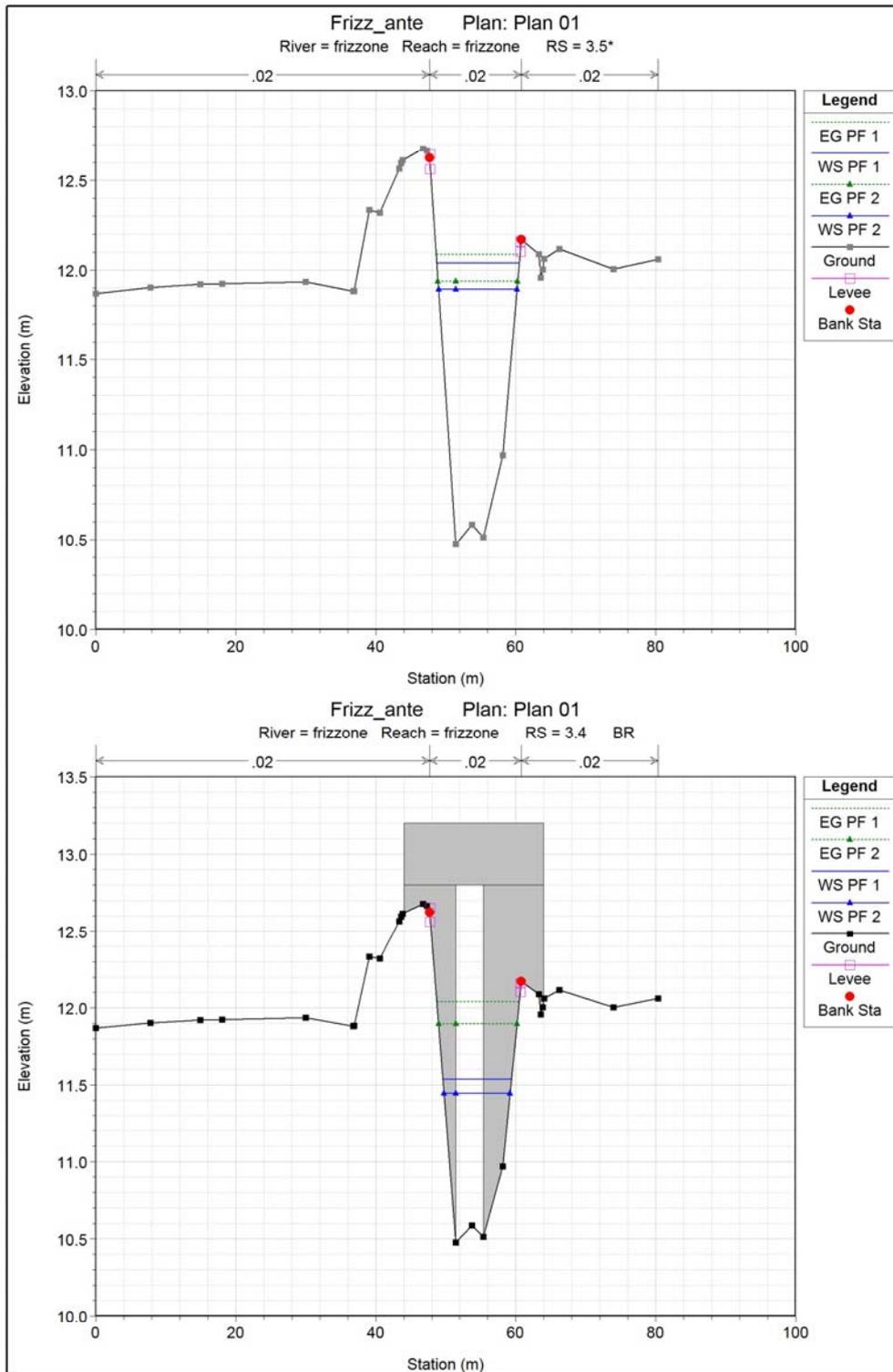
7.2.2 VERIFICHE IDRAULICHE ANTE OPERAM

Si sono effettuate verifiche in moto permanente al fine di stimare l'officiosità idraulica dei due attraversamenti, del rio Arpino e del Frizzone. Si riportano nel seguito i risultati delle simulazioni numeriche.

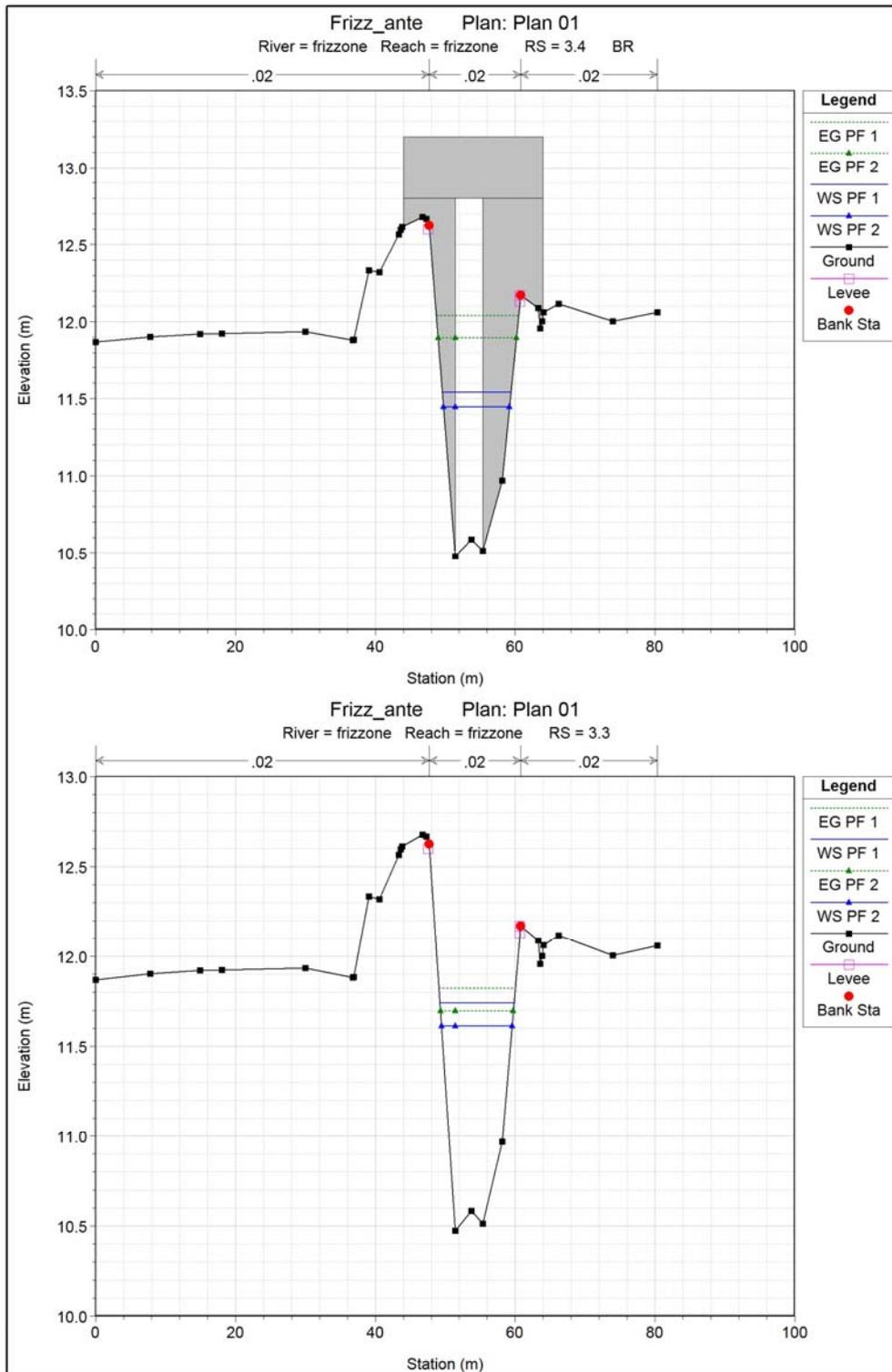
Rio Frizzone



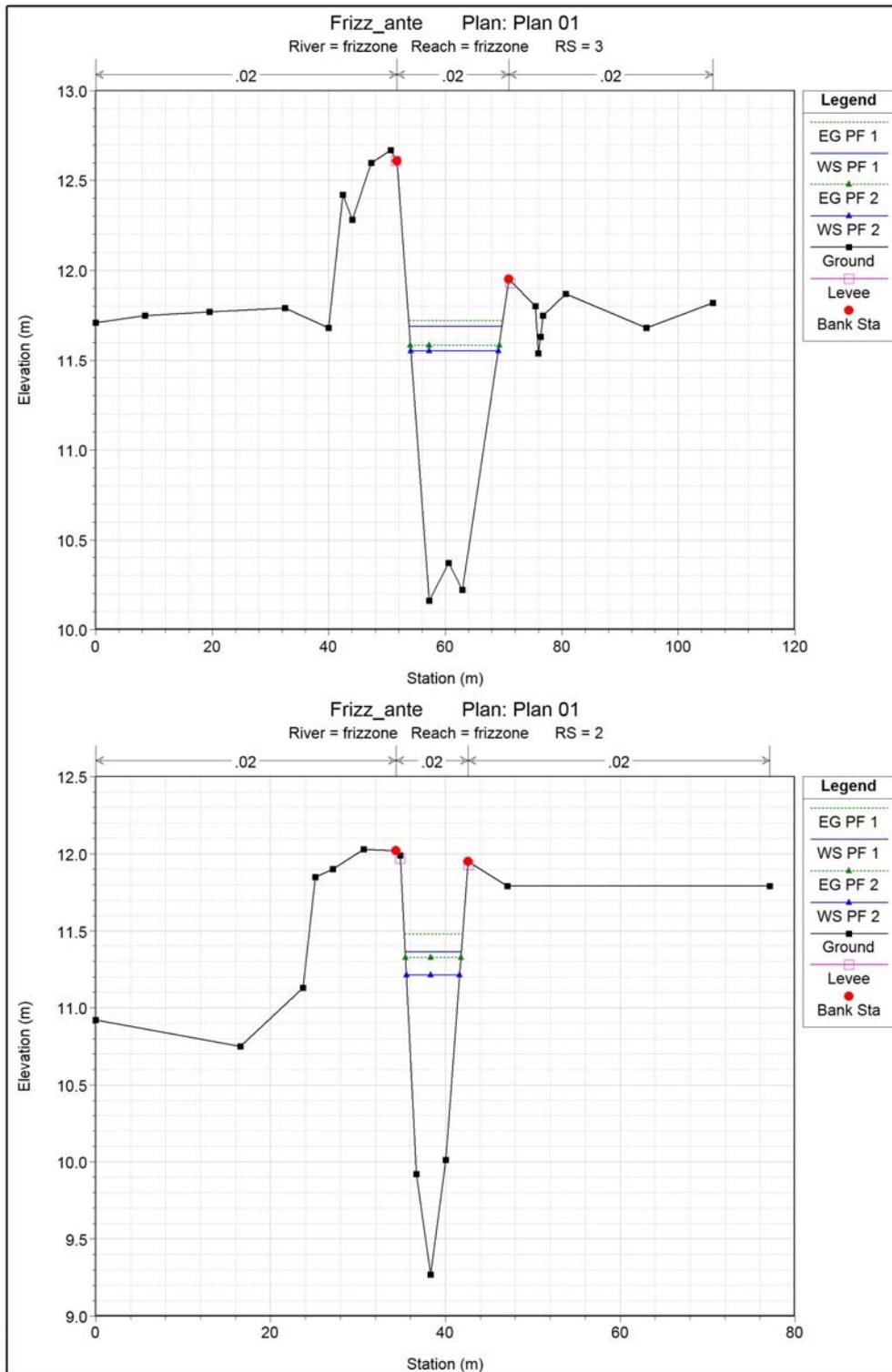
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare

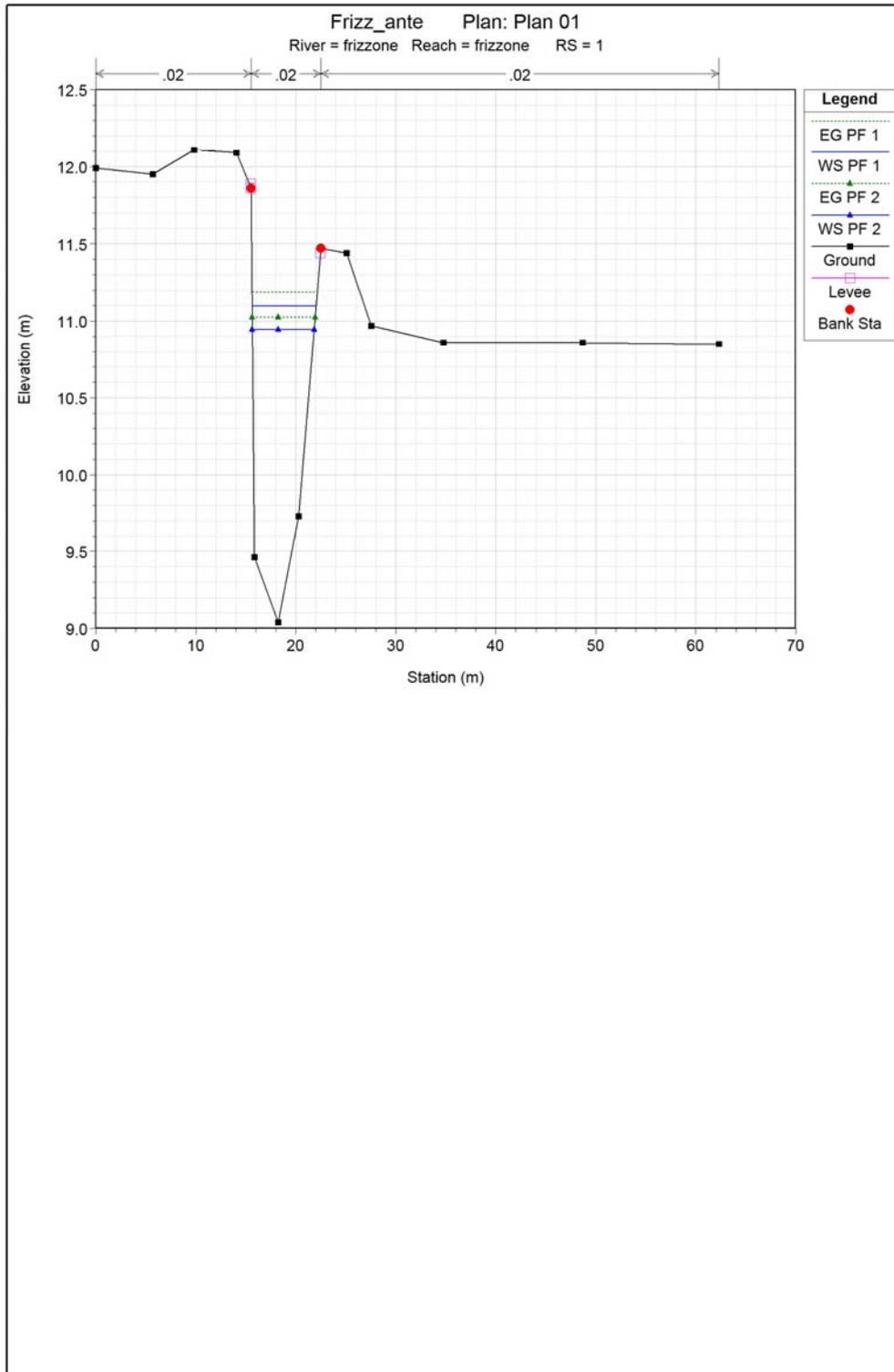


Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



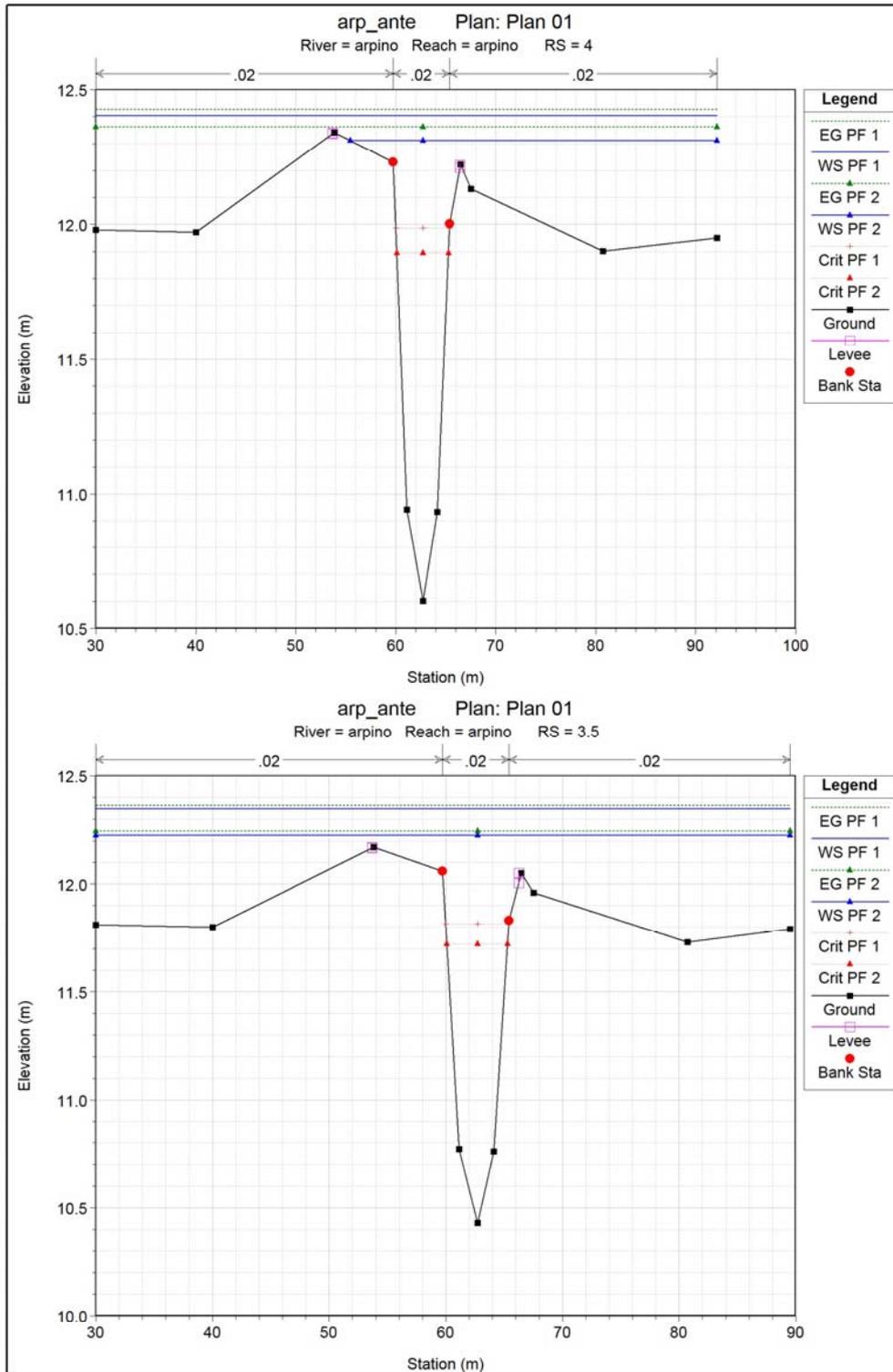
Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



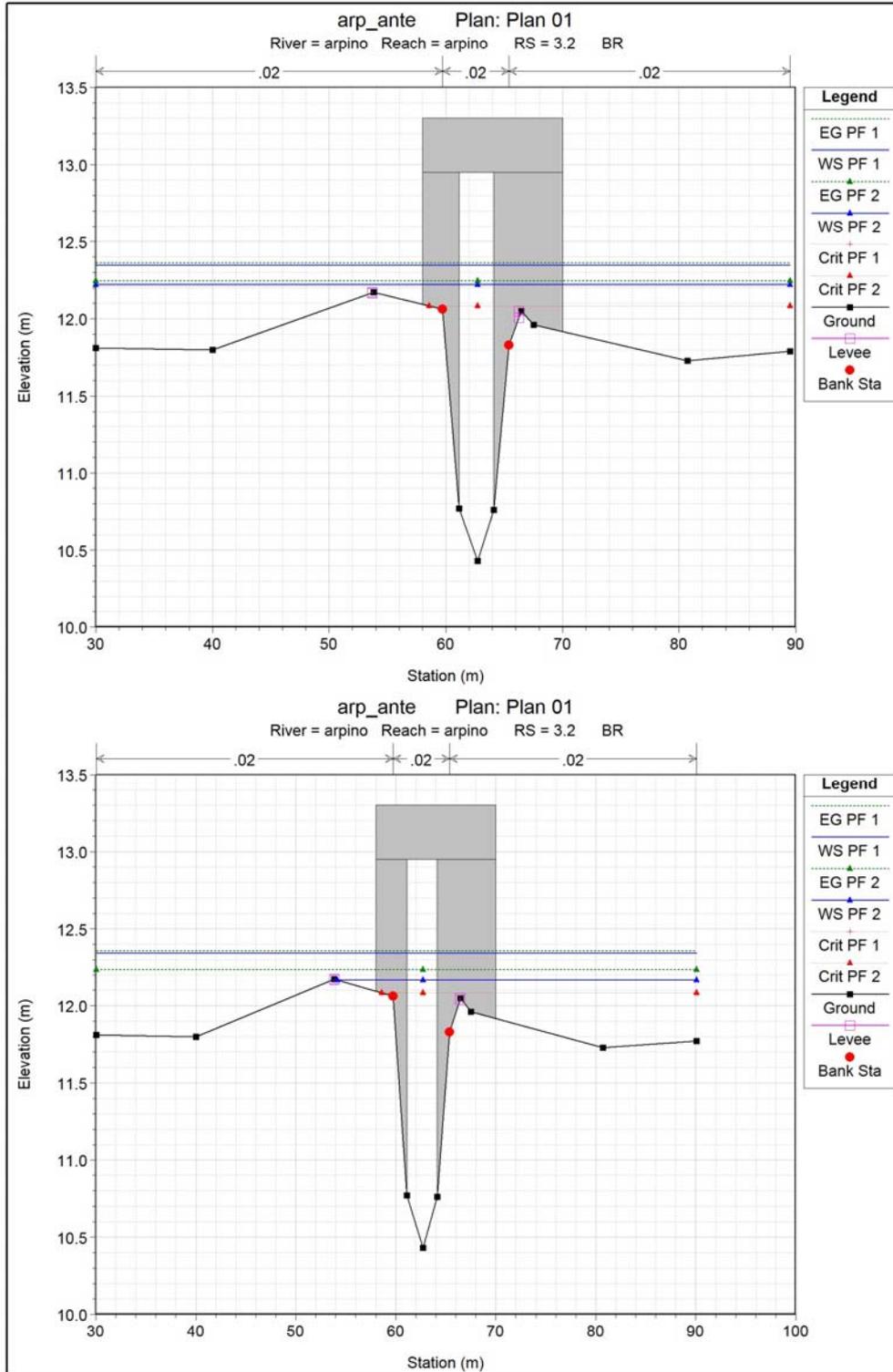


Le sezioni analizzate risultano tutte verificate anche se in alcuni casi il franco disponibile risulta sensibilmente inferiore al metro. L'attraversamento risulta ampiamente verificato, con un franco nell'ordine del metro e con una quota dell'altezza cinetica della corrente inferiore all'intradosso dell'impalcato. La corrente presente nel tratto studiato presenta numeri di Froude tutti inferiori all'unità e velocità nell'ordine del metro al secondo, Trattandosi di un attraversamento esistente ed essendo le sezioni tutte in grado di smaltire le portate di progetto, non si ritiene almeno in questa fase della progettazione di intervenire con risagomature del canale al fine di migliorarne l'efficienza idraulica.

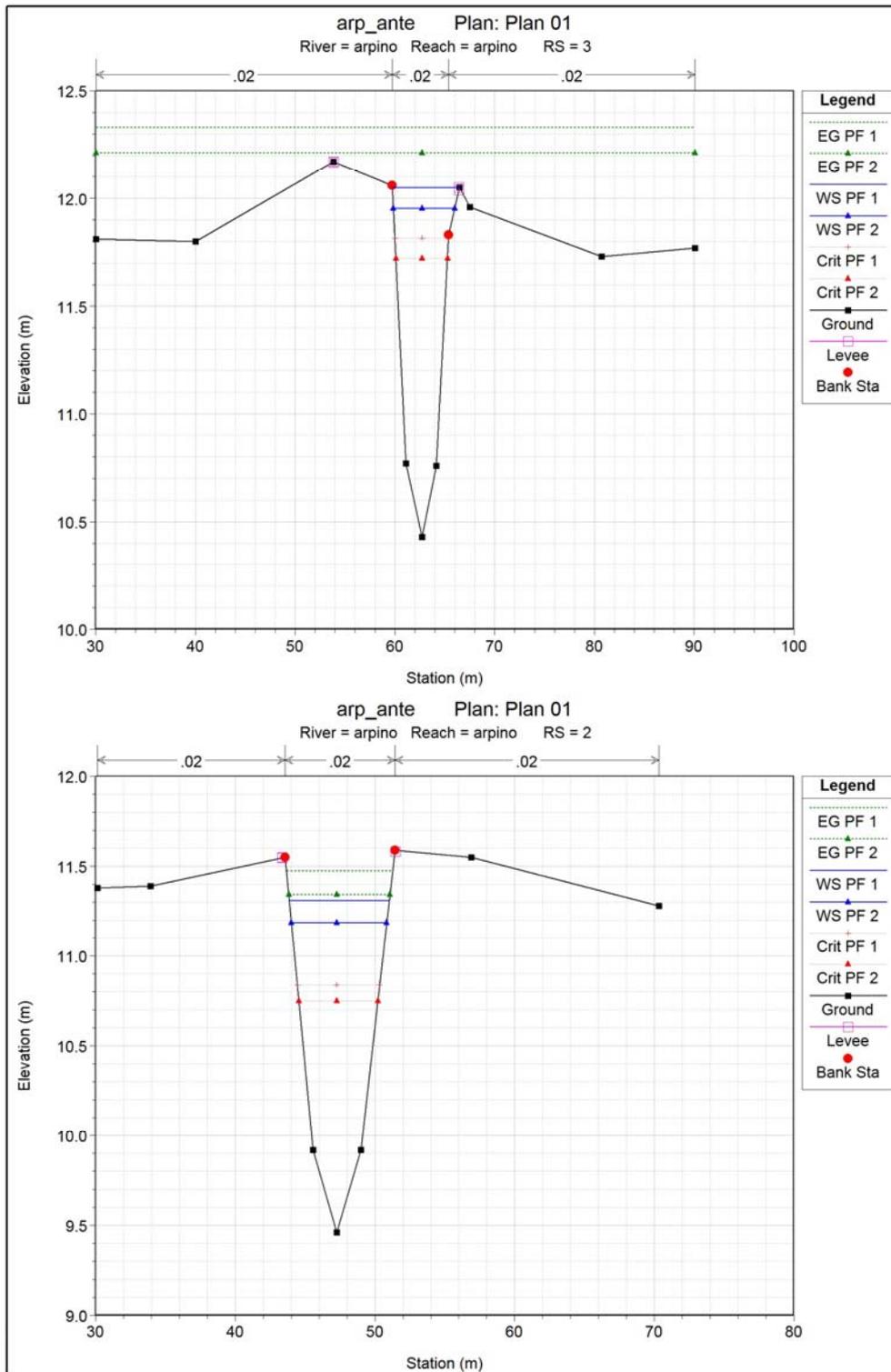
Rio Arpino



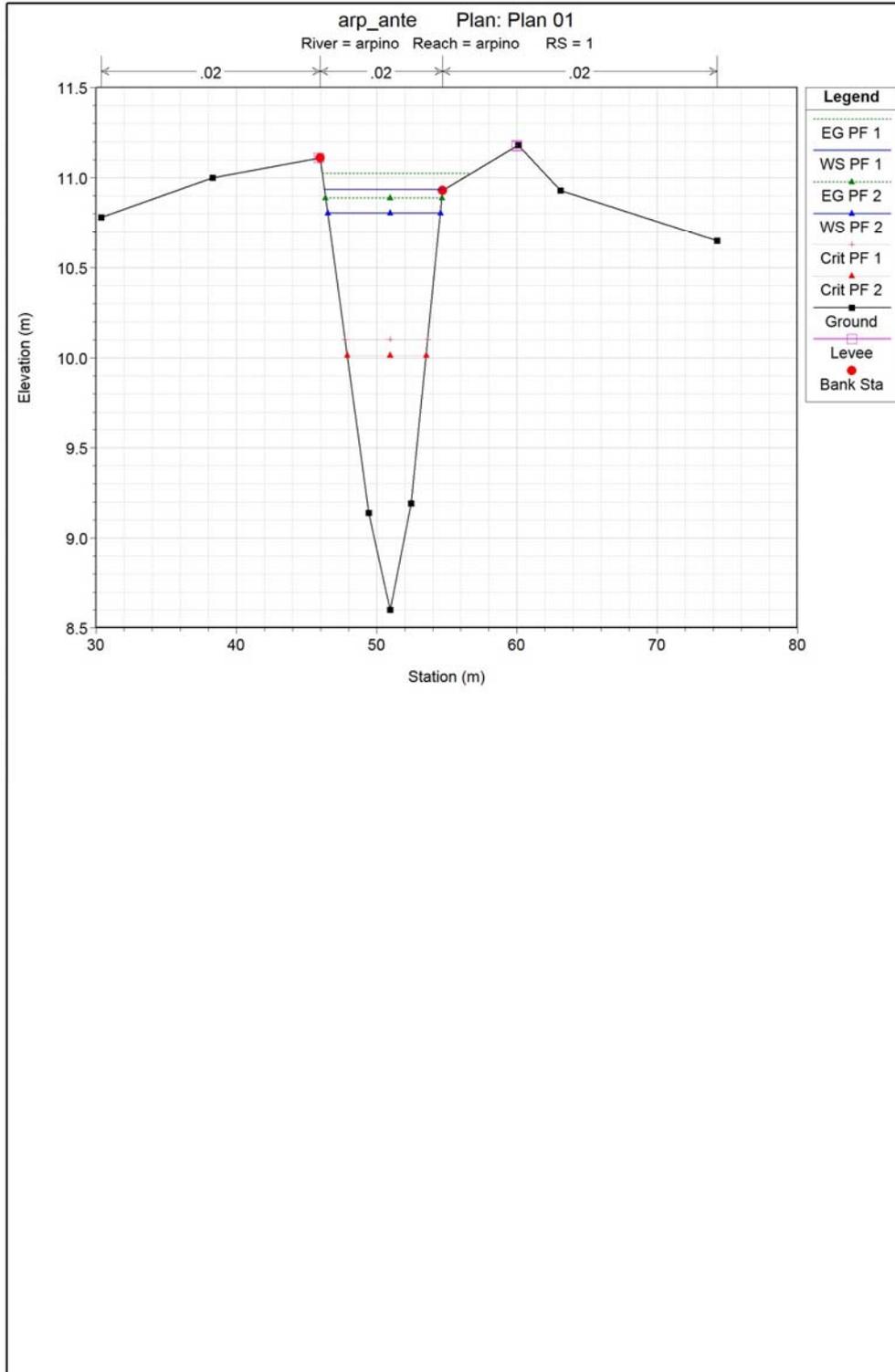
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Le sezioni a monte dell'attraversamento presentano fenomeni di esondazione sia in destra che in sinistra idraulica anche per portate centennali, si prevede di effettuare una risagomatura delle sezioni e di allargare la larghezza dell'opera d'arte che costituisce il ponticello, in modo da limitare i fenomeni di rigurgito verso monte che provocano l'esondazione. Si prevede di tenere per la sezione di monte una quota di 13,0 m slm per le sponde del canale quota via via decrescente procedendo verso valle che consente di raggiungere un ragionevole valore del franco idraulico

Si riportano di seguito i risultati numerici riuniti in tabella:

Arpino

River Station	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
4	14.69	10.6	12.4	11.99	12.43	0.000286	0.9	26.74	62.09	0.25
4	12.8	10.6	12.31	11.89	12.36	0.000561	1.19	15.51	36.63	0.35
3.5	14.69	10.43	12.35	11.82	12.36	0.00016	0.71	32.31	59.5	0.19
3.5	12.8	10.43	12.22	11.72	12.25	0.000251	0.84	24.98	59.5	0.24
3.2	Bridge									
3	14.69	10.43	12.05	11.82	12.33	0.002419	2.35	6.33	6.68	0.72
3	12.8	10.43	11.95	11.72	12.21	0.002445	2.26	5.7	6.15	0.71
2	14.69	9.46	11.31	10.84	11.47	0.001317	1.81	8.14	7.15	0.54
2	12.8	9.46	11.18	10.75	11.34	0.001357	1.76	7.27	6.82	0.54
1	14.69	8.6	10.93	10.1	11.02	0.000601	1.33	11.02	8.5	0.37
1	12.8	8.6	10.8	10.01	10.89	0.000601	1.29	9.94	8.04	0.37

Frizzone

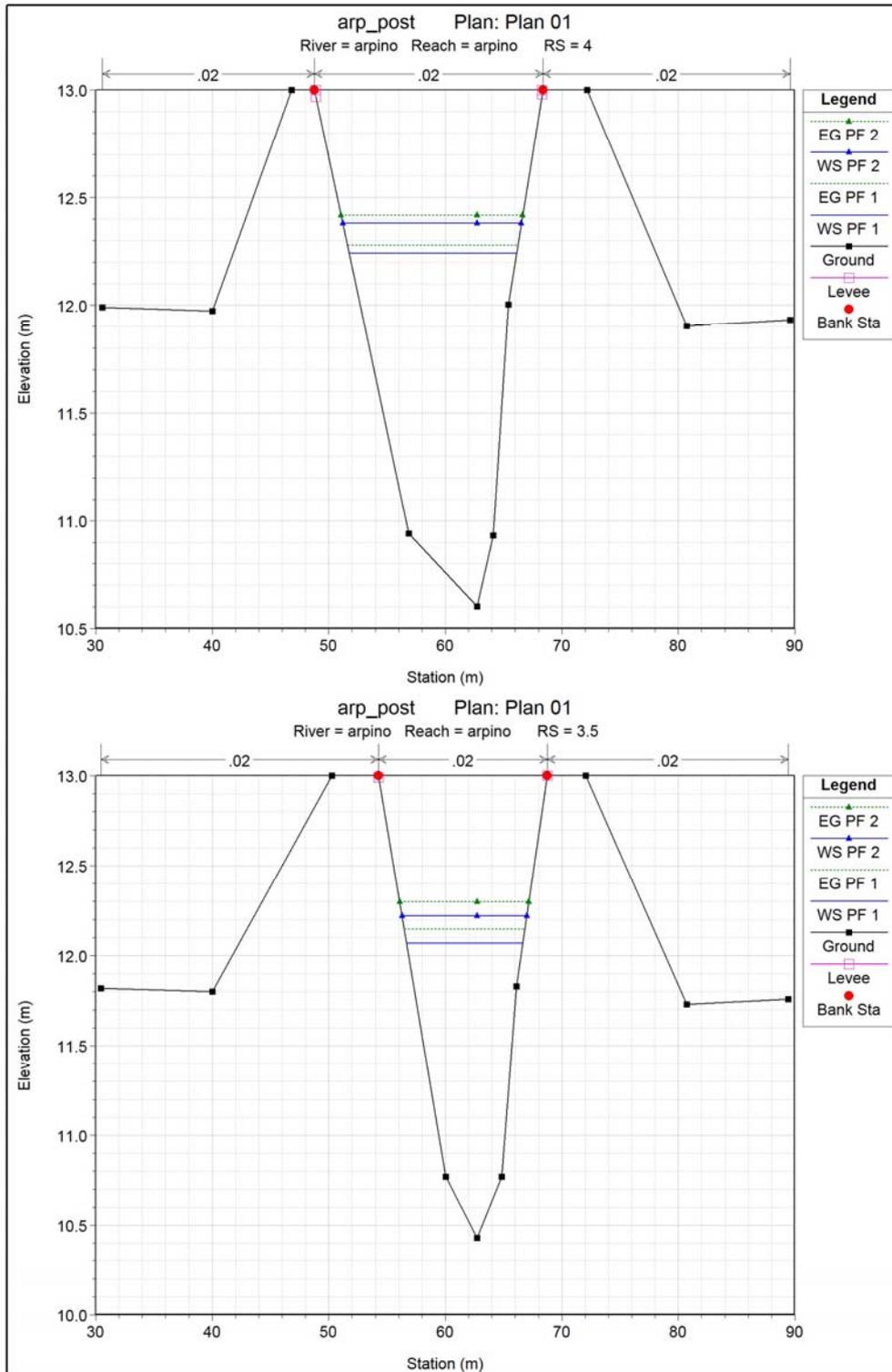
River Sta	Q Total	Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
5	12.2	11.02	12.57	12.02	12.7	0.001034	1.59	7.7	6.65	0.47
5	10.5	11.02	12.46	11.94	12.57	0.001015	1.51	6.95	6.4	0.46
4	12.2	10.79	12.07	11.77	12.28	0.002	2.01	6.06	6.04	0.64
4	10.5	10.79	11.94	11.69	12.14	0.002164	1.98	5.3	5.78	0.66
3.5*	12.2	10.48	12.04	11.28	12.09	0.000342	0.95	12.9	11.78	0.29
3.5*	10.5	10.48	11.89	11.22	11.94	0.000376	0.94	11.22	11.21	0.3
3.4	Bridge									
3.3	12.2	10.48	11.74	11.28	11.82	0.000805	1.28	9.54	10.6	0.43
3.3	10.5	10.48	11.61	11.22	11.7	0.000911	1.28	8.23	10.11	0.45
3	12.2	10.16	11.69	10.92	11.72	0.000256	0.78	15.71	15.96	0.25
3	10.5	10.16	11.55	10.86	11.58	0.000284	0.77	13.59	15.02	0.26
2	12.2	9.27	11.36	10.7	11.48	0.000912	1.53	7.96	6.42	0.44
2	10.5	9.27	11.21	10.61	11.32	0.000946	1.49	7.03	6.09	0.44
1	12.2	9.04	11.1	10.23	11.19	0.0006	1.31	9.33	6.41	0.35
1	10.5	9.04	10.95	10.15	11.03	0.0006	1.26	8.36	6.19	0.34

7.2.3 VERIFICHE IDRAULICHE POST OPERAM

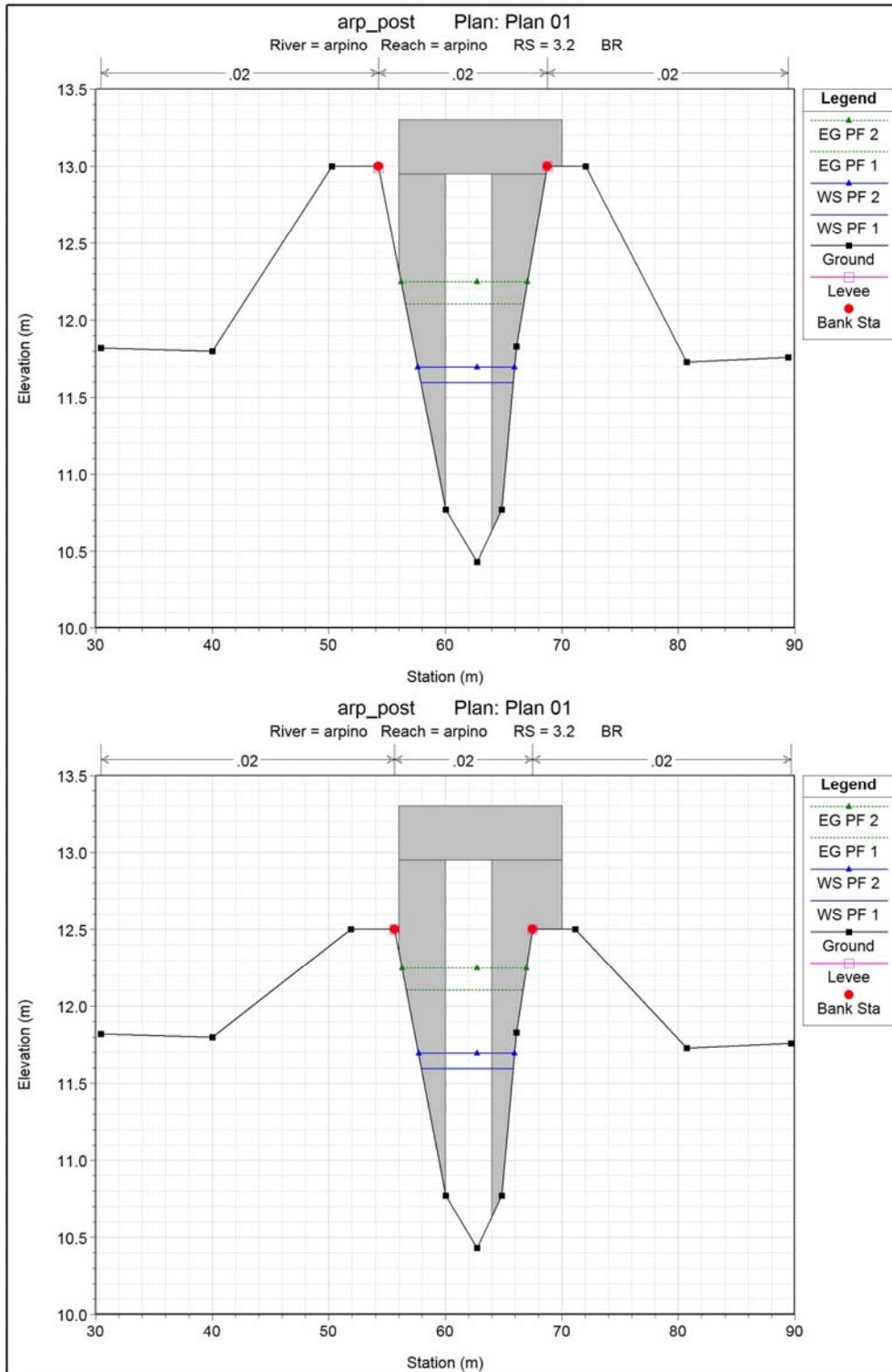
Si effettuano le verifiche idrauliche nelle sezioni considerate nel paragrafo precedente nella condizione post opera, per il Rio Arpino si prevede di risagomare la sezione in modo da riuscire a smaltire la portata di progetto, il Rio frizione risulta verificato nella condizione ante opera, poiché l'intervento non prevede variazioni della sezione idraulica che possano influenzare in qualche modo la corrente si omettono le verifiche post opera.

Si riportano di seguito i risultati delle simulazioni numeriche.

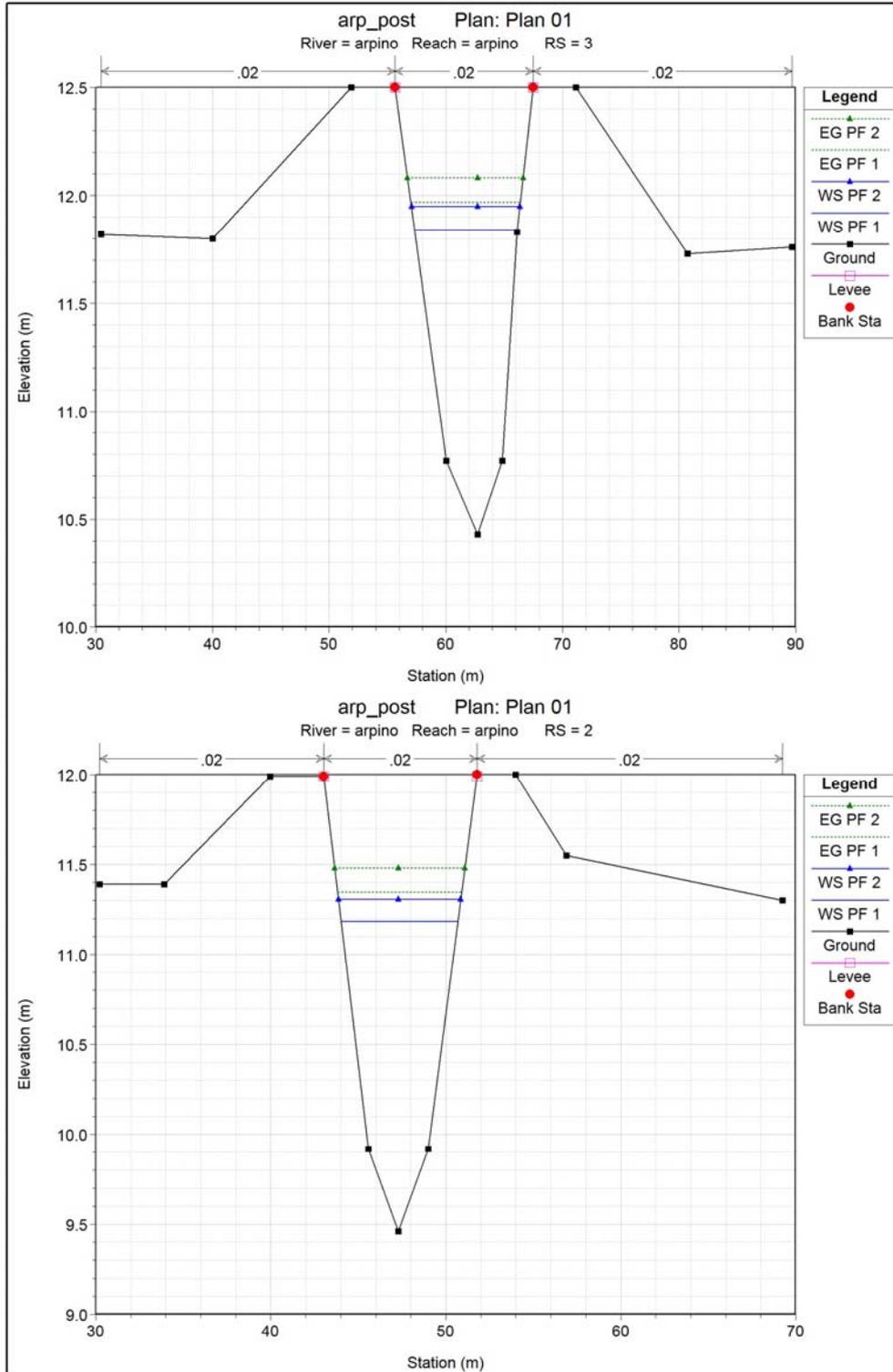
Rio Arpino



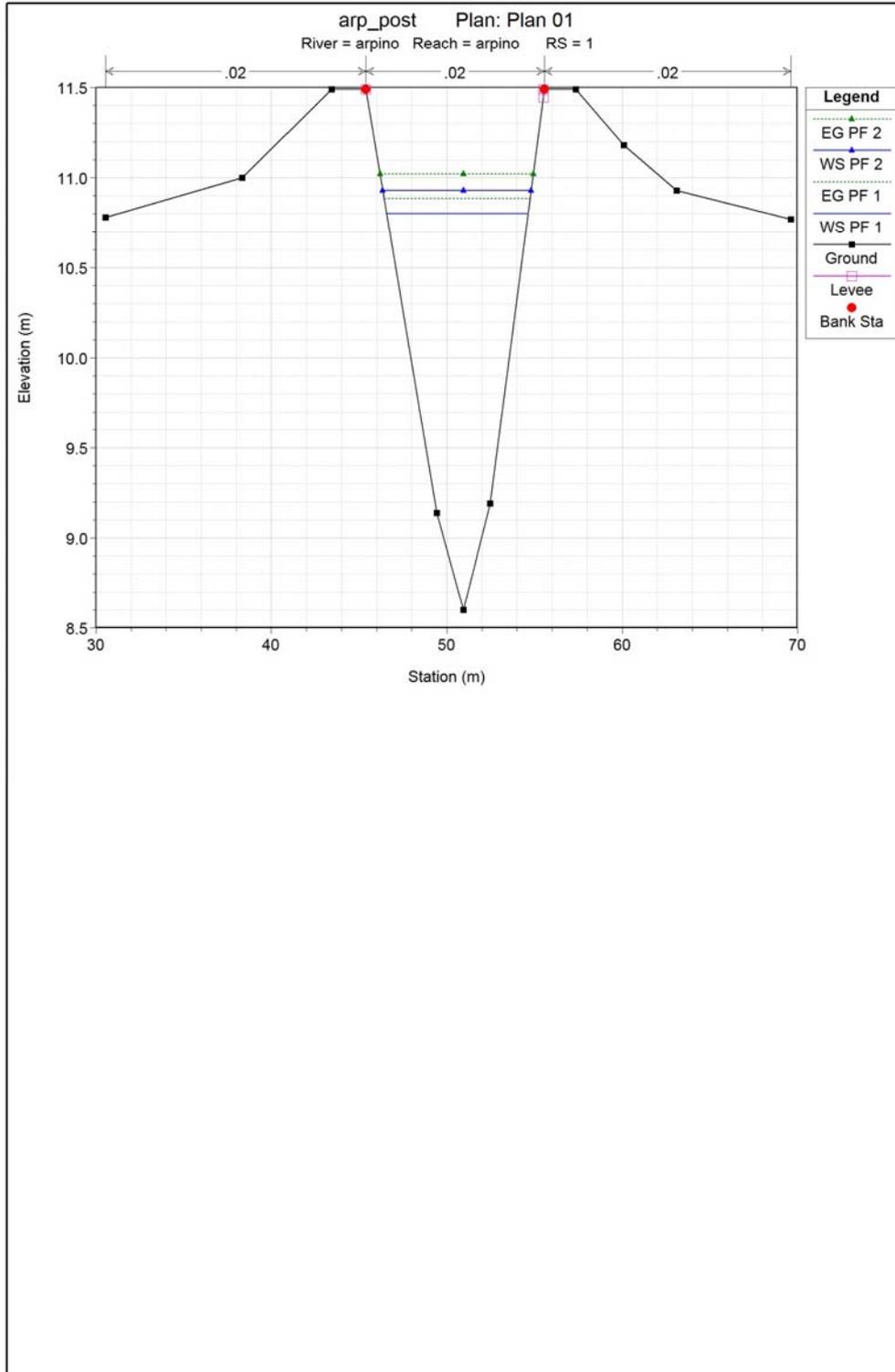
Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
 Progetto Preliminare



Sistema Tangenziale di Lucca
Progetto Preliminare



Di seguito i risultati numerici

River Station	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude
	(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
4	12.8	10.6	12.24	11.44	12.28	0.000288	0.85	15.05	14.35	0.27
4	14.69	10.6	12.38	11.5	12.42	0.000268	0.86	17.13	15.32	0.26
3.5	12.8	10.43	12.07	11.45	12.15	0.000664	1.25	10.23	9.95	0.39
3.5	14.69	10.43	12.22	11.53	12.3	0.000599	1.25	11.79	10.69	0.38
3.2	Bridge									
3	12.8	10.43	11.84	11.46	11.97	0.00125	1.59	8.04	8.78	0.53
3	14.69	10.43	11.95	11.53	12.08	0.001208	1.63	9.03	9.28	0.53
2	12.8	9.46	11.18	10.75	11.35	0.001392	1.78	7.17	6.67	0.55
2	14.69	9.46	11.31	10.84	11.48	0.001355	1.83	8.02	6.99	0.55
1	12.8	8.6	10.8	10.01	10.88	0.0006	1.29	9.95	8.07	0.37
1	14.69	8.6	10.93	10.1	11.02	0.000601	1.33	11.03	8.47	0.37

7.3 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE

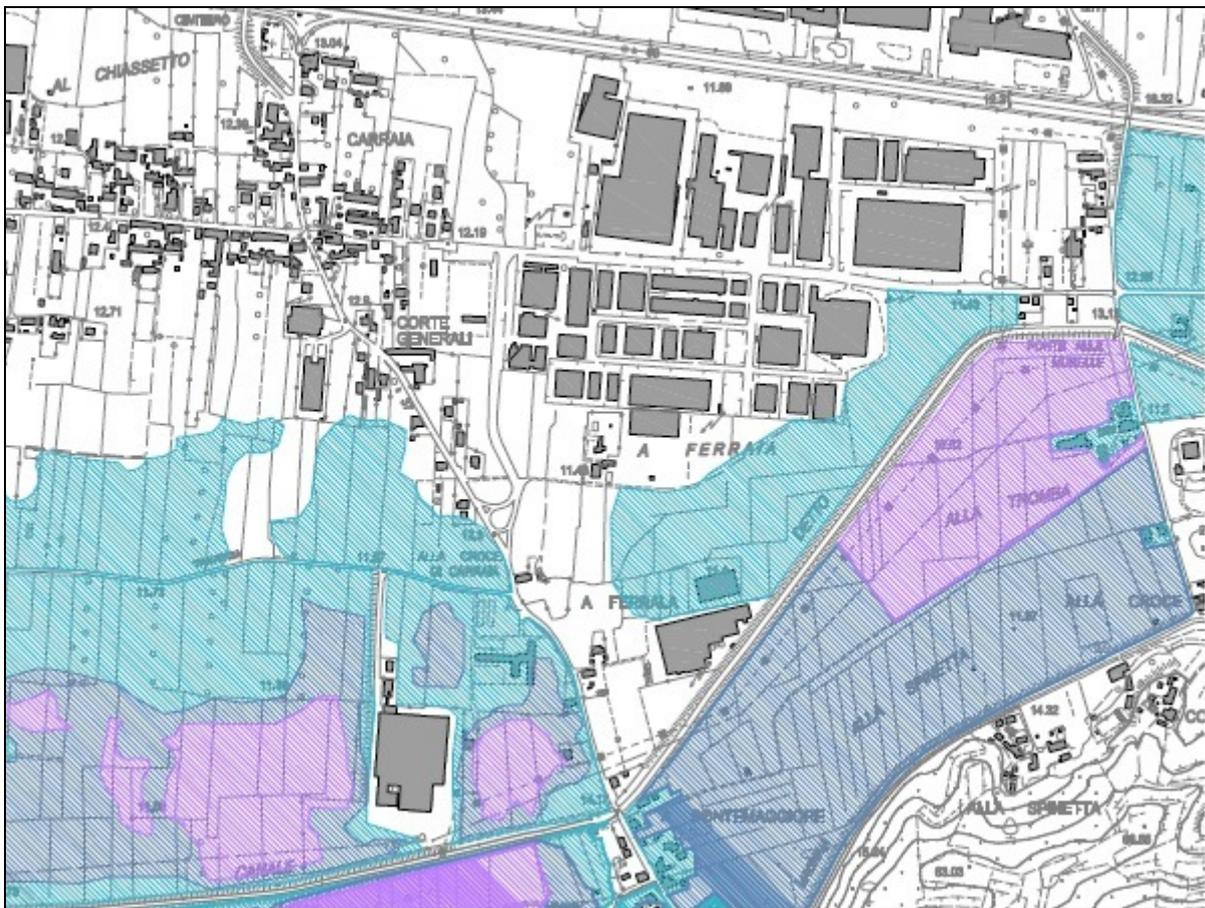
Nel paragrafo 7.1, sono state descritte le principali interferenze tra il tracciato in progetto e le aree allagabili presenti nell'area, si è fatto riferimento alle carte delle aree allagabili presenti negli strumenti urbanistici dei vari comuni nelle quali sono riportate le aree allagabili ed il valore dei battenti attesi, in questo modo è stato possibile porre in sicurezza le nuove viabilità con un adeguato franco di sicurezza (nell'ordine come di consueto di 50 cm); in particolare:

Asse Est - Ovest				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [m slm]	Volumi da recuperare [mc]
51 - 62	20 - 50	12,70	13,30	2500
62 - 90	0 - 20	11,30	12,10	3000

Circonvallazione di Altopascio				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [m slm]	Volumi da recuperare [mc]
1 - 18	0 - 20	9,55	10,10	2500
37 - 44	20 - 50	10,70	11,30	3000
80 - 90	50 - 100	7,00	9,00	7500
91 - 111	100 - 200	6,50	7,00	30000
112 - 117	50 - 100	6,40	7,00	3750

Opera connessa				
Sezioni	Battente [cm]	Quota livelletta [m slm]	Quota pavimentazione [m slm]	Volumi da recuperare [mc]
28 - 40	0 - 20	11,70	13,40	1200
53 - 69	0 - 20	11,30	12,00	1600
73 - 116	0 - 20	10,90	11,50	4300

Si riportano a titolo esemplificativo alcuni stralci delle cartografie analizzate.



Battenti di esondazione duecentennali nel comune di Capannori stralcio della tavola Tav.B2c Regolamento Urbanistico Comunale.

Nei tratti in cui vi sia interferenza tra la struttura in progetto ed aree classificate come ad alta probabilità di inondazione vengono adottate nella realizzazione dell'opera tutte quelle misure cautelative atte, da un lato, a mettere in sicurezza le strutture nei riguardi del rischio idraulico e, dall'altro, a diminuire l'interferenza dell'opera sull'ambiente circostante. In linea generale:

nei tratti in rilevato si è previsto di disporre tombini e fornicati atti a garantire la permeabilità del corpo stradale rispetto ai fenomeni di inondazione, limitando l'ostacolo alla naturale espansione delle acque;

nei tratti in trincea si è previsto di disporre opere di difesa, consistenti in setti impermeabili o argini in materiali sciolti, opportunamente dimensionate per garantire il franco di 1 ml rispetto alla quota prevista per la livelletta idraulica;

viene garantita la continuità del reticolo idrografico minore, ove interferito dal tracciato stradale, attraverso l'inserimento di tombini opportunamente dimensionati, si veda paragrafo seguente;

in tutti i tratti in cui la struttura in progetto interferisce con aree ad elevato rischio di esondazione, così come precedentemente dettagliati, è stato valutato, necessariamente in via preliminare, il volume sottratto dal corpo stradale all'inondazione delle aree e gli effetti conseguentemente indotti sulla laminazione e l'invaso delle acque esondate. Ove questi ultimi risultino significativi, dovrà prevedersi il recupero dei volumi nelle aree contermini la struttura. In tal modo si garantisce di non provocare alcun aggravio delle attuali condizioni di rischio idraulico delle aree, intervenendo in maniera il più possibile distribuita lungo l'asse del tracciato.

Le stime dei volumi da recuperare, effettuate per ogni tratto dell'opera in progetto, sono riportate nelle tabelle precedenti. Tali volumi sono stati stimati, in via preliminare, come il volume del rilevato compreso tra il piano campagna e la quota prevista della livelletta idraulica, ovvero i volumi attualmente disponibili alla libera espansione delle acque di inondazione che andranno ad essere occupati dal rilevato stradale, con riferimento ad eventi con tempo di ritorno pari a duecento anni. Ovviamente, l'esatta valutazione dei volumi, ed in particolare, l'esatta definizione degli effetti indotti dalla sottrazione dei volumi sull'assetto idraulico dovrà necessariamente essere approfondita ad un livello di progettazione superiore, necessitando di dati di dettaglio ed analisi complesse, non acquisibili o producibili in fase di progettazione preliminare. Parimenti, la localizzazione dei volumi di compenso, ove necessaria, dovrà essere effettuata di concerto con gli enti e le amministrazioni competenti sul territorio, anche in relazione ai vincoli di utilizzo del suolo e di gestione dell'assetto idraulico.

7.4 ANALISI DEL RETICOLO MINORE

Nella planimetria idraulica sono riportate tutte le interferenze tra il tracciato stradale ed il reticolo idrografico, riscontrate sia dall'analisi della cartografia sia attraverso l'effettuazione di sopralluoghi in situ. Come già espresso precedentemente, si prevede di predisporre misure atte ad evitare qualsiasi sconnessione od interruzione del reticolo idrografico esistente, essendo questo già allo stato attuale un sistema idraulico che presenta elementi di criticità dovuti ai bassi valori delle pendenze del terreno e come testimoniato dal fatto che una parte non trascurabile delle aree allagabili è soggetta a fenomeni di ristagno.

Si dispongono allora per ogni attraversamento manufatti, opportunamente dimensionati, volti ad eliminare queste interferenze.

7.4.1 OPERE D'ARTE

Si procede ad effettuare una stima delle portate che competono ai vari manufatti, che saranno costituiti prevalentemente da tombini circolari in calcestruzzo prefabbricati, tale stima è stata effettuata con il metodo del Turazza, considerando un coefficiente di deflusso pari a 0,3 e stimando il tempo di corrivazione con la formula di Ventura, riportata nel paragrafo 6.2.1, per la stima dell'altezza di pioggia si è fatto riferimento a quanto esposto nel capitolo 4 relativo all'analisi della pluviometria. Si ottengono con queste ipotesi i valori riportati nella seguente tabella, nella quale sono riportati per ogni opera d'arte il numero della sezione stradale, vedere la planimetria del tracciato od il profilo altimetrico, la distanza progressiva in Km, il valore dell'area del bacino interessato, ed infine il valore della portata stimata.

Successivamente si sono effettuate le verifiche idrauliche nell'ipotesi di moto uniforme per il calcolo delle luci da assegnare ad ognuno dei tombini elencati; nella tabella relativa sono riportate le grandezze idrauliche principali.

Asse Est-Ovest

TOMBINI - CALCOLO DELLE PORTATE					
N°	Sez. rif	Sup. bacino idrografico	Tempo corrivazione	Altezza pioggia Tr=200	Portata
		kmq	[ore]	[mm]	[l/s]
t1	3	0.0313	0.0557	41.6470	81
t2	5	0.0067	0.0258	33.3051	30
t3	29	0.0066	0.0256	33.2326	30
t4	33	0.0145	0.0379	37.2502	49
t5	35	0.0113	0.0335	35.9275	42
t6	41	0.0240	0.0488	40.0738	68
t7	49	0.0360	0.0598	42.5005	89

Opera connessa

TOMBINI - CALCOLO DELLE PORTATE					
N°	Sez. rif	Sup. bacino idrografico	Tempo corrivazione	Altezza pioggia Tr=200	Portata
		kmq	[ore]	[mm]	[l/s]
t1	45	0.7600	0.2746	66.1376	635
t2	47	0.0035	0.0186	30.3124	20
t3	50	0.0035	0.0186	30.3124	20
t4	66	0.0073	0.0269	33.7219	32
t5	68	0.0100	0.0315	35.2964	39
t6	72	0.0100	0.0315	35.2964	39
t7	93	0.0055	0.0234	32.3655	26
t8	94	0.0056	0.0236	32.4502	27
t9	97	0.0056	0.0236	32.4502	27
t10	98	0.0100	0.0315	35.2964	39
t11	99	0.0100	0.0315	35.2964	39
t12	100	0.0100	0.0315	35.2964	39
t13	101	0.0263	0.0511	40.6091	73
t14	104	0.0250	0.0498	40.3117	70
t15	105	1.3000	0.3592	71.4911	898
t16	106	0.0250	0.0498	40.3117	70
t17	106	5.0000	0.7044	86.9122	2141

Circonvallazione di Altopascio

TOMBINI - CALCOLO DELLE PORTATE					
N°	Sez. rif	Sup. bacino idrografico	Tempo corrivazione	Altezza pioggia Tr=200	Portata
		kmq	[ore]	[mm]	[l/s]
t1	45	2.0000	0.4455	76.0991	1186
t2	47	0.2180	0.1471	55.1831	284
t3	50	3.7000	0.6059	83.1993	1763
t4	66	0.5800	0.2399	63.5956	534
t5	68	13.2900	1.1483	100.1478	4023
t6	72	0.3100	0.1754	58.0735	356
t7	93	2.4000	0.4880	78.1378	1334
t8	94	0.1450	0.1199	52.0150	218
t9	97	0.1150	0.1068	50.2958	188
t10	98	0.2900	0.1696	57.5146	341
t11	99	0.2900	0.1696	57.5146	341
t12	100	4.8000	0.6901	86.3993	2086

Asse Est-Ovest

TOMBINI-VERIFICA DELLE LUCI										
N°	Sez. rif	opera d'arte	Pendenza	Scabrezza	Dimensioni Tombino	Sezione	Altezza d'acqua	Raggio idr.	Franco idr.	Portata max
			m/m	$m^{(1/3)}s^{(-1)}$	m	m ²	m	m	m	l/sec
t1	45	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t2	47	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t3	50	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t4	66	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t5	68	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t6	72	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t7	93	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220

Opera Connessa

TOMBINI-VERIFICA DELLE LUCI										
N°	Sez. rif	opera d'arte	Pendenza	Scabrezza	Dimensioni Tombino	Sezione	Altezza d'acqua	Raggio idr.	Franco idr.	Portata max
			m/m	$m^{(1/3)}s^{(-1)}$	m	m ²	m	m	m	l/sec
t1	45	circ.	0.0002	50	2	3.14	1	0.50	1	989
t2	47	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t3	50	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t4	66	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t5	68	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t6	72	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t7	93	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t8	94	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t9	97	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t10	98	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t11	99	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t12	100	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t13	101	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t14	104	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t15	105	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t16	106	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.5	0.25	0.5	220
t17	106	circ.	0.0002	50	3	7.065	1.5	0.75	1.5	2381

Circonvallazione di Altopascio

TOMBINI-VERIFICA DELLE LUCI										
N°	Sez. rif	opera d'arte	Pendenza	Scabrezza	Dimensioni Tombino	Sezione	Altezza d'acqua	Raggio idr.	Franco idr.	Portata max
			m/m	$m^{(1/3)}s^{(-1)}$	m	mq	m	m	m	l/sec
t1	1	circ.	0.0002	50	2	3.14	1.5	0.60	0.5	1642
t2	17	circ.	0.0002	50	1.2	1.1304	0.9	0.36	0.3	543
t3	30	circ.	0.0002	50	2.5	4.90625	1.875	0.75	0.625	2663
t4	37	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.75	0.30	0.25	366
t5	43	circ.	0.0002	50	3.2	8.0384	2.4	0.97	0.8	4547
t6	51	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.75	0.30	0.25	366
t7	57	circ.	0.0002	50	2	3.14	1.5	0.60	0.5	1642
t8	67	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.75	0.30	0.25	366
t9	70	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.75	0.30	0.25	366
t10	98	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.75	0.30	0.25	366
t11	103	circ.	0.0002	50	1	0.785	0.75	0.30	0.25	366
t12	116	circ.	0.0002	50	2.5	4.90625	1.875	0.75	0.625	2663

7.5 SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA

Nella planimetria idraulica allegata è riportato lo schema planimetrico relativo allo smaltimento delle acque di piattaforma. Per questa parte di tracciato si è previsto uno schema di smaltimento di tipo aperto, senza trattamento delle acque, che vengono convogliate verso i corpi ricettori attraverso canali che presentano due tipi di sezioni:

Sezione tipo 1

Canale trapezio base 50 cm
Altezza 50 cm
Pendenza delle sponde 2/3

Sezione tipo 2

Canale trapezio base 70 cm
Altezza 70 cm
Pendenza delle sponde 2/3

La rete è stata dimensionata per tempi di ritorno di 25 anni, sono state considerate precipitazioni di breve durata (dai 15 ai 30 minuti) al fine di massimizzare l'intensità di pioggia. Si riporta nella tabella seguente il dimensionamento dei rami della rete.

tratto	L	A	Q	i	D/Sez	Qsm
	[m]	[mq]	[l/sec]	[-]	[m]	[l/sec]
1-3	230	1380	28	0.003	0.5	207
2-3	230	1380	28	0.003	0.5	207
3-5	993	8718	174	0.003	0.5	207
4-5	834	8757	175	0.003	0.5	207
5-6	105	18578	372	0.003	0.7	509
scarico						
7-6	1020	6120	122	0.003	0.5	207
8-6	1020	6120	122	0.003	0.5	207
scarico						
9-11	580	3480	70	0.003	0.5	207
10-11	580	3480	70	0.003	0.5	207
scarico						
12-11	840	5040	101	0.003	0.5	207
13-11	840	5040	101	0.003	0.5	207
scarico						
12-14	350	2100	42	0.003	0.5	207
13-14	350	2100	42	0.003	0.5	207
scarico						

Opera Connessa

tratto	L	A	Q	i	D/Sez	Qsm
	[m]	[mq]	[l/sec]	[-]	[m]	[l/sec]
2-1	400	2100	42	0.003	0.5	207
3-1	490	2573	51	0.003	0.5	207
4-3	664	3486	70	0.003	0.5	207
5-3	638	3350	67	0.003	0.5	207
scarico						
4-6	146	767	15	0.003	0.5	207
5-6	148	777	16	0.003	0.5	207
6-8	631	4856	97	0.003	0.5	207
7-8	302	1586	32	0.003	0.5	207
9-8	90	473	9	0.003	0.5	207
10-8	90	473	9	0.003	0.5	207
scarico						
9-12	646	3392	68	0.003	0.5	207
11-12	395	2074	41	0.003	0.5	207
12-13	360	7355	147	0.003	0.5	207
13-14	322	9046	181	0.003	0.5	207
15-14	140	735	15	0.003	0.5	207
16-14	140	735	15	0.003	0.5	207
scarico						
17-19	220	1155	23	0.003	0.5	207
18-19	220	1155	23	0.003	0.5	207
19-21	345	4121	82	0.003	0.5	207
20-21	200	1050	21	0.003	0.5	207
scarico						
21-23	1400	7350	147	0.003	0.5	207
22-23	1390	7298	146	0.003	0.5	207
scarico					0.5	

Circonvallazione di Altopascio

tratto	L	A	Q	i	D/Sez	Qsm
	[m]	[mq]	[l/sec]	[-]	[m]	[l/sec]
1-2	100	525	11	0.003	0.5	207
3-2	100	525	11	0.003	0.5	207
6-2	1000	5250	105	0.003	0.5	207
5-2	1000	5250	105	0.003	0.5	207
scarico						
6-10	140	735	15	0.003	0.5	207
5-10	140	735	15	0.003	0.5	207
8-10	140	735	15	0.003	0.5	207
9-10	140	735	15	0.003	0.5	207
scarico						
8-11	420	2205	44	0.003	0.5	207
9-11	420	2205	44	0.003	0.5	207
12-11	210	1103	22	0.003	0.5	207
13-11	210	1103	22	0.003	0.5	207
scarico						
12-17	1125	5906	118	0.003	0.5	207
13-17	1125	5906	118	0.003	0.5	207
18-17	440	2310	46	0.003	0.5	207
19-17	440	2310				
scarico						
19-24	1450	15225	305	0.003	0.7	509
scarico						
25-26	430	2258	45	0.003	0.5	207
27-26	430	2258	45	0.003	0.5	207
scarico						