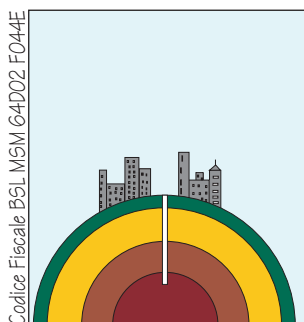


STUDIO IDRAULICO, MORFOMETRICO ED IDROGEOLOGICO DEL FOSSO DELL'ALBERO, PER LA DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PORTATA IDRICA DELLO STESSO, FINALIZZATO AL DIMENSIONAMENTO DI UNA NUOVA STRUTTURA DI ATTRAVERSAMENTO DELL'ALVEO DEL FOSSO, PREVISTA IN CORRISPONDENZA DELL'AREA COMPRESA TRA IL MERCATO COPERTO E LA SEZIONE DESCRITTA DAL PONTE DELLA FERROVIA ADRIATICA. INTEGRAZIONI ALLO STUDIO DI APRILE 2014 CON VERIFICHE DELLE NUOVE SEZIONI MODIFICATE DAL PROGETTO DELL'OPERA

Committente:

Amministrazione comunale di Porto Sant'Elpidio

.....
il Committente



il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero. 277 albo sezione A (1989)

Porto Sant'Elpidio, 12 Febbraio 2015

Studio Geologico Ambientale via Fratte, 73 63821 Porto Sant'Elpidio (FM) tel 0734.992797 fax 0734.998677

e-mail: info@studiogeologiabasili.it pec: basili.geologo@epap.sicurezzapostale.it

OPERA DELL'INGEGNO. RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE CONSENTITA SOLO PREVIA AUTORIZZAZIONE SCRITTA ART.99 L. 633/41

*“Studio idraulico, morfometrico ed idrogeologico del Fosso dell’Albero, per la determinazione della massima portata idrica dello stesso, finalizzato al dimensionamento di una nuova struttura di attraversamento dell’alveo del fosso, prevista in corrispondenza dell’area compresa tra il mercato coperto e la sezione descritta dal ponte della ferrovia Adriatica, nel comune di Porto Sant’Elpidio (FM)” **INTEGRAZIONI allo studio dell’Aprile 2014 con verifiche delle nuove sezioni modificate dal progetto dell’opera.***

Committente: Amministrazione Comunale di Porto Sant’Elpidio

INDICE

1.1	PREMESSA	pag. 2
1.2	DATI DI PROGETTO RIASSUNTIVI	pag. 4
1.3	VERIFICA IDRAULICA	pag. 6
1.4	CONCLUSIONI	pag. 18

La presente relazione è composta da n° 10 pagine e dai seguenti allegati:

ALLEGATI

TAV.1	PLANIMETRIA DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA scala 1:1500
TAV.2	PLANIMETRIA scala 1:400
TAV.3	PLANIMETRIA SEZIONE 70 scala 1:400
TAV.4	SEZIONE 19 PONTE VIA MAMELI scala 1:50
TAV.5	PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL’ALBERO I ^a VERIFICA (TdR 200 anni)
TAV.6	PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL’ALBERO I ^a VERIFICA (TdR 200 anni)
TAV.7	SEZIONI 10-30 I ^a VERIFICA (TdR 200 anni)
TAV.8	SEZIONI 38-70 I ^a VERIFICA (TdR 200 anni)
TAV.9	PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL’ALBERO II ^a /III ^a /IV ^a / VERIFICA
TAV.10	PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL’ALBERO II ^a /III ^a /IV ^a / VERIFICA
TAV.11	SEZIONI 10-30 II ^a /III ^a /IV ^a / VERIFICA
TAV.12	SEZIONI 38-70 II ^a /III ^a /IV ^a / VERIFICA
Tab. n.4	TABELLE RIEPILOGATIVE RISULTATI VERIFICHE

1.1.PREMESSA

Nell'iter progettuale dell'opera di cui all'oggetto, a seguito di incontri avvenuti tra i tecnici progettisti del comune di Porto Sant'Elpidio e quelli della Provincia di Fermo settore Genio Civile, è emersa l'opportunità di apportare delle modifiche e migliorie al progetto dell'attraversamento, che contempla la modifica della sezione del ponte ed amplia, nel contempo, alcuni attraversamenti esistenti prossimi allo stesso. Nello specifico, il fondo del canale, nella zona compresa tra l'uscita dal mercato coperto e la sezione di attraversamento di via Mameli, verrà rastremata ed approfondita verso il canale di minima, aumentando quindi le sezioni drenanti di tutte le opere comprese nel tratto in questione. Inoltre, per il ponte di via Mameli, dove erano state riscontrate criticità nello studio redatto dallo scrivente in data Aprile 2014, i progettisti prevedono oggi due differenti soluzioni, una prima (detta soluzione intermedia), da attuare contestualmente all'esecuzione della nuova opera di attraversamento in progetto, che recepisce le indicazioni suggerite dallo scrivente, ed una seconda soluzione da attuare in futuro, che prevede il rifacimento e l'innalzamento dell'intero impalcato dell'attraversamento di via Mameli.

Pertanto alla luce ed in recepimento di tali modifiche geometriche è stato redatto il presente ulteriore studio di verifica idraulica, il quale mantiene tutte le considerazioni ed i parametri di calcolo contenuti nel documento originario di Aprile 2014, al quale, per brevità di esposizione, si rimanda per tutte le specifiche tecniche, mentre nelle nuove verifiche redatte sono state inserite le nuove sezioni progettate che verranno di seguito dettagliatamente illustrate.

Nello specifico, le presenti verifiche idrauliche sono state condotte, così come le precedenti del 04/2014, considerando piogge determinate con tempi di

ritorno di 200 anni, poi ulteriormente incrementate al fine di tener conto di possibili immissioni di acque antropiche all'interno del bacino imbrifero studiato. Oltre a quanto fatto con il vecchio lavoro, nel presente studio, al fine di tener conto, delle recenti *Linee Guida redatte* dell'Autorità di Bacino della regione Marche (L.R. 22/2011 art.10), - All. "A" - *Sviluppo della verifica di compatibilità idraulica* per i corsi d'acqua con bacini inferiori a 25 kmq con influenza della foce a mare, le verifiche idrauliche del Fosso dell'Albero sono state effettuate anche nelle condizioni più gravose fra le ipotesi di portate con tempi di ritorno (TR) di 100, 50 e 30 anni, con un livello marino statico equivalente pari rispettivamente alla media dei massimi annuali, con tempo di ritorno di 10 e 100 anni.

La modellazione idraulica e le verifiche sono state eseguite mediante uso di software specifici, in particolar modo la simulazione della propagazione dell'onda di piena lungo il reticolo idraulico è stata condotta utilizzando il programma HEC-RAS sviluppato da "Hydrologic Engineering Center" del US Army Corps of Engineers (USA), che ha permesso di determinare l'altezza dei livelli idrici nelle varie sezioni reali considerate e di quella e di quella di progetto ipotizzata, evidenziando quindi le possibili criticità del reticolo stesso per i diversi tempi di ritorno e/o per differenti condizioni al contorno.

I dati pluviometrici utilizzati per il calcolo delle piene sono stati estratti dagli Annali Idrologici, pubblicati annualmente a cura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), nello specifico è stata utilizzata la stazione di Porto Sant'Elpidio.

La base cartografica utilizzata per la modellazione e la stesura degli elaborati è la Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 della Regione Marche e la ortofotocarta del comune di Porto Sant'Elpidio in scala 1:5.000 ed 1:2000; quest'ultima carta, nello specifico è stata opportunamente implementata attraverso l'esecuzione di un rilievo topografico di precisione con teodolite-satellitare, che ha permesso di georeferenziare in maniera dettagliata ed attraverso sopralluoghi reiterati, i punti significativi necessari allo studio della verifica idraulica (pendenze dell'alveo nei suoi differenti punti, sezioni ecc...).

Infine, il rilievo delle geometrie, principalmente delle opere antropiche presenti lungo l'alveo del fosso, quali scatolari, argini, attraversamenti ecc., sono state misurate direttamente in sito dallo scrivente, mentre le sezioni di progetto sono state fornite dall'ufficio tecnico del comune di Porto Sant'Elpidio.

1.2 DATI DI PROGETTO RIASSUNTIVI

(vedi studio idraulico dell'Aprile 2014)

parametri morfometrici

I principali parametri morfogenetici del bacino idrografico del Fosso dell'Albero, all'altezza della sezione considerata (ponte ferrovia), sono i seguenti:

area bacino idrografico	$Ab = 2.756 \text{ km}^2$
perimetro bacino idrografico	$Pb = 3.32 \text{ km}$
lunghezza asta fluviale principale	$L = 8944 \text{ mt}$
pendenza media %	$P = 0.05906$

tempo di corrivazione

Formula di Giandotti:

$$t_c \text{ (h)} = \frac{4(Sb)^{1/2} + 1.5 L_p}{0.8 (H_m)^{1/2}}$$

Sb = superficie bacino

$Sb = 2\,756\,132.46 \text{ mq}$

L_p = lunghezza del bacino

$L_p = 2760 \text{ mt}$

P_m = pendenza media del bacino

$P_m = 5.9\%$

H_m = altezza media del bacino

$H_m = 70 \text{ mt}$

$t_c \text{ (h)} = 1.98 \text{ h}$ Formula di Giandotti

coefficiente di deflusso

$C = C_p + C_a + C_v = 0.29$ (metodo di Kennessey 1930).

INTERA AREA SOTTESA ALLA SEZIONE CONSIDERATA

C _{DEFLUSSO} =0.29		S (kmq)=2.756		tc=1.98 h (Giandotti)		
Tr (anni)	a	N	tc (ore)	h (mm)	ic	Q(mc/sec)
5	37.9901712	0.2800	1.98	46.00	23.23	5.165
10	46.1679302	0.2940	1.98	56.44	28.50	6.337
20	54.0103663	0.3003	1.98	66.31	33.49	7.446
30	58.5213887	0.3032	1.98	71.99	36.36	8.083
50	64.1599885	0.3061	1.98	79.08	39.94	8.880
100	71.7649381	0.3093	1.98	88.65	44.77	9.955
200	79.3416959	0.3119	1.98	98.18	49.59	11.025
500	89.3373039	0.3146	1.98	110.76	55.94	12.437
1000	96.8914766	0.3163	1.98	120.26	60.74	13.504

Oltre allo studio della massima piena, calcolata considerando il bacino naturale del fosso, in questo caso, va necessariamente considerato l'eventuale apporto dei vari collettori fognari di acque chiare che attualmente scaricano all'interno del corso d'acqua. Per questo aspetto, la quantificazione degli apporti risulta essere molto difficoltosa e all'atto pratico dimostratasi praticamente improba. Pertanto, partendo da tale difficoltà e considerando che le acque chiare fognarie raccolte all'interno del bacino imbrifero del fosso risultano comunque contemplate nel calcolo eseguito; resterebbero delle ipotetiche quantità di acque di dilavamento raccolte fuori dal bacino imbrifero da condotte fognarie e portate (in contropendenza) all'interno dell'alveo del fosso dell'albero, ma nel contempo potrebbe verificarsi anche il caso opposto, ossia, acque pluviali del bacino del fosso dell'alveo allontanate da condotte fognarie, magari di acque nere, in area esterna al bacino stesso (es: depuratore). A valle di tali considerazioni, **anche in questo caso con propositi assolutamente cautelativi, come era stato fatto in precedenza nello studio di Aprile 2014, si è pensato di aumentare la portata di piena con tempi di ritorno di 200 anni di calcolo da 11 a 15 mc/sec**, al fine di tener conto dell'ipotetico apporto di acque chiare di natura antropica all'interno del bacino del fosso, per effetto dei collettori fognari di acque chiare che attualmente scaricano all'interno del corso d'acqua.

1.3 VERIFICA IDRAULICA

Per la modellazione idraulica del deflusso nei corsi d'acqua sia naturali che artificiali si utilizzano schematizzazioni diverse in funzione dei dati disponibili e del grado di accuratezza del risultato che si intende ottenere. La prima differenziazione riguarda la schematizzazione dimensionale utilizzata, che può essere monodimensionale, bidimensionale o tridimensionale. Ai fini pratici la schematizzazione più utilizzata è sicuramente quella monodimensionale soprattutto per la semplicità che la caratterizza. Essa dà in ogni caso risultati soddisfacenti quando la componente principale di moto è lungo una direzione prevalente. In questo caso le caratteristiche di moto vengono valutate su ogni singola sezione trasversale del corso d'acqua e poi viene valutata la singola interferenza con le sezioni contigue. Nel caso specifico del fosso dell'Albero è stata adottata una tipologia di **schema monodirezionale** in quanto assolutamente soddisfacente, dato che non trattasi di un ampio corso d'acqua dove la propagazione delle acque avviene attraverso meandri e/o barre che dividono i flussi in componenti di spostamento anche di tipo laterale, ma nel caso di studio essendo il corso d'acqua estremamente piccolo, concentra il suo deflusso lungo una linea orientata verso la massima pendenza e priva di accentuate divagazioni.

Oltre allo schema di moto, un'altra distinzione va condotta in base alle condizioni temporali o regime di moto che può essere di tipo: *uniforme*, *permanente* e *vario*. Si ha un moto *permanente* quando le caratteristiche del deflusso restano costanti in funzione del tempo e moto *vario* quando esse variano. Il moto *uniforme* è un caso particolare di quello *permanente*, quando il deflusso avviene in un alveo cilindrico. Una corrente a pelo libero è in moto uniforme se scorre in un alveo cilindrico con la superficie libera parallela al fondo, in natura si trovano situazioni di questo genere solo in canali ed alvei completamente artificiali ed in perfetto stato di manutenzione. Pertanto una corrente a pelo libero è da considerarsi in moto permanente gradualmente variato quando sono presenti variazioni graduali di sezione e di direzione, ma in ogni caso la pressione può ritenersi distribuita idrostaticamente e la portata non varia nel tempo. Una corrente a pelo libero è in moto vario quando sono presenti brusche variazioni di portata in una sezione che si trasmettono quindi alle sezioni circostanti. Nel caso specifico per il fosso studiato, si è ritenuto ragionevole ipotizzare un regime di **moto di tipo permanente**.

Per la verifica idraulica del corso d'acqua ed in particolare lo studio delle sezioni esistenti di attraversamento e/o di rivestimento, con particolare riferimento a quella nuova di progetto per il ponte da realizzare, è stato

utilizzato il **programma HEC-RAS 4.1.0** sviluppato da “**Hydrologic Engineering Center**” del **US Army Corps of Engineers (USA)**. Tale programma serve per simulare la propagazione dell’onda di piena lungo il reticolo idraulico e determinare quindi l’altezza che il livello idrico raggiunge nelle varie sezioni evidenziando quindi possibili criticità del reticolo stesso. Inoltre permette di simulare il comportamento di eventuali opere da realizzare lungo i corsi d’acqua. Nel presente calcolo è stato utilizzato, come anticipato in precedenza, uno schema *monodimensionale* che è quello implementato nel software HEC-RAS associato a delle condizioni di *moto permanente* che prevede caratteristiche del deflusso che restano costanti in funzione del tempo.

Stato attuale del sito e nuove sezioni previste dal progetto

Il tratto del fosso dell’Albero preso in considerazione è quello che va dalla sezione 70 (vedi sezione) ubicata in prossimità di via Pò, dove comincia l’antropizzazione dell’alveo del fosso, il quale viene regimentato all’interno di uno scatolare chiuso di forma rettangolare e la foce del fosso stesso, che scarica direttamente in mare, per un tratto complessivo di circa 600 mt.



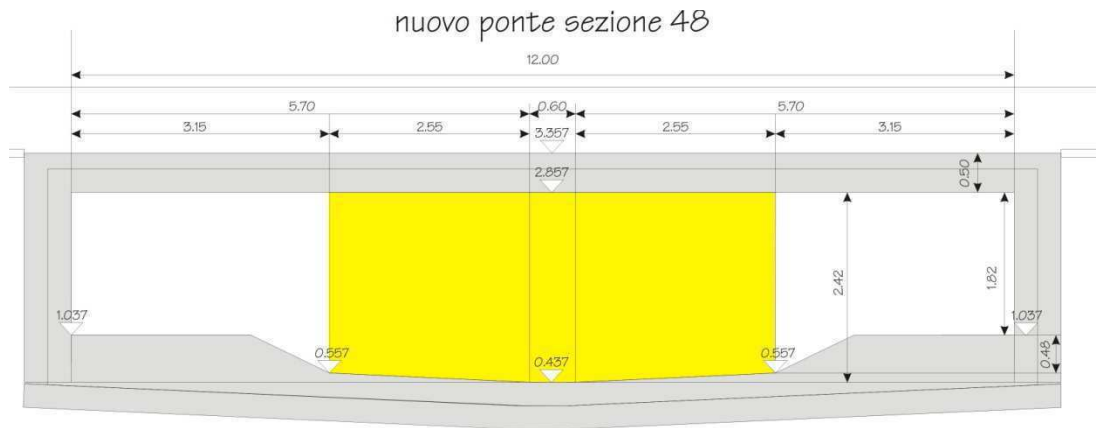
La sezione 70 (5.86x2.03 mt circa), rappresenta quindi l’inizio del tratto intubato dell’alveo che prosegue sempre all’interno dello scatolare chiuso, inizialmente parallelamente a via S. Giovanni Bosco, quindi attraversando la Strada Statale 16 Adriatica e ancora parallelamente a via Piave fino a scorrere al di sotto del mercato coperto, alla fine del quale (sezione 60 modificata dal nuovo progetto), torna ad essere a pelo libero. Il tratto di scatolare chiuso, per il tratto appena citato, non è stato ispezionato nel corso di questo studio, in

quanto si è ritenuto che eventuali restringimenti e/o ostruzioni della condotta, in questo caso, sarebbero stati solamente a favore della sicurezza, nella finalità della progettazione del nuovo ponte, dato che tali problematiche potrebbero solamente ridurre l'afflusso idrico alla sezione di studio

All'uscita del tratto intubato del mercato coperto verrà modificata la porzione basale dell'alveo attuale creando una doppia pendenza verso il centro dell'alveo sino ad inglobare la canaletta di minima esistente attualmente sul posto (vedi studio 04/14).



In questo tratto, precisamente, nello spazio compreso tra l'uscita del mercato coperto ed il ponte della ferrovia verrà realizzato il nuovo attraversamento in progetto (sezione 48), il quale presenta una forma rettangolare, con una lunghezza di 12.00 mt, ed un'altezza di circa 1.82 mt. nella porzione laterale e di circa 2.42 mt nella porzione centrale, compresa tra il piano basale e la quota descritta dall'intradosso dell'impalcato del ponte di progetto. Essendo la sezione ipotizzata piuttosto ampia, nei calcoli idraulici è stata considerata una superficie di "drenaggio" ridotta al fine di recepire le indicazioni dei progettisti, dato che gli estremi laterali della stessa potrebbero essere in futuro utilizzati per il passaggio di impianti tecnologici. Quindi la sezione considerata nei calcoli è una sezione minore, sempre a base rettangolare di 5.70 mt per circa 2.40 mt di altezza, che corrisponde alla sezione centrale del ponte ferroviario (vedi sezione di seguito riportata in colore giallo). Questo, anche al fine, di non creare turbolenze, dal punto di vista idraulico, tra due sezioni differenti appartenenti ai due impalcati, praticamente appaiati tra di loro.



Subito a valle dell'attraversamento in progetto si riscontra il ponte ferroviario, il quale il quale gioverà nel progetto, di una sezione drenante più ampia, rispetto a quella attuale, consistente anche in questo caso in un approfondimento del thalweg ad impluvio sino a raccordarsi con la base della canaletta di magra, oggi coperta.

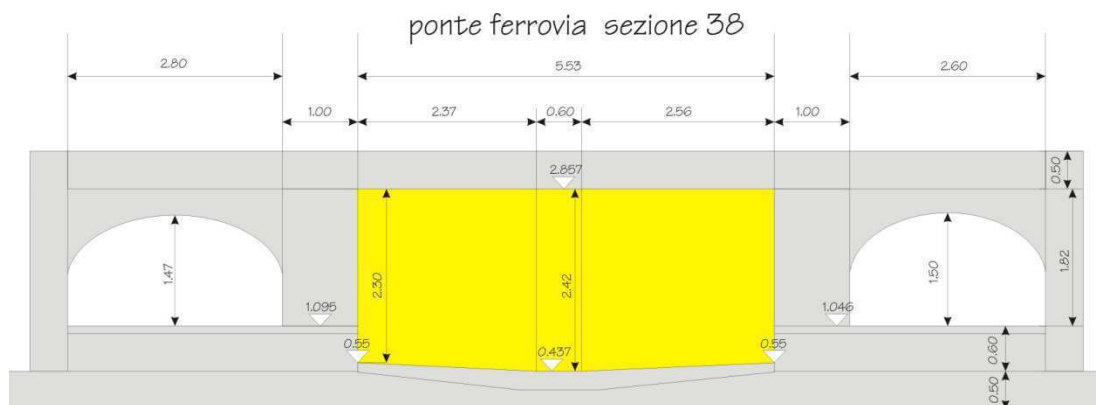


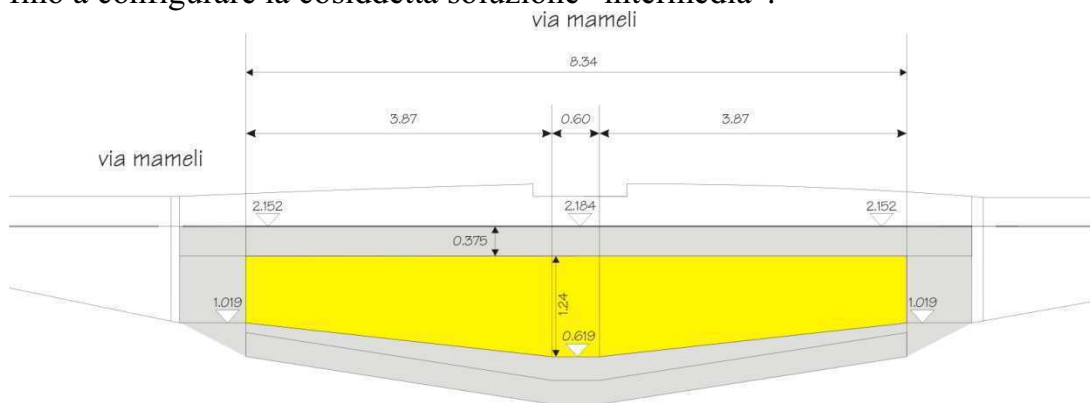
Foto relative al ponte della ferrovia, visto rispettivamente da Ovest e da Est

Nel tratto compreso tra il ponte di via Mameli e l'uscita dal mercato coperto, l'alveo del fosso dell'albero viene attualmente utilizzato, in maniera impropria, come sede stradale per la circolazione carrabile di collegamento tra il borgo marinaro ed appunto via Mameli, dove si riscontra una sezione di attraversamento in parte occlusa dalle livellette di raccordo stradale tra il fondo dell'alveo e la carreggiata stradale di via Mameli.



Stato attuale della sezione drenante di via Mameli, vista da Ovest verso Est

A seguito delle criticità emerse circa la capacità di drenaggio di tale sezione (vedi considerazione espone nel documento dell'Aprile 2014), sono state previste delle modifiche di tale attraversamento consistenti nel ripristino della sezione originaria e nell'approfondimento dell'alveo, anche in questo caso facendo confluire gli impluvi con la parte basale della canaletta di minima, fino a configurare la cosiddetta soluzione "intermedia".

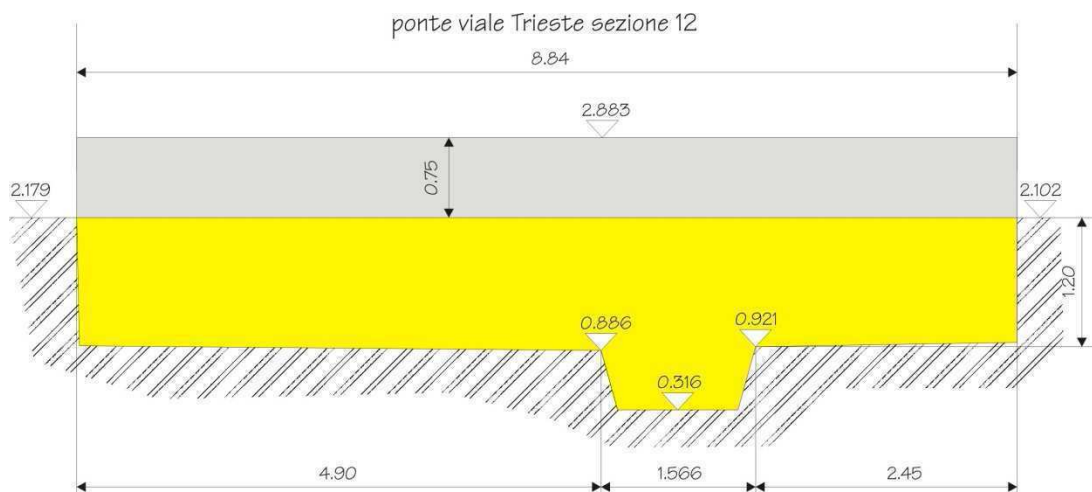


Sezione di via Mameli "soluzione intermedia"

Oltre alla *soluzione intermedia* che verrà attuata contestualmente alla realizzazione del ponte in progetto, i progettisti dell'opera hanno previsto una

ulteriore sezione su via Mameli di futura realizzazione e di maggiore capacità defluente che prevede il rifacimento, ad una quota superiore, dell'intero impalcato del ponte stesso. In tale contesto, quindi, a fini cautelativi, verrà studiata, dal punto di vista idraulico la sezione relativa alla *soluzione intermedia*, la quale se dovesse fornire risultati soddisfacenti, verificherebbe, di conseguenza e con un maggior fattore di sicurezza, anche la futura opera da realizzare avente capacità di scolo superiore.

Oltre il ponte di via Mameli ed in continuità con lo stesso, il corso d'acqua, torna ad essere intubato all'interno di un nuovo scatolare di pari larghezza, ma con un estradosso più alto rispetto all'attraversamento stradale. Lo scatolare prosegue sino all'attraversamento di viale Trieste (sezione 12).



Ponte su via Trieste



Oltre il ponte di via Trieste, il fosso risulta ancora completamente rivestito, ma scorre a cielo aperto, fino al suo ultimo tratto, in cui lo stesso riprende il suo alveo naturale, privo di qualsiasi antropizzazione, lungo circa 60-80 mt appena prima dell'immissione in mare.



Foto tratto
terminale di
afflusso al mare

Criteri di calcolo idraulico utilizzati

Per la simulazione idraulica è stata utilizzata la ***portata di massima piena del fosso dell'Albero di $Q = 11.025$ mc/s, determinata con un tempo di ritorno di 200 anni*** per il bacino idrografico del fosso, sotteso alla sezione in esame. Tale portata è stata quindi incrementata, in via assolutamente cautelativa, fino a ***15.0 mc/s***, al fine di tener conto del potenziale ipotetico apporto di acque chiare di natura antropica all'interno del bacino del fosso, per effetto dei collettori fognari di acque chiare, che attualmente scaricano all'interno del corso d'acqua.

Inoltre al fine di tener conto anche dei criteri contenuti nella L.R. 23 novembre 2011, n.22, art. 10, comma 4 "***Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali***" (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), e nello specifico nelle ***Linee Guida*** redatte dall'Autorità di Bacino regione Marche, per i corsi d'acqua con bacini inferiori a 25 kmq con influenza della foce a mare, le verifiche idrauliche del Fosso dell'Albero sono state effettuate anche nelle condizioni

più gravose fra le ipotesi di portate con tempi di ritorno (TR) di 100, 50 e 30 anni, con un livello marino statico equivalente pari rispettivamente alla media dei massimi annuali, con tempo di ritorno di 10 e 100 anni.

Per la definizione del profilo liquido, in base alle caratteristiche geometriche dell'alveo del fosso in studio, considerando i valori del coefficiente di *Froude* emersi dai calcoli, si è utilizzato uno schema di CORRENTE VELOCE (*supercritical flow*). Per le condizioni di contorno sia a monte che a valle in corrispondenza delle due sezioni estreme (di monte e di valle) del tratto considerato, si è considerato per la condizione di contorno a monte la **pendenza motrice** (J) del tratto di canale a monte (Normal Depth) 1.9%, valutata in maniera estremamente precisa, grazie al rilevamento topografico di dettaglio eseguito per lo scopo, e calcolata tra la sezione 70 e la sezione 10, che risulta essere pari a **0.019**. Per la condizione di contorno a valle è stata utilizzata l'opzione Known Water Surface Elevations (WSE) rappresentante al valore noto dell'altezza d'acqua, che nel caso specifico risulta essere il valore dell'innalzamento del livello marino per i vari tempi di ritorno. In dettaglio, vista l'assenza di dati ufficiali da parte della Regione Marche, considerata la complessità della valutazione dell'effetto congiunto del moto ondoso e marea, sull'innalzamento del livello marino sottocosta, sono stati utilizzati, i dati ricavati nell'ambito del "Progetto di piano per la difesa del mare e la riqualificazione ambientale della Regione Emilia Romagna (ARPA -Regione Emilia-Romagna -1996), che risultano essere:

hm=1.35 mt	<i>massimi annuali</i>
hm=1.80 mt	<i>Tempo di ritorno 10 anni</i>
hm=2.00 mt	<i>Tempo di ritorno 100 anni</i>

Il tratto dell'alveo del fosso studiato nella verifica idraulica risulta essere completamente rivestito in cemento, considerato, nei sopralluoghi eseguiti, in discrete condizioni di conservazione, pertanto, per quanto riguarda i valori del coefficiente di scabrezza, si è potuto far riferimento ai valori **di resistenza di Manning** per canali artificiali di seguito riportata unitamente alla tabella per il calcolo del coefficiente di resistenza di tronco:

<i>Tipo di superficie</i>	<i>Minimo</i>	<i>Normale</i>	<i>Massimo</i>
Canali rivestiti in			
<i>Acciaio (canalette)</i>	0.011	0.012	0.017
<i>Lamiera ondulata</i>	0.021	0.025	0.030
<i>Legno con buon grado di finitura</i>	0.010	0.012	0.015
<i>Legno grezzo</i>	0.012	0.015	0.018

<i>Calcestruzzo liscio</i>	0.011	0.013	0.015
<i>Calcestruzzo grezzo</i>	0.014	0.017	0.020
<i>Conglomerato bituminoso liscio</i>		0.013	
<i>Conglomerato bituminoso grezzo</i>		0.016	
<i>Mattoni vetrificati</i>	0.011	0.013	0.015
<i>Mattoni con intonaco</i>	0.012	0.015	0.018
<i>Pietrame con giunti stilati</i>	0.018	0.025	0.030
<i>Scogliera</i>	0.023	0.032	0.035
<i>Gunita (sezione di scavo regolarizzata)</i>	0.016	0.019	0.023
<i>Gunita (sezione irregolare)</i>	0.018	0.022	0.025
<i>Erba</i>	0.030		0.500

<i>Condizioni del corso d'acqua</i>		<i>Valori del coefficiente</i>	
Materiale d'alveo	Sabbie e limi	n₀	0.020
	Ghiaie e sabbie		0.024
	Ciottoli e sabbie		0.028
	Roccia		0.025
Forma della sezione trasversale	Regolare	n₁	0.000
	Abbastanza regolare		0.005
	Moderatamente irregolare		0.010
	Molto irregolare		0.020
Grado di uniformità longitudinale	Variazioni graduali	n₂	0.000
	Saltuarie strettoie e varici		0.005
	Frequenti cambi di sezione		0.010-0.015
Effetto delle ostruzioni	trascurabile	n₃	0.000
	Poco importante		0.010-0.015
	Apprezzabile		0.020-0.030
	Forte		0.040-0.060
Vegetazione	Scarsa	n₄	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Importante		0.025-0.050

	Molto importante		0.050-0.100
Grado di sinuosità	Scarso	n_s	1.00
	Apprezzabile		1.15
	Notevole		1.30

Si è adottato un valore **di resistenza di Manning**, (anche in questo caso interpretando in maniera cautelativa la scelta dei parametri) pari a **0.35** per la determinazione del coefficiente di resistenza, considerando la somma dei vari coefficienti relativi ad un alveo rivestito in calcestruzzo grezzo (0.020) con una forma della sezione trasversale regolare (0.000), un grado di uniformità longitudinale con variazioni gradualità (0.000) e un effetto delle ostruzioni poco importante (0.015).

Alla luce di quanto sopra riportato, nello sviluppo delle verifiche idrauliche del tratto terminale del *Fosso dell'Albero* sono state effettuate quattro diverse ipotesi di progetto, la prima considerando un tempo di ritorno di 200 anni, poi incrementato al fine di considerare potenziali afflussi antropici, come è stato fatto nello studio precedentemente effettuato, le successive tre, invece, sono state concepite così come definito dalle *Linee Guida della L.R. 23 novembre 2011 n.22, art.10, comma4*. Le verifiche idrauliche sono state effettuate schematicamente secondo le seguenti simulazioni:

1° verifica

Portata di monte Tempo di Ritorno (TR) di 200 anni Q = 11.025 mc/s
 Portata con TR di 200 anni con incrementi antropici Q = 15.000 mc/s

2° verifica

Portata di monte Tempo di Ritorno (TR) di 100 anni Q = 9.955 mc/s
 Livello marino equivalente – media dei massimi annuali h = 1.35 mt

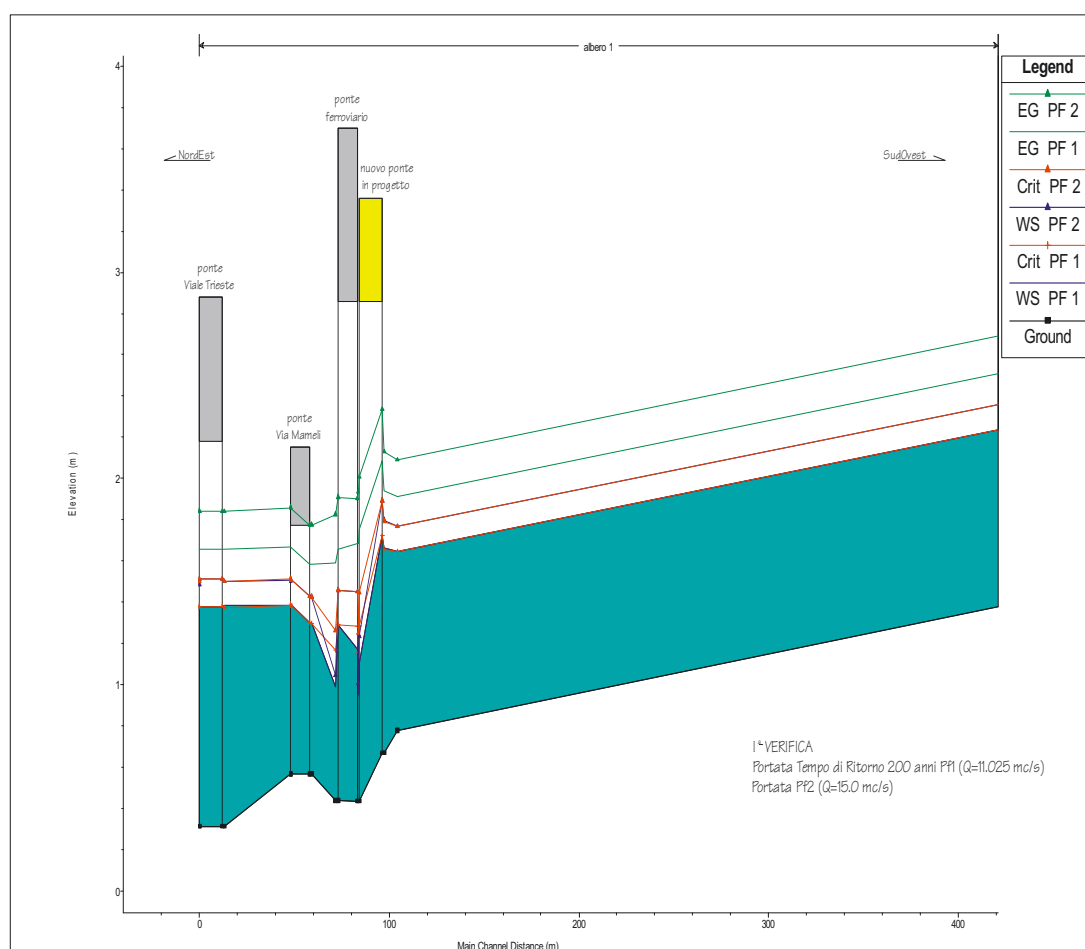
3° verifica

Portata di monte Tempo di Ritorno (TR) di 50 anni Q = 8.880 mc/s
 Livello marino equivalente – Tempo di ritorno di 10 anni h = 1.80 mt

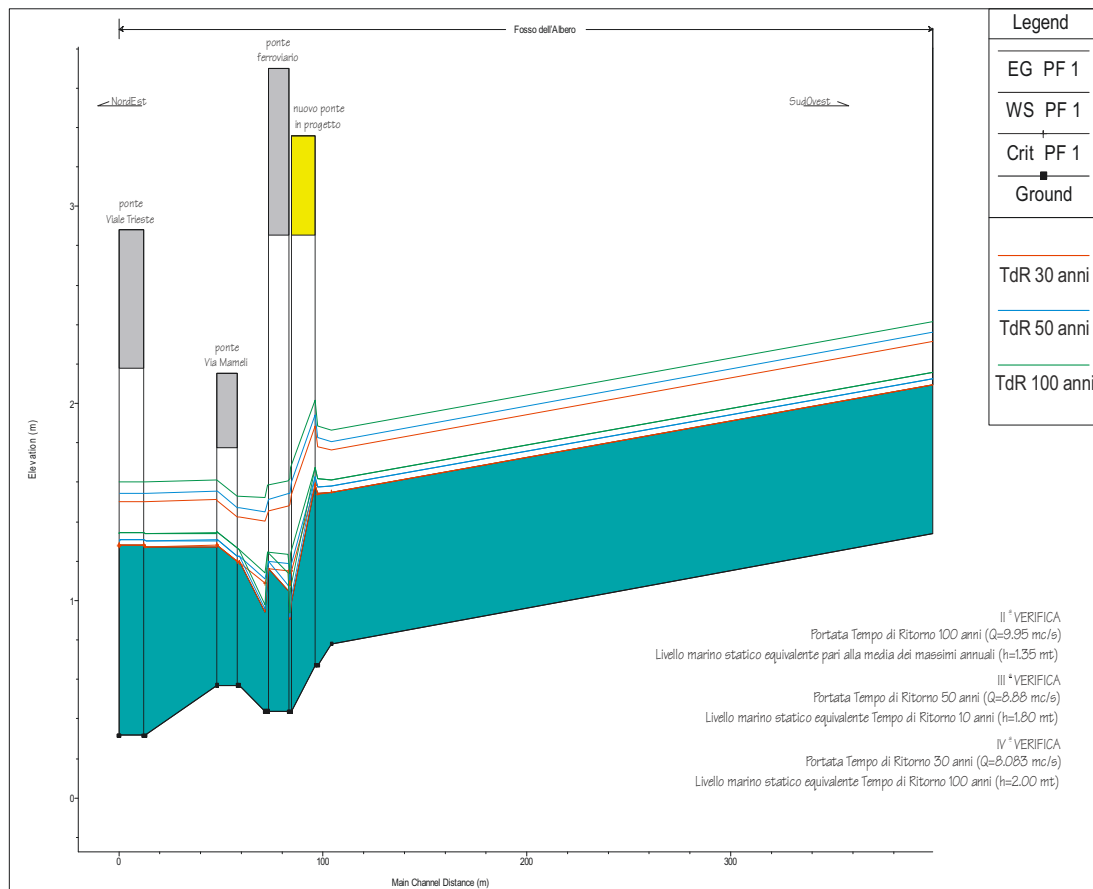
4° verifica

Portata di monte Tempo di Ritorno (TR) di 30 anni Q = 8.083 mc/s
 Livello marino equivalente – Tempo di ritorno di 100 anni h = 2.00 mt

In allegato alla presente relazione vengono riportate le tabelle riassuntive di tutte le sezioni attuali derivanti dalle diverse simulazioni, con le relative caratteristiche specifiche. Dalla simulazione ottenuta dal software adottato, oltre alle tabelle sopra citate, in cui sono riassunti i valori di velocità di corrente, numero di *Frode* ecc..., emergono anche delle visualizzazioni grafiche in cui viene descritto il livello dell'onda di piena sulle singole opere presenti lungo l'alveo, rappresentate da sezioni e profili, unitamente alla rappresentazione grafica dei risultati dei calcoli sull'intero profilo longitudinale del tratto del Fosso dell'Albero considerato.



Profilo tratto terminale Fosso dell'Albero Portata massima Tempo di Ritorno 200 anni, con portata incrementale che tiene conto di eventuali apporti idrici di natura antropica.



Profilo tratto terminale Fosso dell'Albero Portata massima T. di R. 100, 50 e 30 anni

Dai calcoli eseguiti si evince come per tutte le sezioni e gli attraversamenti sul fosso dell'Albero considerati, compreso il nuovo ponte (sezione 38) e soprattutto l'attraversamento di via Mameli (sezione 19), anche se con franchi di sicurezza differenti, sono verificati per tutte e quattro le verifiche (vedi sezioni allegate in appendice) ovvero per le portate di 11.025 mc/s (TR 200) e di 15.0 mc/s (ipotesi cautelativa), di 9.955 mc/s (TR 100), 8.880 mc/s (TR 50) e 8.083 mc/s (TR 30), con le rispettive condizioni al contorno (livello medio del mare). Così come graficamente riportato nei due profili precedentemente esposti.

1.4 CONCLUSIONI

Dallo studio eseguito e dai dati scaturiti dalle simulazioni effettuate nel tratto del Fosso dell'Albero preso in esame, alla luce delle sezioni del nuovo progetto per la sistemazione della viabilità con la realizzazione del nuovo ponte, emerge chiaramente che tutte le sezioni e tutti gli attraversamenti compreso il nuovo ponte di attraversamento in progetto di via Indipendenza **è ampiamente verificata sia con la portata di massima piena $Q = 11.025$ mc/s per un tempo di ritorno di 200 anni, che per la portata di 15.0 mc/s,** utilizzata in via del tutto cautelativa considerando eventuali incrementi di portata dovuti a immissioni di acque chiare della fognatura pubblica proveniente da aree esterne al bacino idrografico sotteso alla sezione considerata, **nonché per la portata di massima piena $Q = 9.955$ mc/s per un tempo di ritorno di 100 anni e un livello marino statico equivalente pari alla media dei massimi annuali (1.35 mt), per la portata di massima piena $Q = 8.880$ mc/s per un tempo di ritorno di 50 anni e un livello marino statico equivalente con un tempo di ritorno di 10 anni (1.80 mt) e per la portata di massima piena $Q = 8.083$ mc/s per un tempo di ritorno di 30 anni e un livello marino statico equivalente con un tempo di ritorno di 100 (2.00 mt).**

Quindi considerando le sezioni del nuovo progetto, prese in esame nel presente studio, **si ritiene fattibile, dal punto di vista idraulico, il ponte di attraversamento previsto nell'area di attraversamento compresa tra il mercato coperto ed il ponte della ferrovia, per le sezioni ipotizzate e contenute nel presente studio. L'inserimento della struttura risulta compatibile con l'assetto idraulico odierno del corso d'acqua e non comporterà alterazioni del rischio esondazione dell'area, **che anzi verrà ampiamente mitigato dal ripristino a scopi golenali dell'area attualmente utilizzata a transito veicolare e dall'ampliamento delle sezioni drenanti che verrà realizzato tra il mercato coperto ed il ponte di via Mameli.****

Nella progettazione esecutiva del ponte si raccomanda il posizionamento dello stesso e nello specifico delle spalle, in una posizione quanto più possibile parallela al filone principale della corrente e nel caso specifico, vista la vicinanza con il ponte della ferrovia, le strutture di sostegno da progettare dovranno essere parallele a quelle già esistenti, al fine di non ridurre le sezioni disponibili effettive, evitare per quanto possibile turbolenze del moto idraulico e minimizzare il rischio di ostruzione da parte del materiale trasportato dalla corrente, in caso di piena. Non vi sono invece raccomandazioni da fare riguardo le tipologie fondali delle opere, connessi al rischio di scalzamento al piede per effetti di incisione dell'alveo, dato che lo stesso risulta attualmente e

rimarrà anche in seguito all'esecuzione dell'opera, completamente cementato.

Si raccomanda, invece, una volta realizzata l'opera, la corretta gestione dell'alveo del fosso, nel tempo, attraverso la continua manutenzione sia del corso d'acqua, eliminando depositi detritici e vegetazione presenti sul fondo, trasportati dalla corrente, in modo da evitare un restringimento dell'alveo negli anni, con potenziali rischi di ostruzione delle varie sezioni di deflusso. Oltre alla manutenzione dell'alveo, dovrà essere garantita altrettanta cura nella gestione e manutenzione degli argini e della vegetazione presente nelle vicinanze degli stessi, al fine di scongiurare rischi che eventuali rami e/o pezzi alloctoni possano ostruire in caso di piena le sezioni scotolari e/o di attraversamento riducendone pertanto l'efficienza idraulica.

Analogo discorso va condotto al fine di mantenere sempre in buone condizioni di drenaggio l'ultimo tratto di alveo del fosso privo di rivestimento, in corrispondenza della foce dello stesso, che attualmente versa in cattive condizioni di manutenzione. Nel particolare dovrà essere rimossa la vegetazione infestante e dovrà essere pulito l'alveo dai numerosi detriti che attualmente in parte lo ostruiscono, agevolando, così, il naturale deflusso della corrente, in particolare durante eventi meteorici eccezionali, magari associati a contemporanei fenomeni di mareggiata.

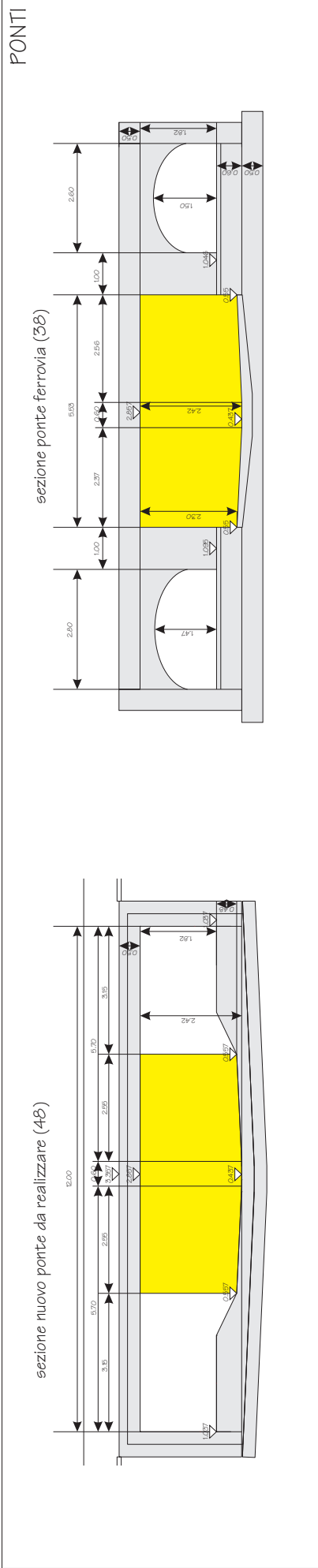
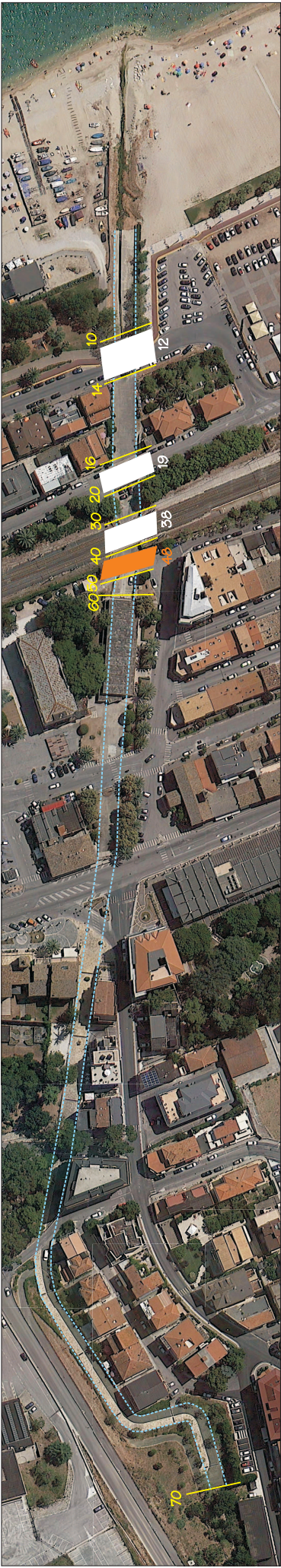
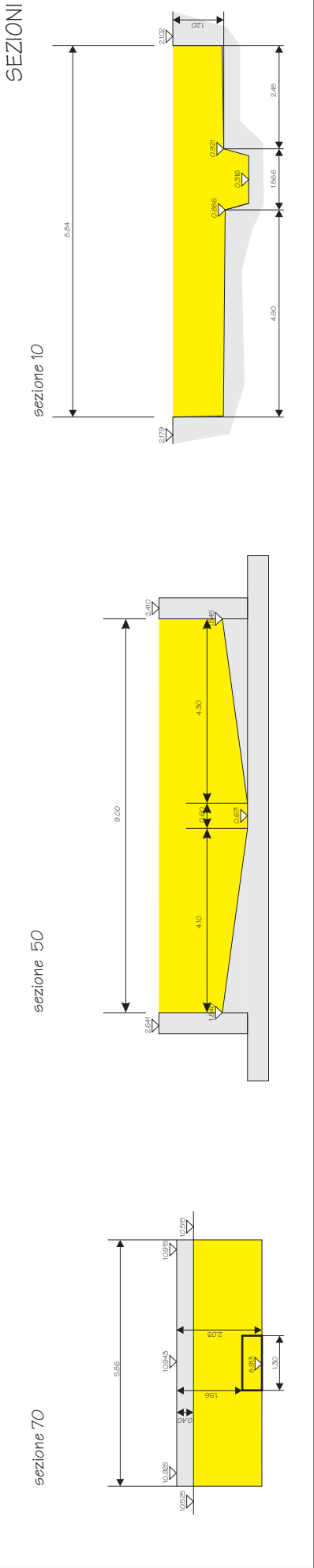
Porto Sant'Elpidio, 12 Febbraio 2015

il geologo
Dr. Massimo Basili
ORDINE DEI GEOLOGI DELLA REGIONE MARCHE
geologo specialista
numero 277 albo sezione A (1988)



COROGRAFIA

tracciato Fosso dell'Albero

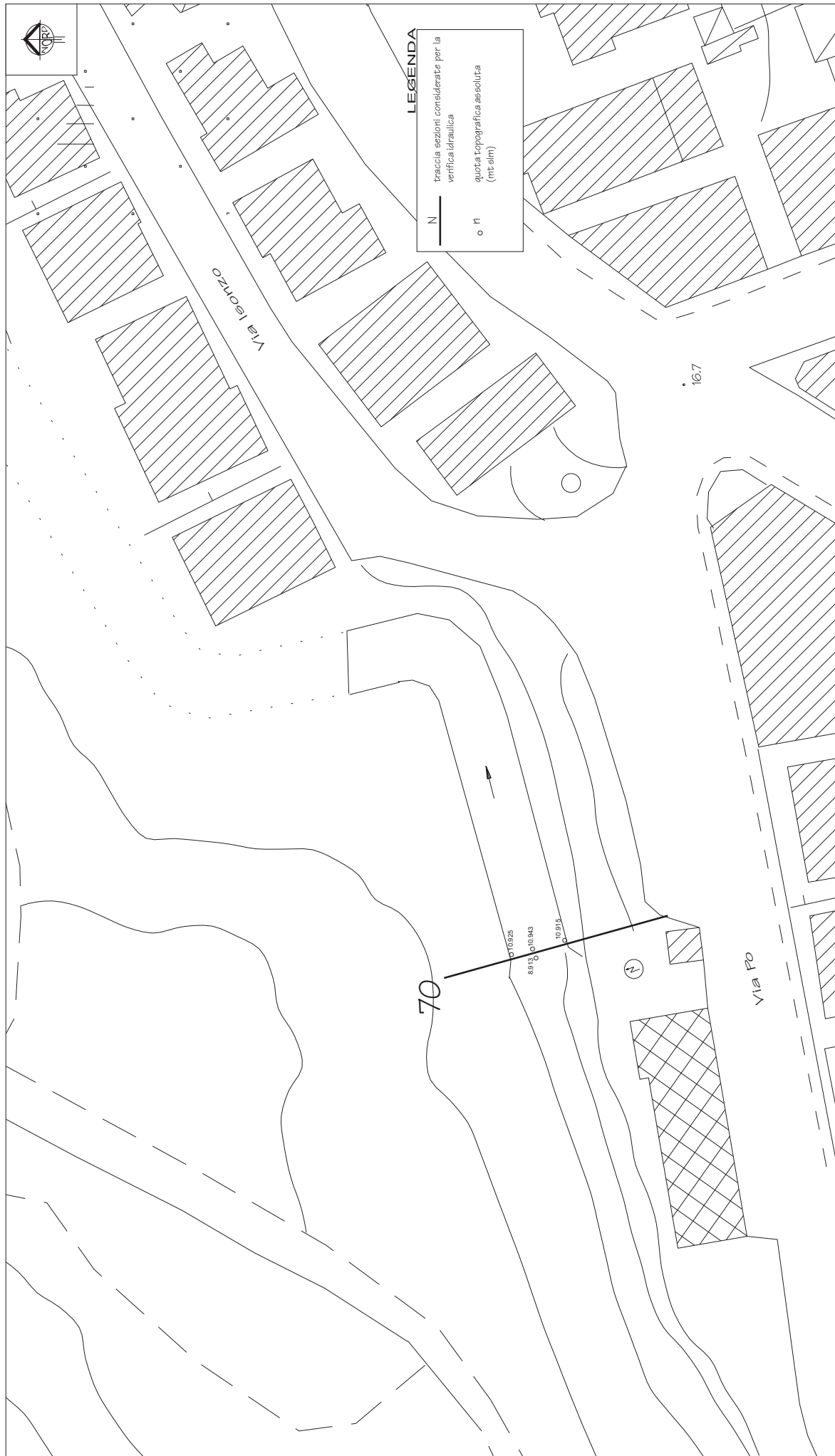
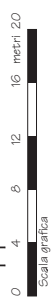


sezione considerata verifica idraulica

Age Group	Scala grafica
0-4	4
4-8	8
8-12	12
12-16	16
16-20	20



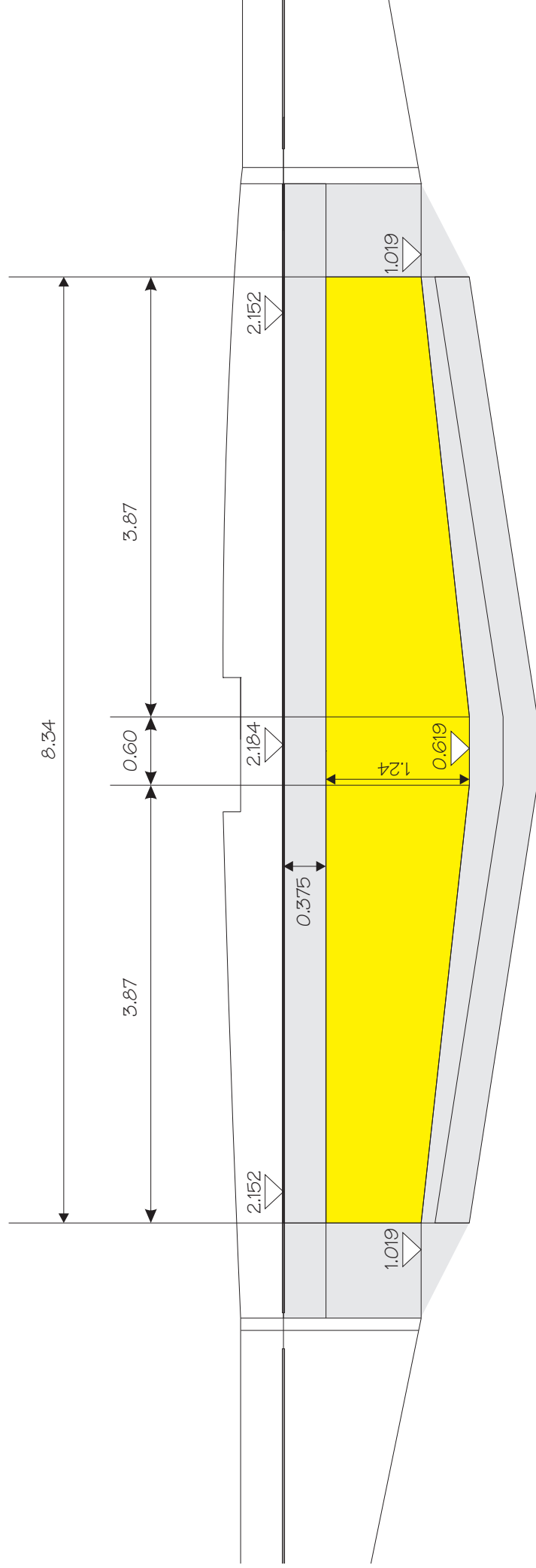
PLANIMETRIA
sezione 70
rapp. 1:400



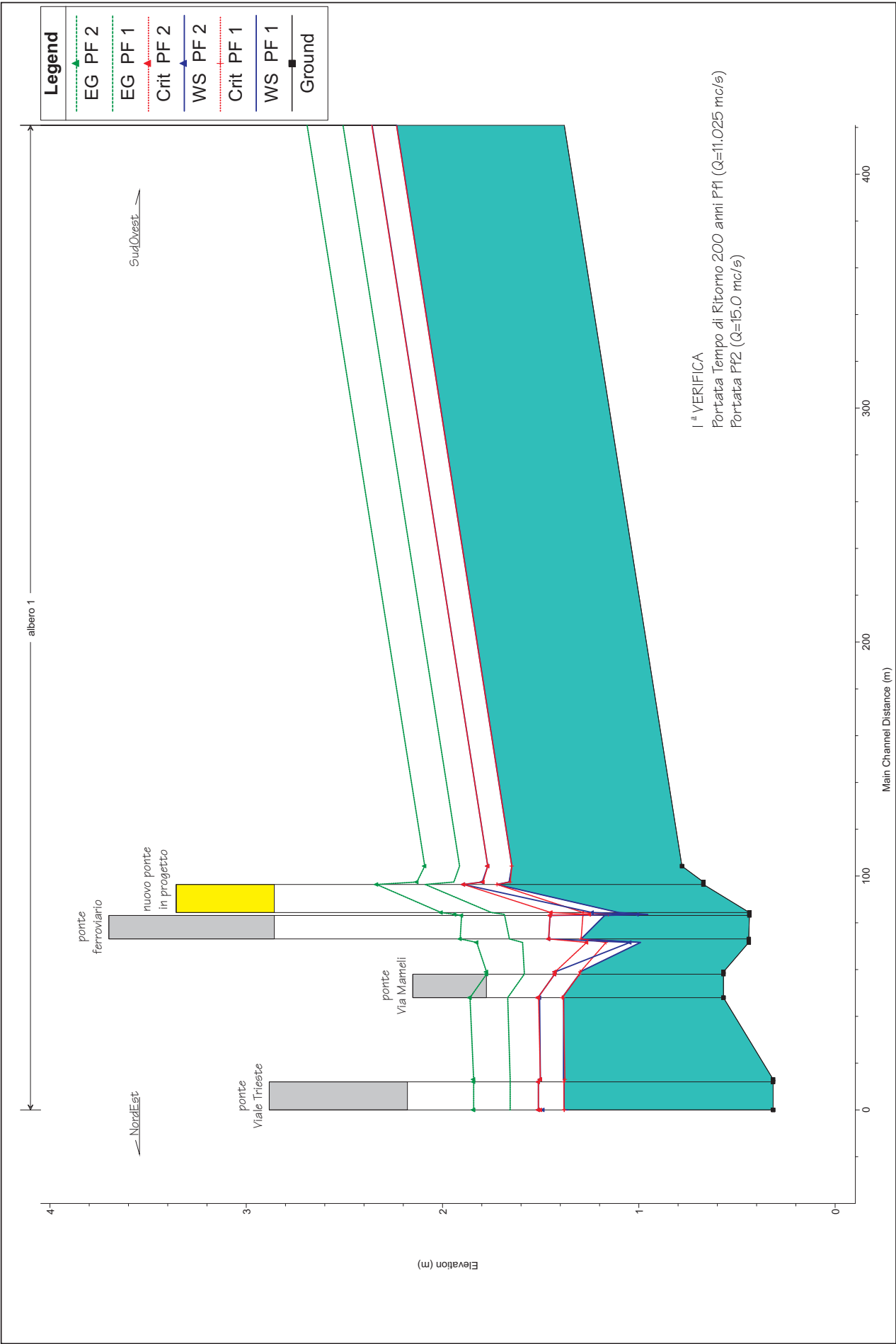
SEZIONE 19
FASE DI PROGETTO
INTERMEDIA
PONTE VIA MAMELI
scala 1:50



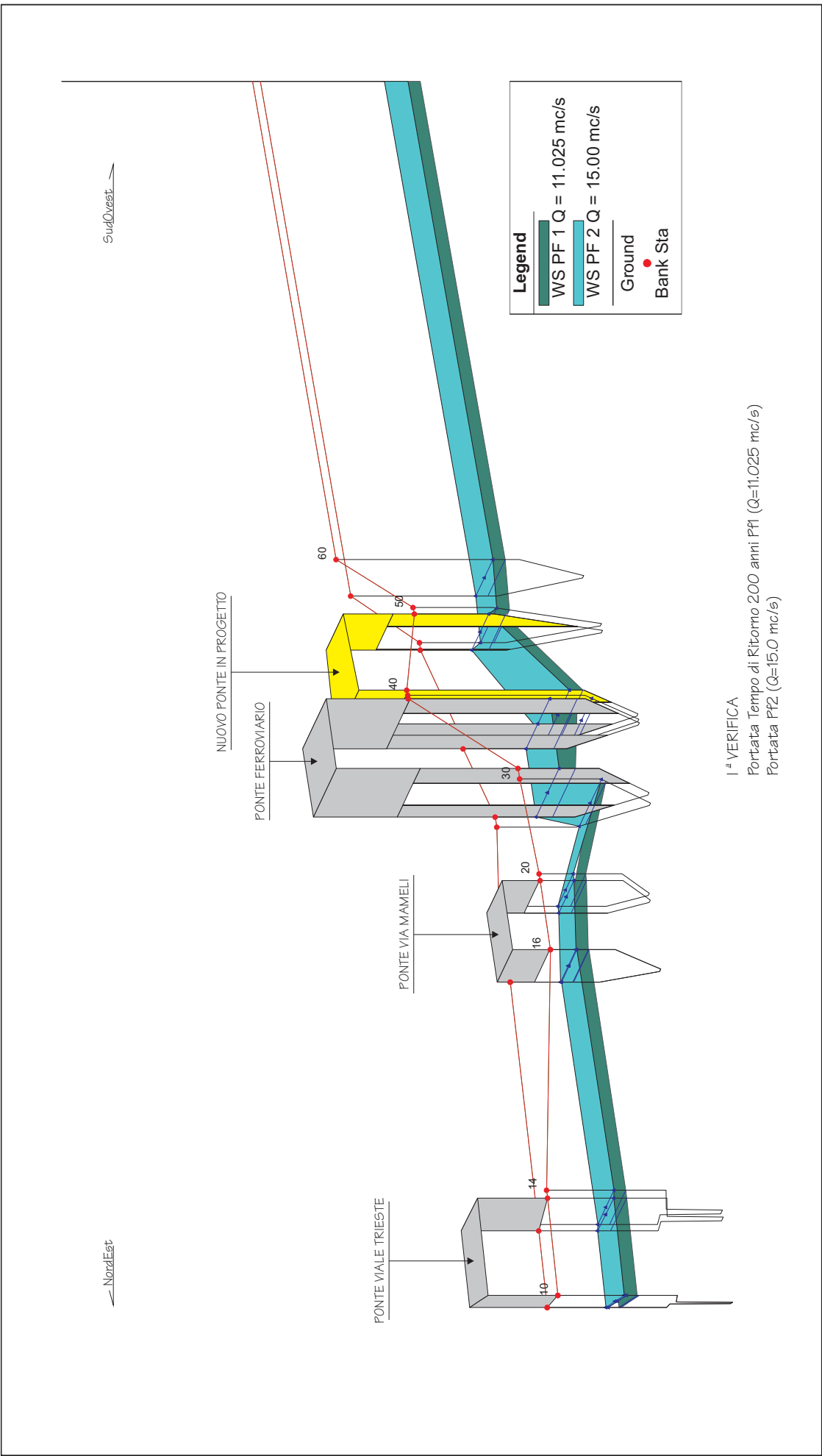
via mameli

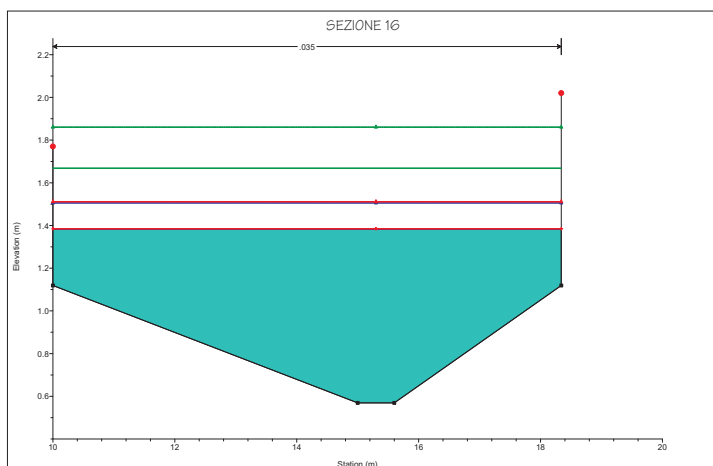
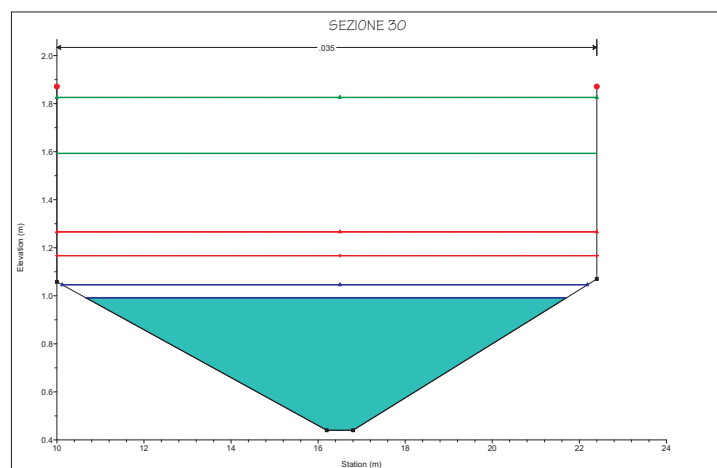
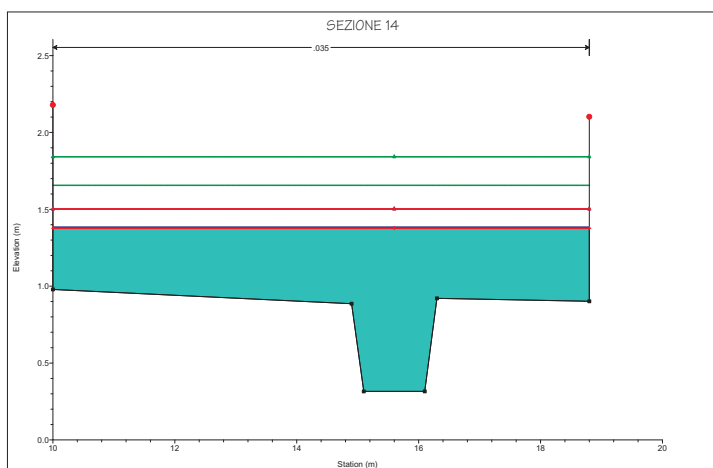
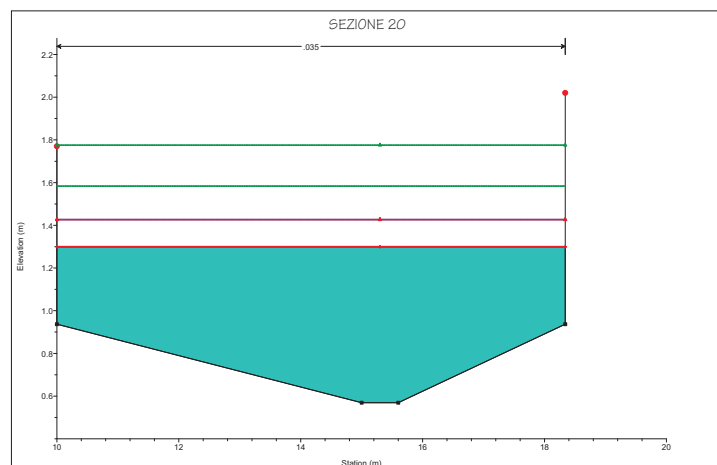
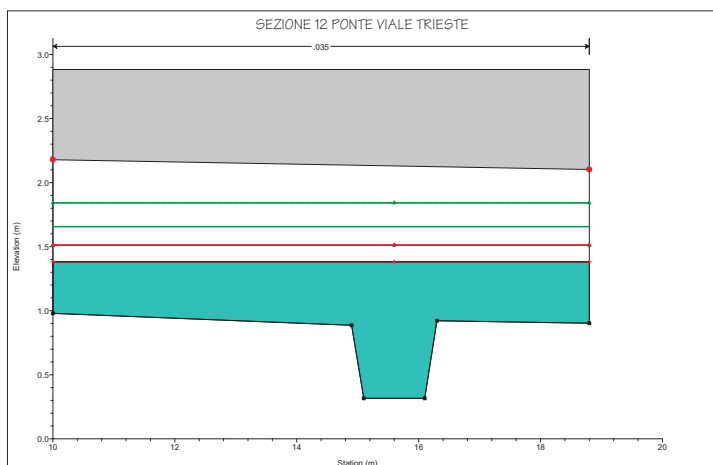
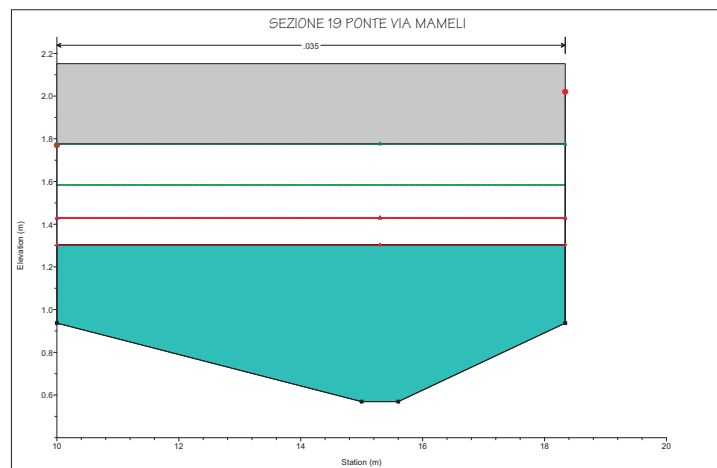
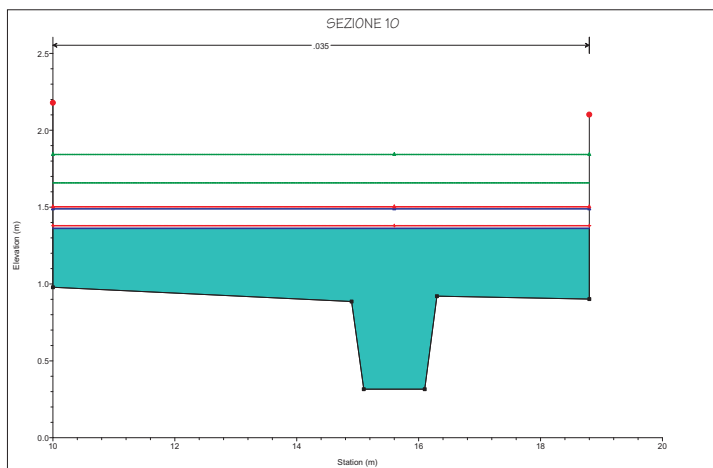


PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO



PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO





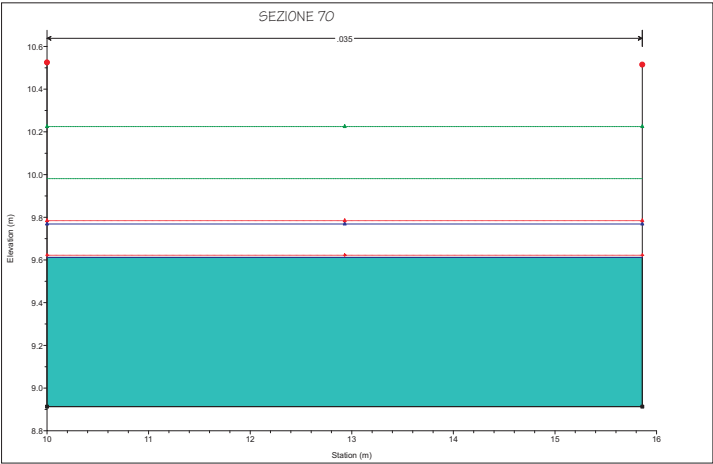
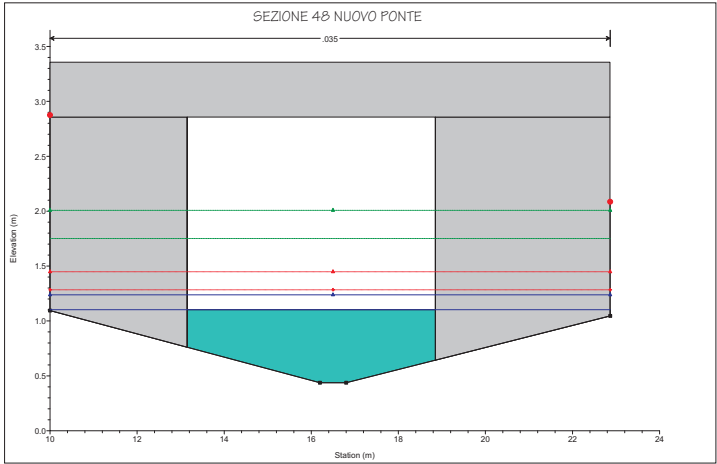
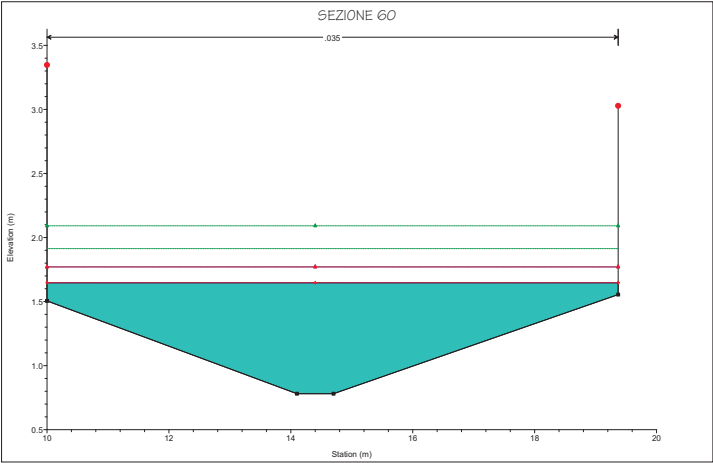
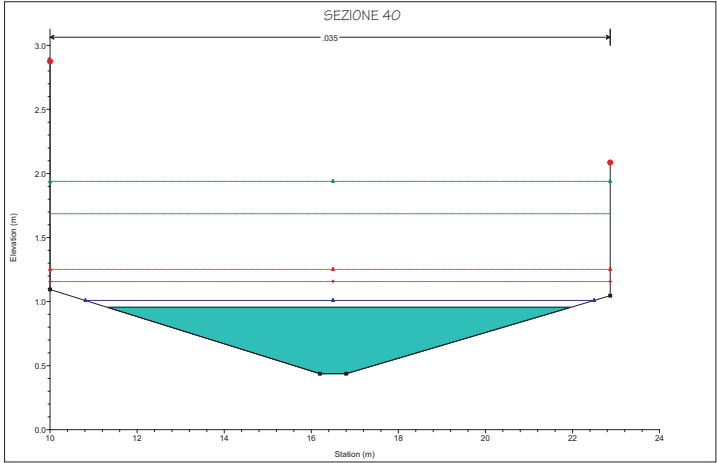
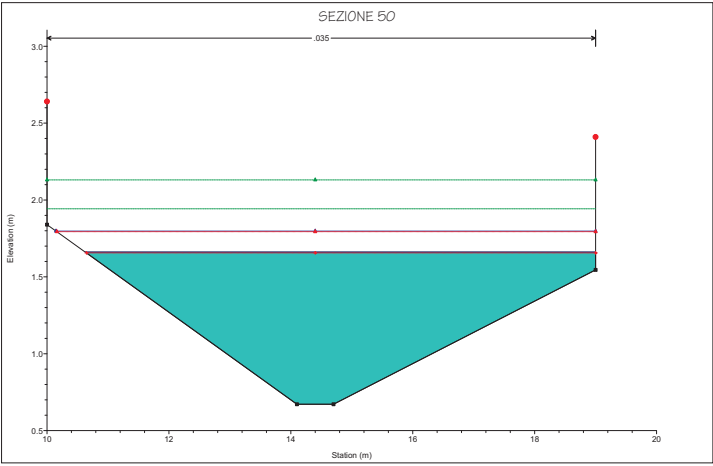
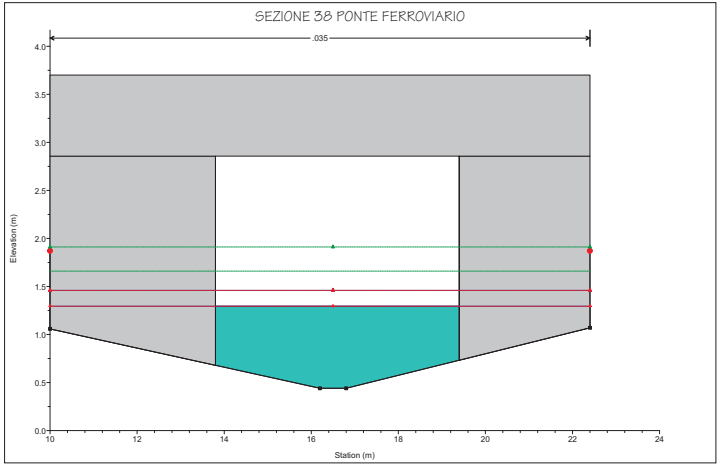
SEZIONI 10-30

I^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 200 anni PF1 ($Q=11.025 \text{ mc/s}$)

Portata PF2 ($Q=15.0 \text{ mc/s}$)

Legend	
EG PF 2	▲
EG PF 1	▲
Crit PF 2	▲
WS PF 2	▲
Crit PF 1	▲
WS PF 1	▲
Ground	■
Bank Sta	●

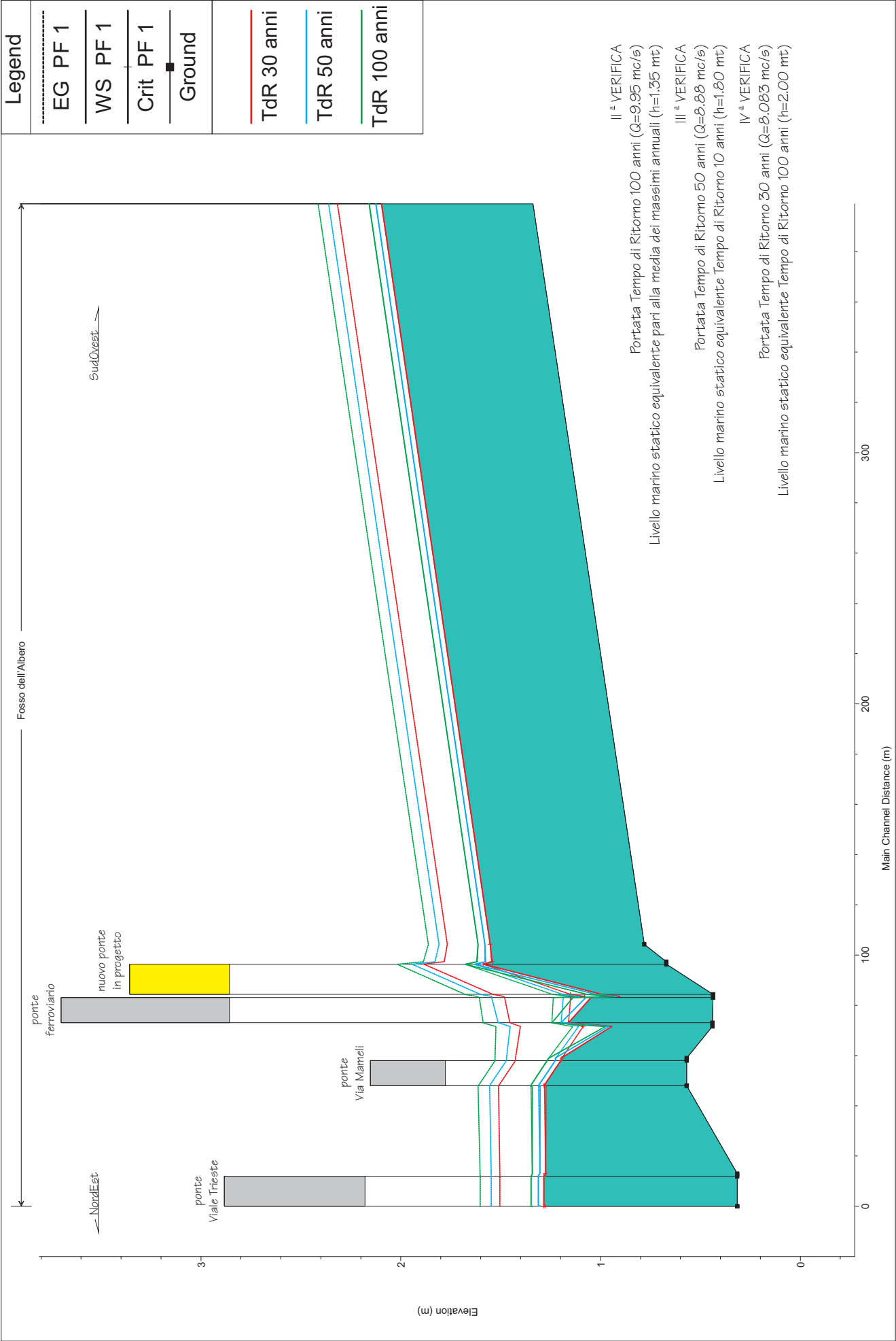


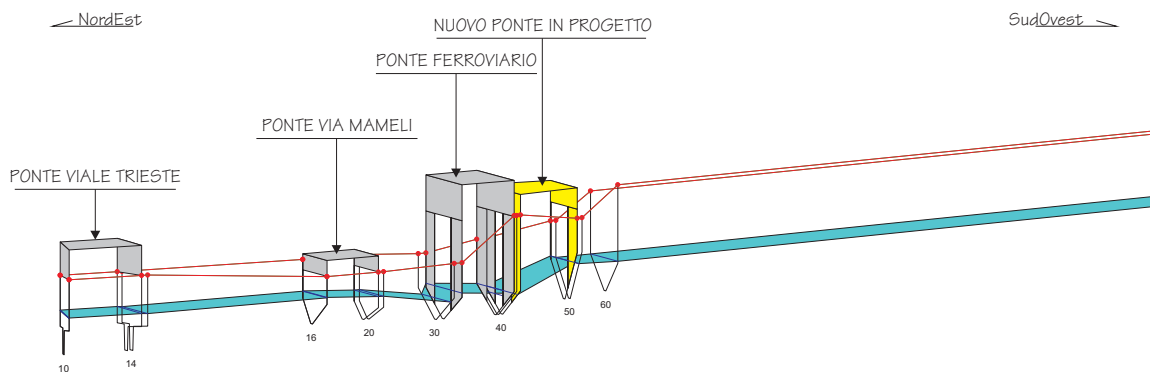
SEZIONI 38-70

I^a VERIFICA
Portata Tempo di Ritorno 200 anni PFI (Q=11.025 mc/s)
Portata PFI2 (Q=15.0 mc/s)

Legend	
EG PF 2	▲
EG PF 1	▲
Crit PF 2	▲
WS PF 2	▲
Crit PF 1	▲
WS PF 1	▲
Ground	■
Bank Sta	●

PROFILO TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO





Legend

WS PF 1

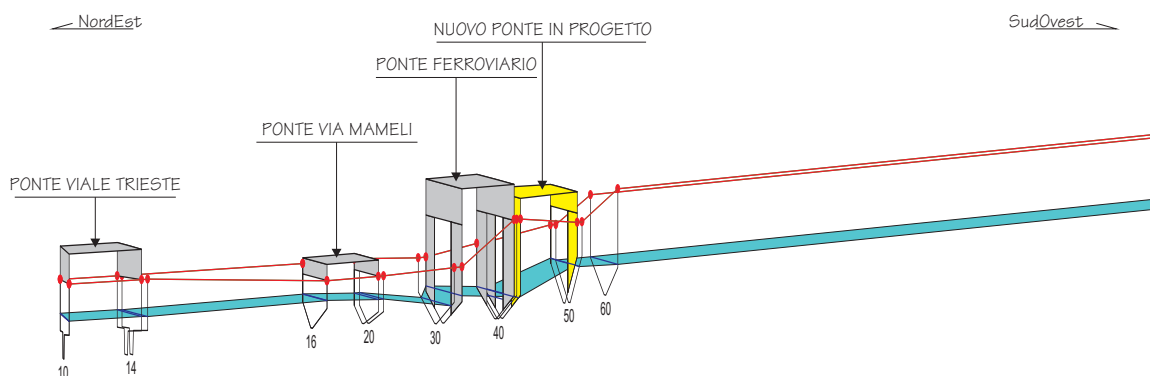
Ground

Bank Sta

IV^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 30 anni ($Q=8.083 \text{ mc/s}$)

Livello marino statico equivalente Tempo di Ritorno 100 anni ($h=2.00 \text{ mt}$)



Legend

WS PF 1

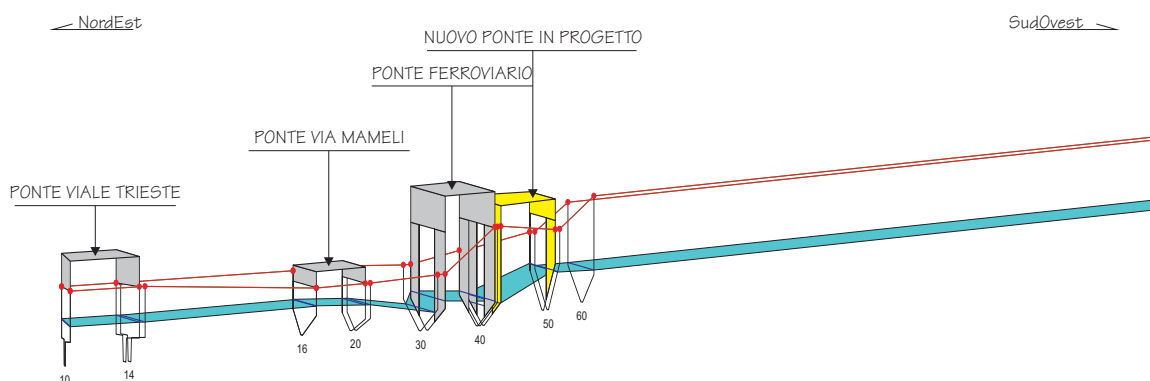
Ground

Bank Sta

III^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 50 anni ($Q=8.88 \text{ mc/s}$)

Livello marino statico equivalente Tempo di Ritorno 10 anni ($h=1.80 \text{ mt}$)



Legend

WS PF 1

Ground

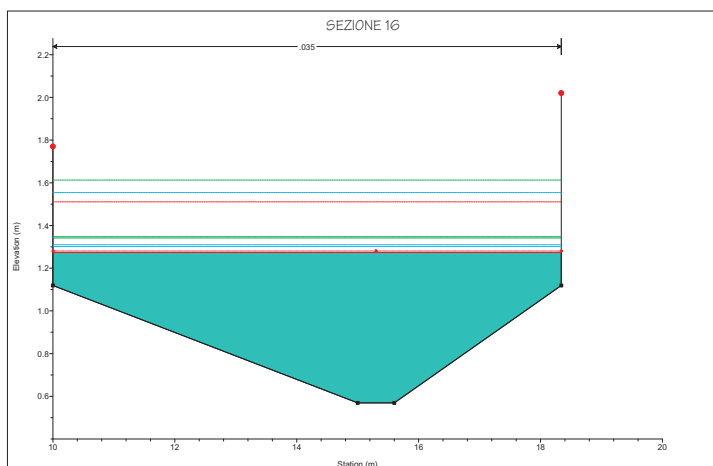
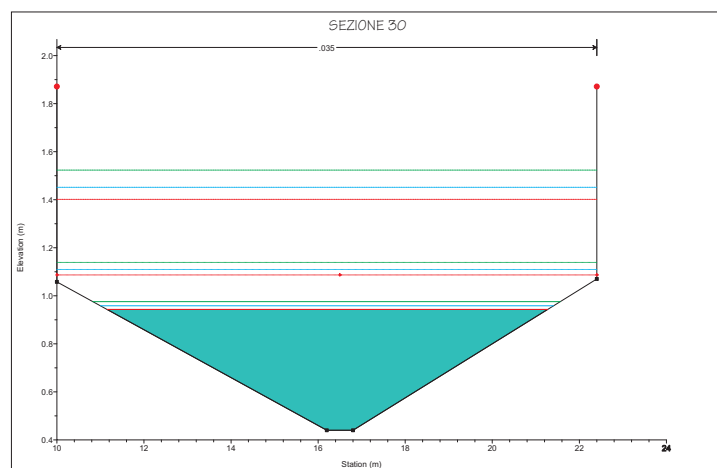
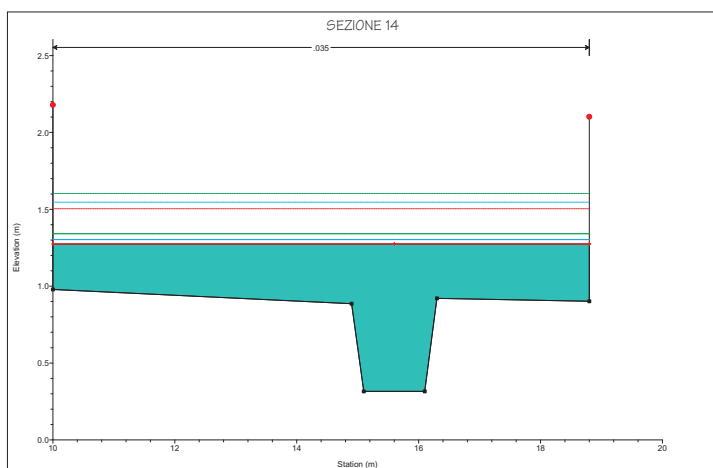
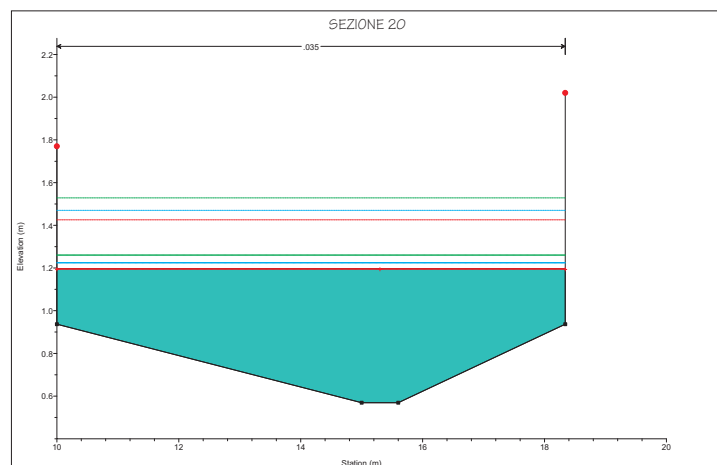
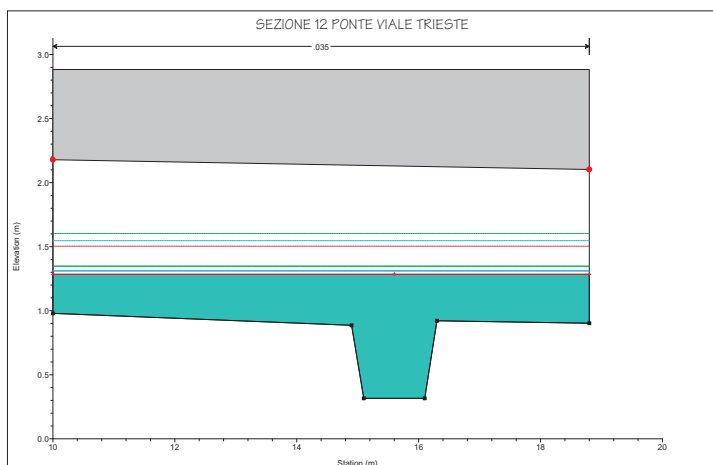
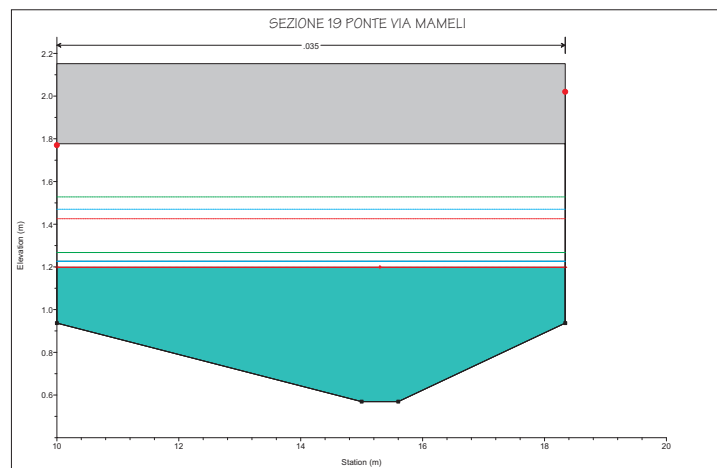
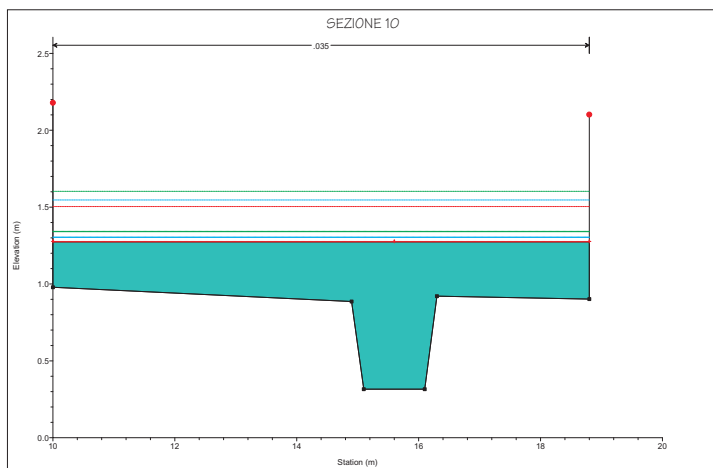
Bank Sta

II^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 100 anni ($Q=9.955 \text{ mc/s}$)

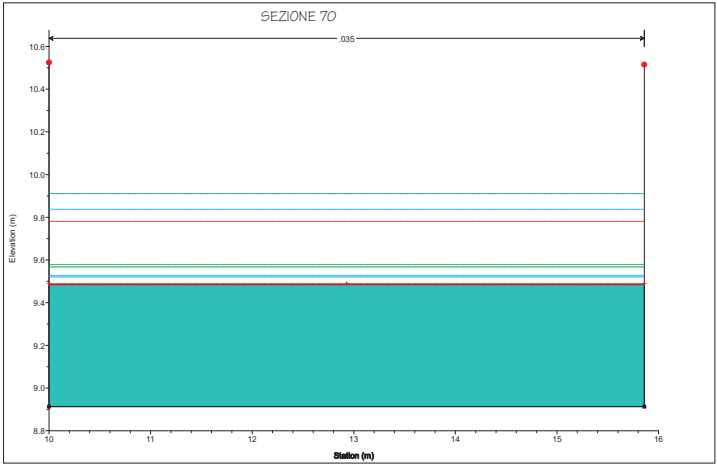
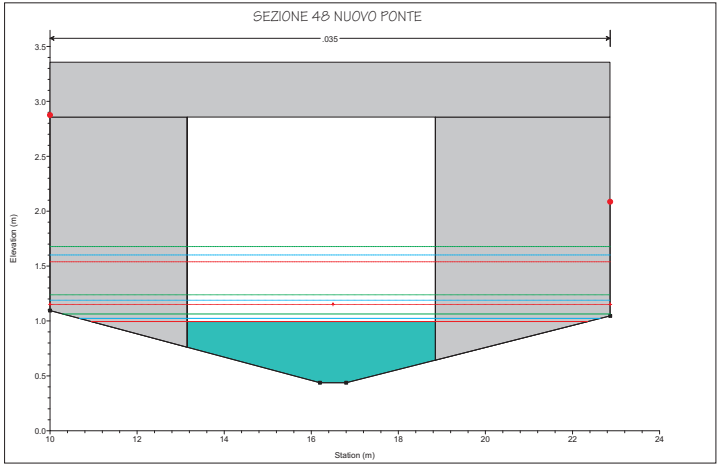
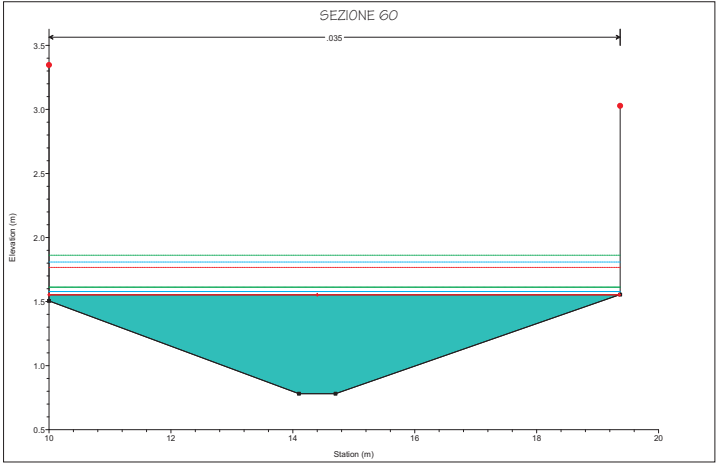
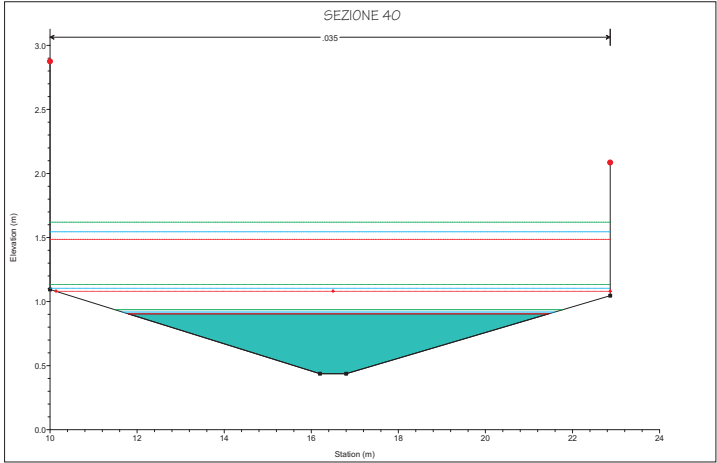
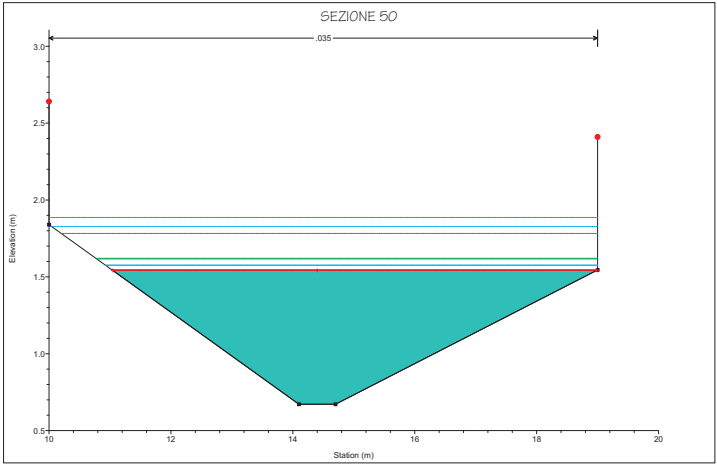
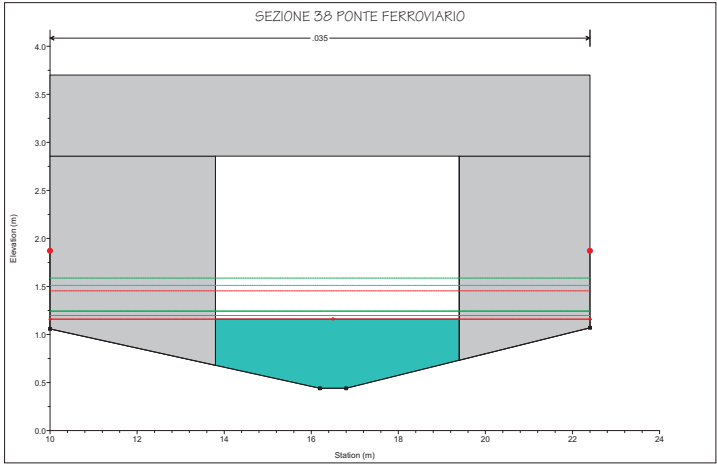
Livello marino statico equivalente pari alla media dei massimi annuali ($h=1.35 \text{ mt}$)

PROFILO 3D TRATTO FINALE FOSSO DELL'ALBERO



SEZIONI 10-30

<p>II^a VERIFICA Portata T.d.R. 100 anni ($Q=11.96$ mc/s) Im statico equivalente pari alla media dei massimi annuali ($h=1.35$ mt)</p>	<p>TdR 30 anni</p>	<p>Legend</p>
<p>III^a VERIFICA Portata T.d.R. 50 anni ($Q=10.67$ mc/s) Im statico equivalente T.d.R. 10 anni ($h=1.80$ mt)</p>	<p>TdR 50 anni</p>	<p>EG PF 1</p>
<p>IV^a VERIFICA Portata T.d.R. 30 anni ($Q=9.71$ mc/s) Im statico equivalente T.d.R. 100 anni ($h=2.00$ mt)</p>	<p>TdR 100 anni</p>	<p>WS PF 1</p>
		<p>Crit PF 1</p>
		<p>Ground</p>
		<p>Bank Sta</p>



SEZIONI 38-70

<p>II^a VERIFICA Portata T.d.R. 100 anni ($Q=11.96$ mc/s) Im statico equivalente pari alla media dei massimi annuali ($h=1.35$ mt)</p> <p>III^a VERIFICA Portata T.d.R. 50 anni ($Q=10.67$ mc/s) Im statico equivalente T.d.R. 10 anni ($h=1.80$ mt)</p> <p>IV^a VERIFICA Portata T.d.R. 30 anni ($Q=9.71$ mc/s) Im statico equivalente T.d.R. 100 anni ($h=2.00$ mt)</p>	<p>TdR 30 anni</p> <p>TdR 50 anni</p> <p>TdR 100 anni</p>	<p>Legend</p> <p>EG PF 1</p> <p>WS PF 1</p> <p>Crit PF 1</p> <p>Ground</p> <p>Bank Sta</p>

Portata Tempo di Ritorno 200 anni (Q=11.025 mc/s e Q=15.0 mc/s)

TABELLA 1

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m ³ /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 (m ²)	Top Width (m)	Froude # Chl
1	70	PF 1	11.03	8.91	9.61	9.62	9.98	0.019000	2.69	4.10	5.86	1.03
1	70	PF 2	15.00	8.91	9.77	9.78	10.22	0.019000	2.99	5.01	5.86	1.03
1	60	PF 1	11.03	0.78	1.65	1.65	1.91	0.016312	2.29	4.82	9.37	1.02
1	60	PF 2	15.00	0.78	1.77	1.77	2.09	0.015276	2.51	5.98	9.37	1.00
1	50	PF 1	11.03	0.67	1.66	1.66	1.94	0.015440	2.35	4.69	8.37	1.00
1	50	PF 2	15.00	0.67	1.80	1.79	2.13	0.014884	2.56	5.87	8.85	1.00
1	48	Bridge										
1	40	PF 1	11.03	0.44	0.96	1.16	1.69	0.099440	3.79	2.91	10.64	2.31
1	40	PF 2	15.00	0.44	1.01	1.25	1.94	0.111734	4.27	3.51	11.68	2.49
1	38	Bridge										
1	30	PF 1	11.03	0.44	0.99	1.17	1.59	0.075551	3.43	3.21	11.04	2.03
1	30	PF 2	15.00	0.44	1.05	1.27	1.83	0.087137	3.91	3.83	12.06	2.22
1	20	PF 1	11.03	0.57	1.30	1.30	1.58	0.016602	2.36	4.67	8.34	1.01
1	20	PF 2	15.00	0.57	1.43	1.43	1.78	0.016167	2.62	5.73	8.34	1.01
1	19	Bridge										
1	16	PF 1	11.03	0.57	1.38	1.38	1.67	0.016374	2.37	4.66	8.34	1.01
1	16	PF 2	15.00	0.57	1.51	1.51	1.86	0.016234	2.64	5.68	8.34	1.02
1	14	PF 1	11.03	0.32	1.38	1.38	1.66	0.018852	2.31	4.77	8.80	1.00
1	14	PF 2	15.00	0.32	1.50	1.50	1.84	0.018594	2.58	5.81	8.80	1.01
1	12	Bridge										
1	10	PF 1	11.03	0.32	1.36	1.38	1.66	0.021511	2.41	4.57	8.80	1.07
1	10	PF 2	15.00	0.32	1.49	1.50	1.84	0.019817	2.63	5.69	8.80	1.05

TABELLA 2

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m ³ /s)	Q Channel (m ³ /s)	Q Right (m ³ /s)	Top Width (m)
1	70	PF 1	9.98	9.61	0.37				11.03		5.86
1	70	PF 2	10.22	9.77	0.46				15.00		5.86
1	60	PF 1	1.91	1.65	0.27	75.59	0.03		11.03		9.37
1	60	PF 2	2.09	1.77	0.32	73.04	0.04		15.00		9.37
1	50	PF 1	1.94	1.66	0.28				11.03		8.37
1	50	PF 2	2.13	1.80	0.33				15.00		8.85
1	48	Bridge									
1	40	PF 1	1.69	0.96	0.73	0.05	0.01		11.03		10.64
1	40	PF 2	1.94	1.01	0.93	0.05	0.02		15.00		11.68
1	38	Bridge									
1	30	PF 1	1.59	0.99	0.60	0.05	0.02		11.03		11.04
1	30	PF 2	1.83	1.05	0.78	0.05	0.03		15.00		12.06
1	20	PF 1	1.58	1.30	0.28				11.03		8.34
1	20	PF 2	1.78	1.43	0.35				15.00		8.34
1	19	Bridge									
1	16	PF 1	1.67	1.38	0.29	0.00	0.00		11.03		8.34
1	16	PF 2	1.86	1.51	0.36	0.00	0.00		15.00		8.34
1	14	PF 1	1.66	1.38	0.27				11.03		8.80
1	14	PF 2	1.84	1.50	0.34				15.00		8.80
1	12	Bridge									
1	10	PF 1	1.66	1.36	0.30	0.00	0.00		11.03		8.80
1	10	PF 2	1.84	1.49	0.35	0.00	0.00		15.00		8.80

TABELLA 1

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 # Chl
1	70	PF 1	9.96	8.91	9.57	9.58	9.91	0.019000	2.80	3.84	5.86	1.02
1	60	PF 1	9.96	0.78	1.61	1.61	1.86	0.016556	2.21	4.50	9.37	1.02
1	50	PF 1	9.96	0.67	1.62	1.62	1.89	0.015692	2.29	4.35	8.23	1.00
1	48	Bridge										
1	40	PF 1	9.96	0.44	0.94	1.13	1.62	0.097374	3.66	2.72	10.28	2.27
1	38	Bridge										
1	30	PF 1	9.96	0.44	0.98	1.14	1.52	0.071464	3.28	3.04	10.74	1.97
1	20	PF 1	9.96	0.57	1.26	1.26	1.53	0.017084	2.29	4.34	8.34	1.01
1	19	Bridge										
1	16	PF 1	9.96	0.57	1.34	1.36	1.61	0.017043	2.31	4.31	8.34	1.02
1	14	PF 1	9.96	0.32	1.34	1.34	1.60	0.019914	2.26	4.40	8.80	1.02
1	12	Bridge										
1	10	PF 1	9.96	0.32	1.34	1.34	1.60	0.020019	2.27	4.39	8.80	1.03

TABELLA 2

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
1	70	PF 1	9.91	9.57	0.34				9.96		5.86
1	60	PF 1	1.86	1.61	0.25	76.18	0.03		9.96		9.37
1	50	PF 1	1.89	1.62	0.27				9.96		8.23
1	48	Bridge									
1	40	PF 1	1.62	0.94	0.68	0.05	0.01		9.96		10.28
1	38	Bridge									
1	30	PF 1	1.52	0.98	0.55	0.05	0.02		9.96		10.74
1	20	PF 1	1.53	1.26	0.27	0.39	0.08		9.96		8.34
1	19	Bridge									
1	16	PF 1	1.61	1.34	0.27	0.00	0.00		9.96		8.34
1	14	PF 1	1.60	1.34	0.26				9.96		8.80
1	12	Bridge									
1	10	PF 1	1.60	1.34	0.26	0.00	0.00		9.96		8.80

II ^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 100 anni (Q=9.955 mc/s)
Livello marino statico equivalente pari alla media dei massimi annuali (h=2.00 mt)

TABELLA 1

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 # Chl
1	70	PF 1	8.88	8.91	9.52	9.53	9.84	0.019000	2.49	3.56	5.86	1.02
1	60	PF 1	8.88	0.78	1.58	1.58	1.81	0.016745	2.12	4.18	9.37	1.02
1	50	PF 1	8.88	0.67	1.58	1.57	1.83	0.016000	2.22	4.00	8.08	1.01
1	48	Bridge										
1	40	PF 1	8.88	0.44	0.92	1.10	1.54	0.093604	3.51	2.53	9.93	2.21
1	38	Bridge										
1	30	PF 1	8.88	0.44	0.96	1.11	1.45	0.067119	3.11	2.85	10.41	1.90
1	20	PF 1	8.88	0.57	1.23	1.22	1.47	0.016907	2.19	4.05	8.34	1.00
1	19	Bridge										
1	16	PF 1	8.88	0.57	1.30	1.31	1.55	0.017407	2.23	3.99	8.34	1.03
1	14	PF 1	8.88	0.32	1.30	1.30	1.55	0.020442	2.19	4.06	8.80	1.03
1	12	Bridge										
1	10	PF 1	8.88	0.32	1.30	1.31	1.55	0.020517	2.19	4.06	8.80	1.03

TABELLA 2

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
1	70	PF 1	9.84	9.52	0.32				8.88		5.86
1	60	PF 1	1.81	1.58	0.23	76.62	0.03		8.88		9.37
1	50	PF 1	1.83	1.58	0.25				8.88		8.08
1	48	Bridge									
1	40	PF 1	1.54	0.92	0.63	0.05	0.00		8.88		9.93
1	38	Bridge									
1	30	PF 1	1.45	0.96	0.49	0.05	0.02		8.88		10.41
1	20	PF 1	1.47	1.23	0.24				8.88		8.34
1	19	Bridge									
1	16	PF 1	1.55	1.30	0.25	0.00	0.00		8.88		8.34
1	14	PF 1	1.55	1.30	0.24				8.88		8.80
1	12	Bridge									
1	10	PF 1	1.55	1.30	0.24	0.00	0.00		8.88		8.80

III ^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 50 anni ($Q=8.880$ mc/s)

Livello marino statico equivalente Tempo di Ritorno 10 anni ($h=1.80$ mt)

TABELLA 1

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 # Chl
1	70	PF 1	8.08	8.91	9.48	9.49	9.78	0.019033	2.41	3.35	5.86	1.02
1	60	PF 1	8.08	0.78	1.55	1.55	1.77	0.016791	2.05	3.94	9.35	1.01
1	50	PF 1	8.08	0.67	1.54	1.54	1.78	0.016193	2.16	3.74	7.96	1.01
1	48	Bridge										
1	40	PF 1	8.08	0.44	0.90	1.08	1.49	0.090513	3.38	2.39	9.65	2.17
1	38	Bridge										
1	30	PF 1	8.08	0.44	0.94	1.09	1.40	0.064757	3.00	2.69	10.12	1.86
1	20	PF 1	8.08	0.57	1.20	1.19	1.43	0.017028	2.12	3.81	8.34	1.00
1	19	Bridge										
1	16	PF 1	8.08	0.57	1.27	1.28	1.51	0.017571	2.16	3.75	8.34	1.03
1	14	PF 1	8.08	0.32	1.27	1.27	1.50	0.020861	2.12	3.81	8.80	1.03
1	12	Bridge										
1	10	PF 1	8.08	0.32	1.27	1.28	1.50	0.020945	2.13	3.80	8.80	1.03

TABELLA 2

Reach	River Sta	Profile	E.G. Elev (m)	W.S. Elev (m)	Vel Head (m)	Frctn Loss (m)	C & E Loss (m)	Q Left (m3/s)	Q Channel (m3/s)	Q Right (m3/s)	Top Width (m)
1	70	PF 1	9.78	9.48	0.30				8.08		5.86
1	60	PF 1	1.77	1.55	0.21	76.80	0.02		8.08		9.35
1	50	PF 1	1.78	1.54	0.24				8.08		7.96
1	48	Bridge									
1	40	PF 1	1.49	0.90	0.58	0.05	0.00		8.08		9.65
1	38	Bridge									
1	30	PF 1	1.40	0.94	0.46	0.04	0.02		8.08		10.12
1	20	PF 1	1.43	1.20	0.23				8.08		8.34
1	19	Bridge									
1	16	PF 1	1.51	1.27	0.24	0.00	0.00		8.08		8.34
1	14	PF 1	1.50	1.27	0.23				8.08		8.80
1	12	Bridge									
1	10	PF 1	1.50	1.27	0.23	0.00	0.00		8.08		8.80

IV^a VERIFICA

Portata Tempo di Ritorno 30 anni (Q=8.083 mc/s)

Livello marino statico equivalente Tempo di Ritorno 100 anni (h=2.00 mt)