

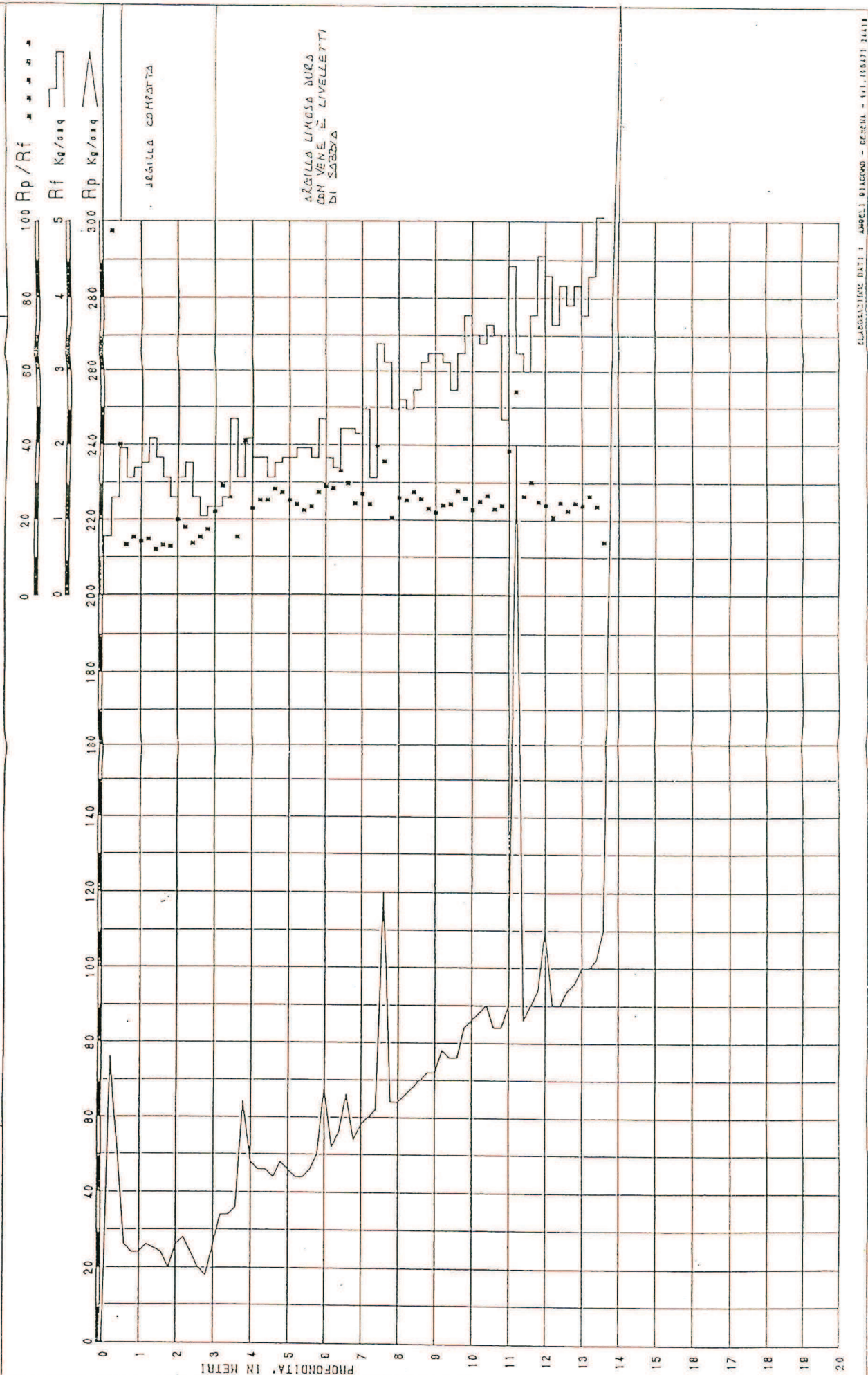
ALLEGATO 1

Indagini geotecniche di riferimento

Impresa Geotecnica
ANGELI dr. ANGELO
CESENA - TEL. (0547) 27662

Committente : I.B.A.- Centro Meridionale
Cantiere : Livorno C. Castronale
Attrezzo : GOUDA 10 t.

PROVA N. 1
QUOTA : p.o.
LIV. ACQUA :
Data : 15.06.88



DATA: 20.06.1988 QUOTA: TERRENO

Studio Geol.
A. Rafanelli

Livorno, Via del Mare 34
Tel.Fax (0586) 501084

IMPRESA ESECUTRICE: ANGELEI-LESENA

SONDAGGIO N° 1

sistema di perforazione
rivestimento 40

rotazione / carotaggio continuo $\phi/100$

[illegible]

Impresa Geotecnica
ANGELI dr. ANGELO
CESENA - TEL. 0547.27682

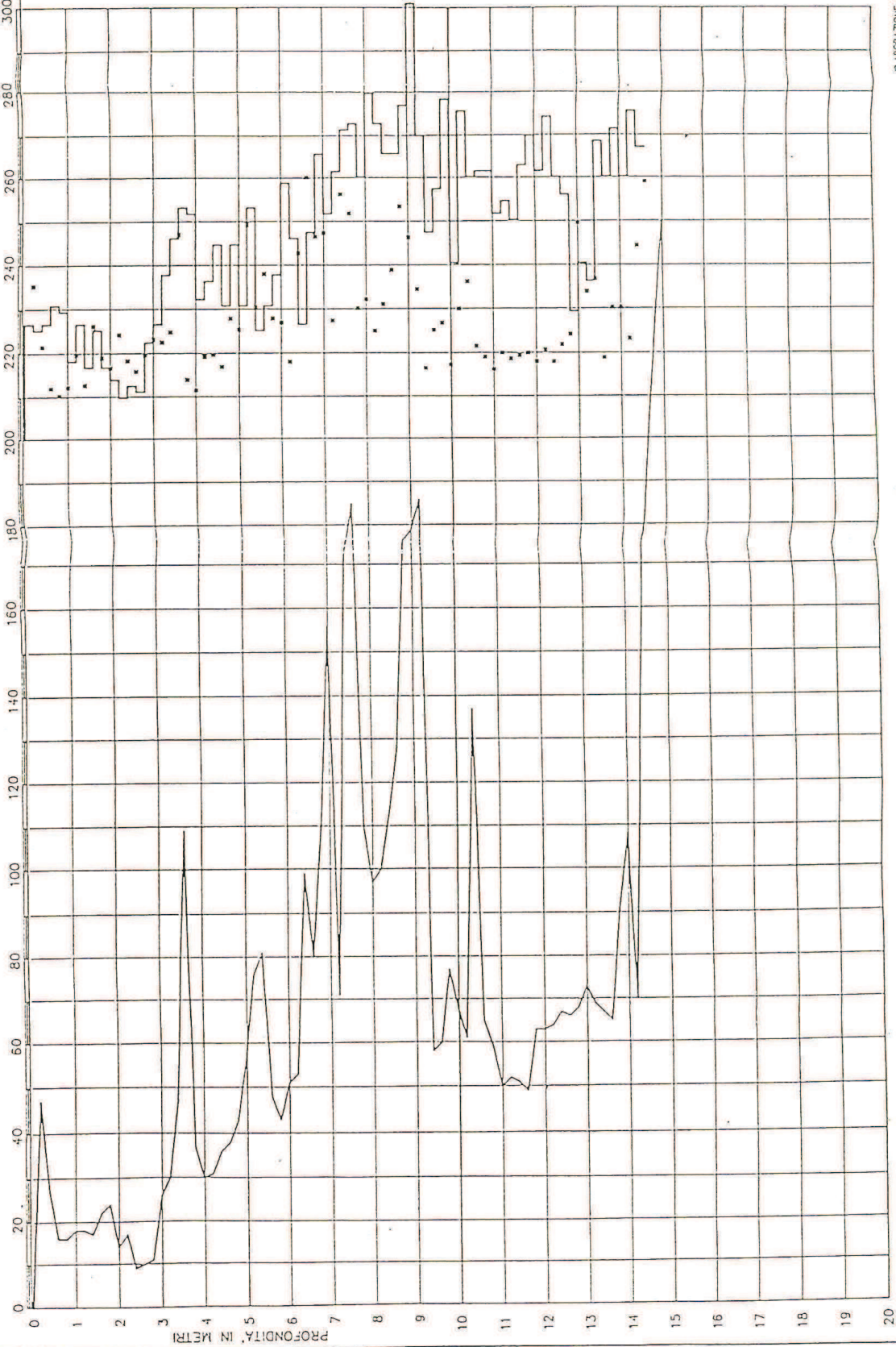
Committente
Cantiere
Località
Attrezzatura
IMMOBILIARE S. TEODORO SRL
CIGNA
LIVORNO
Paganini 20 t.

PROVA N. 7

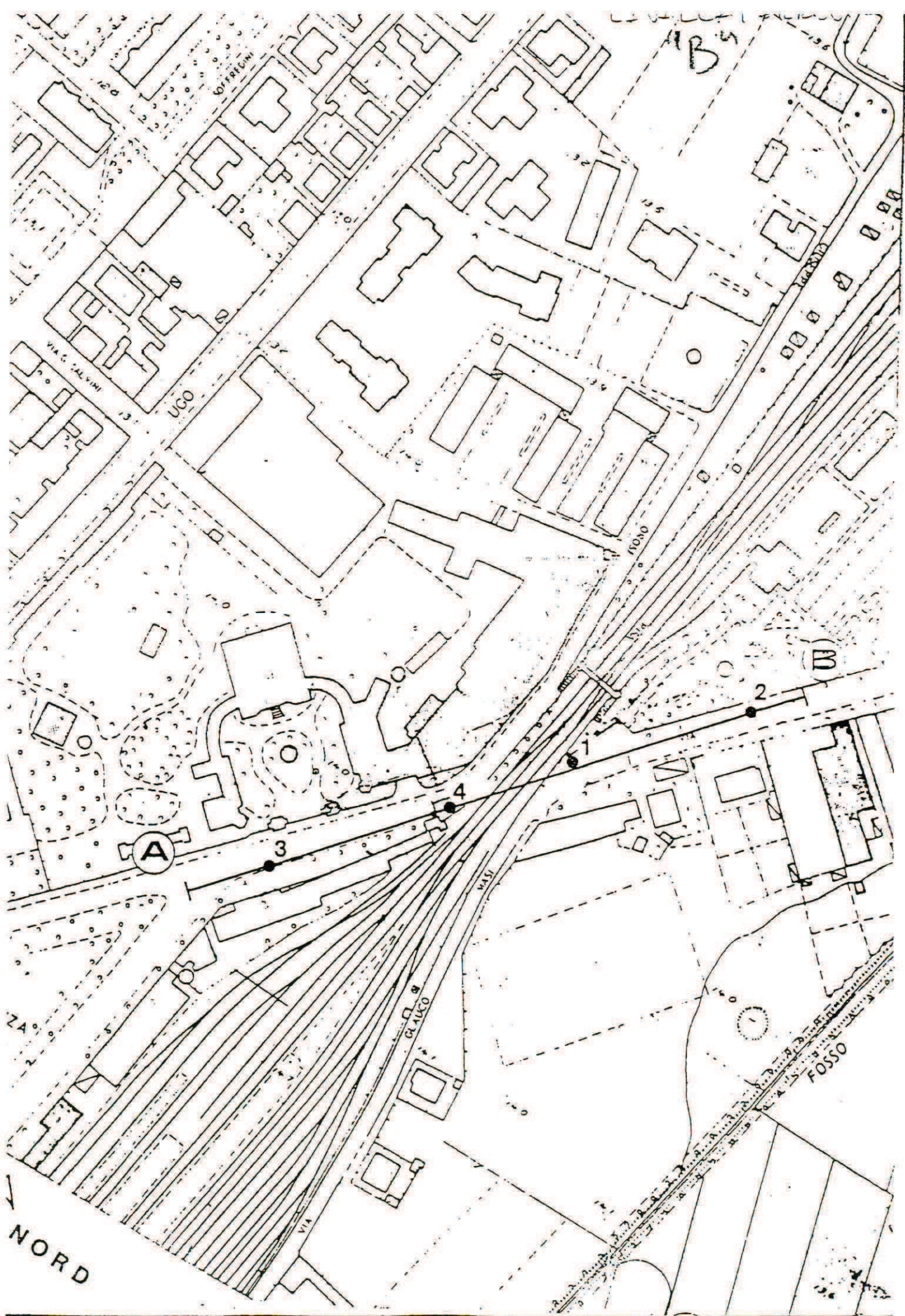
QUOTA : p.c.

LIV. ACQUA : -1,90

Data 26.06.1991



Committente		IMMOBILIARE S.TEODORO SRL		Impresa Geotecnica			
Cantiere		CIGNA		ANGELI dr. ANGELO			
Località		LIVORNO		CESENA - TEL. 0547.27052			
Data		LUGLIO 1991		Quota p.c.			
SOND. N. 2		sistema di perforazione: ROTAZIONE diametro 100 mm rivestimento: Diametro 127 mm					
PROF.		DESCRIZIONI	S.P.T.		PENETROM. TASCABILE kg/cmq	CURVA PENELOMETRICA	FALDA
			Penet.	M. comp. a 15 mm.			
1	1.20	APPORTO COSTITUITO DA GRANA E MACERIE PI MATRICE ARGILLOSA MAREMMA					
2	2.00	ARGILLA IMPASTO-GALLASTRA COMPATTA CON CALCESTRUZZO			4.00 2.00 2.25		2.10
3	3.00 3.30	ARGILLA IMPASTO-GALLASTRA D. ELEG. MACERIE CON CALCE- MAREMMA			1025-1.50		
4	4.50	SANNA DEN. LUNGA GALLASTRA			1.00 2.50 2.25 2.00		
5	5.00	ARGILLA COMPATTA CON MACERIE LA CON VENTURE GROSSO-AZZURRO			2.75-3.50		
6	6.40	SANNA FINE D'IMPASTO LUNGA GROSSO-AZZURRO	8.0	15 22 28			
7		ARGILLA COMPATTA GROSSO- AZZURRO			3.00 3.00 4.00 3.50		
8	8.10	SANNA FINE ARGILLOSA GROSSO- AZZURRO			4.00-4.50		
9	9.00	ARGILLA GROSSO-AZZURRO COMPATTA			1.75 2.25 4.00		
10					3.00 4.25 3.50		
11	11.50	SANNA GROSSO-AZZURRO DENSA	11.5	50 (Rit. cm. 5)	3.25-3.75		
12							
13	13.00 13.40	ARGILLA GROSSO-AZZ. COMPATTA					
14		SANNA GROSSO-AZZURRO DENSA	14.0	50 (Rit. cm. 10)			
15							
16							
17							
18	17.70	ARGILLA GROSSO-AZZURRO DA MOLTO COMPATTA A DURA CON LIVELLO DI SANNA FINE A m. 21.15-21.40 ; 23.55-23.70 ; 24.30-24.85	18.5	25 50 (Rit. cm. 10)	4.50 4.50		
19					4.50-5.00		
20					>5		
21					>5		
22					4.50 >5		
23					>5		
24					>5		
25			24.5	50 (Rit. cm. 8)	>5		
26					>5		
27	27.00	SANNA FINE GROSSO-AZZURRO			>5		
28	27.80	ARGILLA GROSSO-AZZURRO DURA CON UN LIVELLO DI SANNA FINE A M. 28.85-29.00	28.0	50 (Rit. cm. 6)	>5		
29					>5		
30					>5		
31					>5		
32					>5		
33					>5		
34			34.0	50 (Rit. cm. 10)	>5		
35							
36							
37							
38							
39							
40	40.00	n. 8 cassette catalotrici					



etto CAVALCAVIA F.F.S.S. "CORALLO"

riere

ato il 8/5/1979

inato il 9/5/1979

Quota del terreno ~ 143 m s.l.m.

Quota di riferimento Misure dal p.c.

Profondità 18,20 m

Geologo P.Sani - R.Bencini

QUOTA DI RAZIONE	SPESSORE DEGLI STRATI	CAMPIONI		CAROTAGGIO	FALDE	PROFONDITÀ (E)	COLONNA LITOLÓGICA	ETA' (TIRRENIANO)	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PENETROMETRO VASCABILE kg/cm ²	PROFONDITÀ	VANE TEST
		N.	QUOTA	%	ACQUIFERE							
10 bocca pozzo				10 30 50 70 90								
					Misura del 14/5/79							
		1	270			1			Limo sabbioso argilloso con inclusi calcarei. Presenza diffusa di CaCO ₃ e resti organici.	1234		0 1 2
			3,00			2			Argilla grigio-marrone con ciottolotti calcarei e resti organici	1111		
						3			Argilla grigio marrone pura.		230	
						4			Argilla grigia		320	
						5			2 livelletti continui di sabbia gialla (ossidata) 7 cm.		380	
						6			Argilla grigia		480	
		2	5,30			7			Limo		580	
			5,80			8			Argilla grigia con internamente minute e fittissime alternanze di argilla e argilla limosa.		730	
						9			Sabbia con loculi intercalazioni argillose (20 cm)		830	
		3	9,40			10			Sabbia e sabbia limosa alla base		980	
			9,80						Limo			
									Sabbia			

						12			Limo		1230	
						13			Argilla grigia		1280	
						14			Limo (straterello inclinato di 40°)		1380	
						15			Argilla grigia		1440	
						16			Limo		1520	
						17			Argilla grigia e argilla sabbiosamente limosa alla base		1640	
						18					1700	
						19					1755	
						20						
						21						
						22						
						23						
						24						
						25						
						26						
						27						
						28						
						29						
						30						
						31						

to CAVALCAVIA FF.SS. "CORALLO"

e

II 10/5/1979

ato II 10/5/1979

Quota del terreno ~145m. s.l.m.

Quota di riferimento Misure dal p.c.

Profondità 22,00 m

Geologo P.Sani, - R.Bencini

A ONE DEGLI STRATI ZZO	CAMPIONI N.	QUOTA	CAROTAGGIO %	FALDE ACQUIFERE	PROFONDITÀ (m)	COLONNA LITOLOGICA	ETÀ	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PENETROMETRO MASCABLE/Kg/cm²	PROFONDITÀ	VANE TEST T ₁ = Kg/cm²
			10 20 30 40 50 60 70 80 90								
	1	4,85			1		(UNITÀ SUPERIORE) TIRRENIANO	Limo e sabbie argillose. Componente argillosa, crescente con la profondità. Alla base ciottolini. Presenza di resti organici.	1234 1111		0 1 2
		5,45			2					2,45	
					3					2,10	
					4			Argilla grigia-marrone. Presenza di resti organici.		3,60	
					5			Argilla grigia.		4,50	
					6			Sabbie gradate: sfumanti in limi al tetto e sabbie grasse alla base. Nella parte basale probabile circolazione d'acqua.		5,80	
					7			Argilla grigia compatta talora con sottili intercalazioni sabbiose (1-2 cm)		6,30	
					8			A volte le sabbie riempiono sole piccole tasche.		7,40	
					9			Fontana 15+20"		8,35	
					10			Sistematizzato sabbioso.		9,10	
					11					10,00	
					12					10,50	

A ONE DEGLI STRATI ZZO	CAMPIONI N.	QUOTA	CAROTAGGIO %	FALDE ACQUIFERE	PROFONDITÀ (m)	COLONNA LITOLOGICA	ETÀ	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PENETROMETRO MASCABLE/Kg/cm²	PROFONDITÀ	VANE TEST T ₁ = Kg/cm²
			10 20 30 40 50 60 70 80 90								
	3	14,70			12		R. (CALABRIANO)	Limo		11,65	
		15,30			13					12,20	
					14					12,55	
	4	17,50			15					13,50	
		18,30			16					14,50	
					17			Limo		15,40	
					18			Argilla grigia, a tratti argilla limosa.		16,40	
					19					17,00	
					20			Sabbie con circolazione d'acqua.		17,50	
					21					18,10	
	5	20,00			22			Argilla limo-sabbiosa.		21,80	
		20,60			23						
					24						
					25						
					26						
					27						
					28						
					29						
					30						
					31						

Età _____
 Sottoposito CAVALCAVIA FESS. "CORALLO"
 Località _____
 Data II 11/5/1979
 Data II 11/5/1979

Tipo di sondaggio Rotazione "wire line"
 Quota del terreno ~15 m s.l.m.
 Quota di riferimento Misure dal pc.
 Profondità 21,80 m (3)
 Geologo P. Santi - R. Bencini

DATA DI AZIONE	SPESSORE DEGLI STRATI	CAMPIONI		CAROTAGGIO	FALDE ACQUIFERE	PROFONDITÀ (m)	COLONNA LITOLOGICA	ETÀ	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI	PENETRIMETRO JASCARLE kg/cm²	PROFONDITÀ	VARE TEST
		N.	QUOTA									
bocca di pozzo		1		10 30 50 70 90	Misura del 14/5/79	1		UNITÀ SUPER. (TIRENIANO)	limi argillosi con sabbie e ciottolotti calcarei. Nella parte basale sabbia rossastra. Presenza di resti organici. Alterazione di un originario deposito di banchina.	1234 	0 1 2 	
						2						
						3						
						4						
						5						
						6		UNITÀ INFER. (CALABRIANO)	Argilla grigia.	4.70		
						7			limi e sabbie. Sabbie gradate.	5.30		
						8			Argilla grigia.	5.75		
						9				6.20		
						10				6.60		
						11			limi	7.20		
						12			limi e sabbie. Nella parte superiore limi che possono gradualmente a sabbie. Nella parte basale sabbie con circolazione d'acqua.	8.40		
						13			Argilla grigia.	9.30		
						14			Sabbie.			

bocca di pozzo		2		10 30 50 70 90		13	(CALABRIANO)		Sabbia fine.		12,00	
						14			Argilla grigia.		12,40	
						15			limi		12,60	
						16			Argilla grigia.		13,30	
						17					14,10	
						18					14,90	
						19					15,50	
						20					16,20	
						21			Sabbie e limi argillosi asciutti		17,10	
						22			Argilla grigia, inferiormente argilla limoso-sabbiosa.		17,50	
						23					18,20	
						24					18,55	
						25					19,50	
						26					20,30	
						27					21,10	
						28					21,60	
						29						
						30						

progetto CAVALCAVIA F.F.SS. CORALLO

antiera

iniziato il 14/5/1979

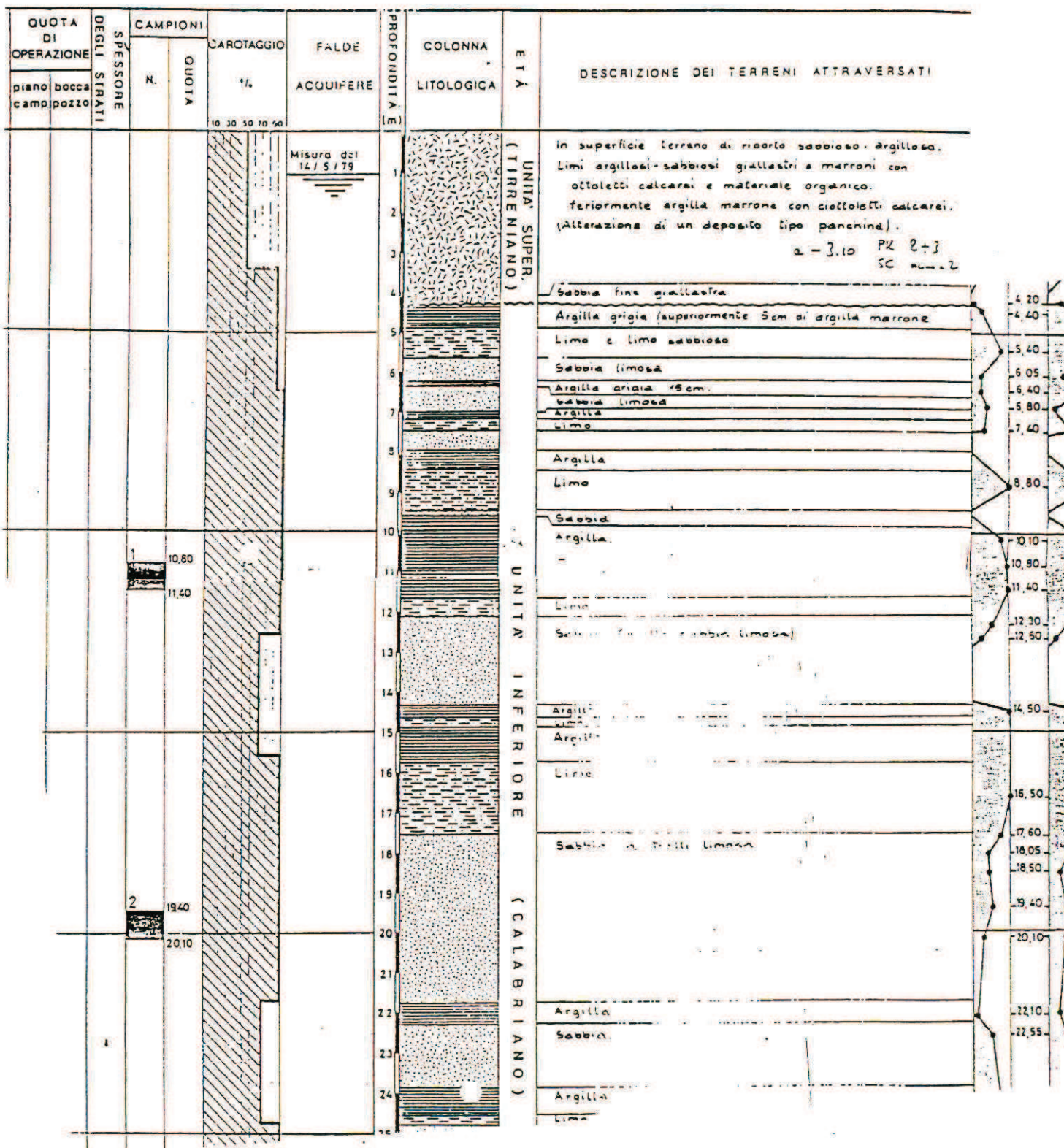
terminato il 14/5/1979

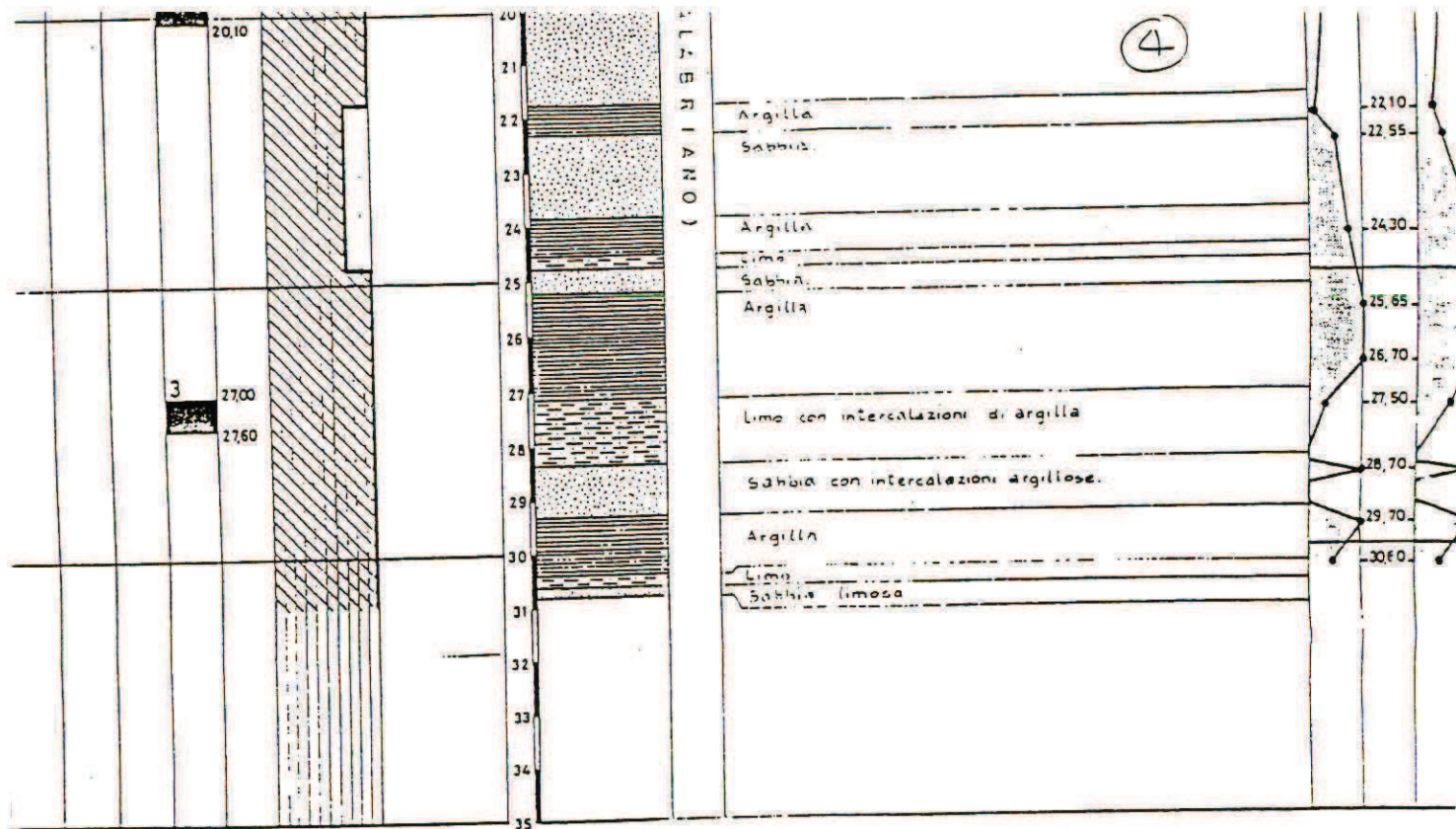
Quota del terreno ~ 14,3 m s.l.m.

Quota di riferimento Misure dal p.c.

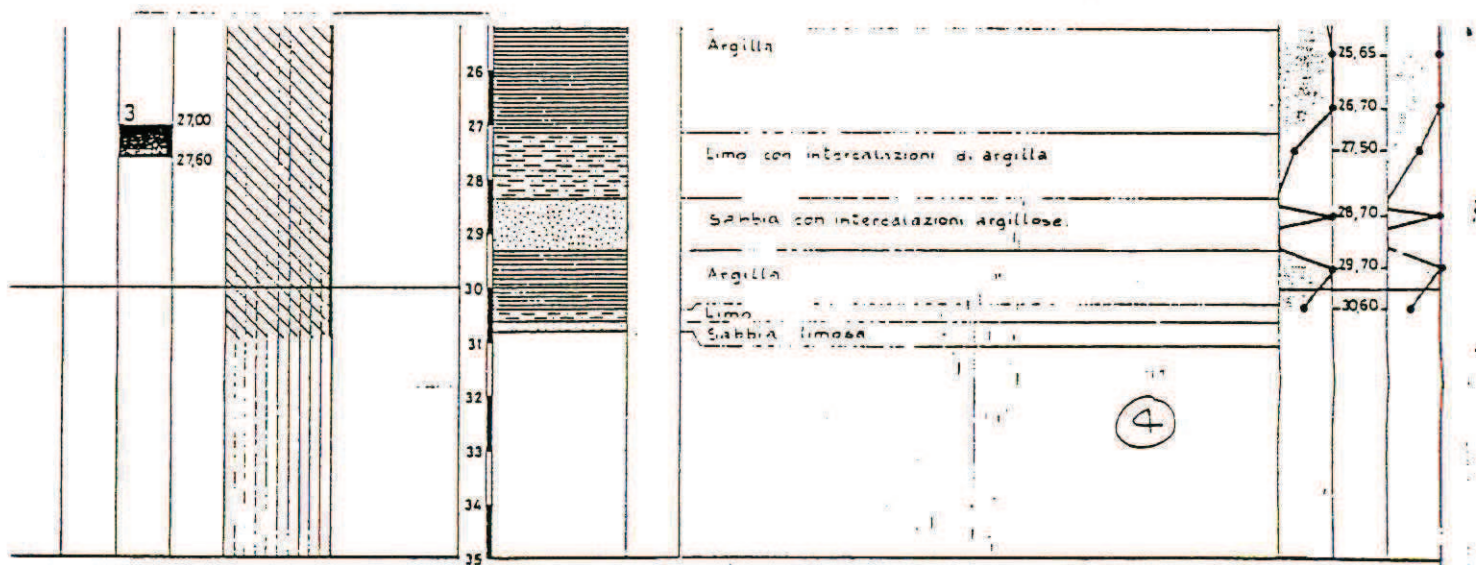
Profondità 30,80 m (4)

Geologo C.Chines - R.Bencini

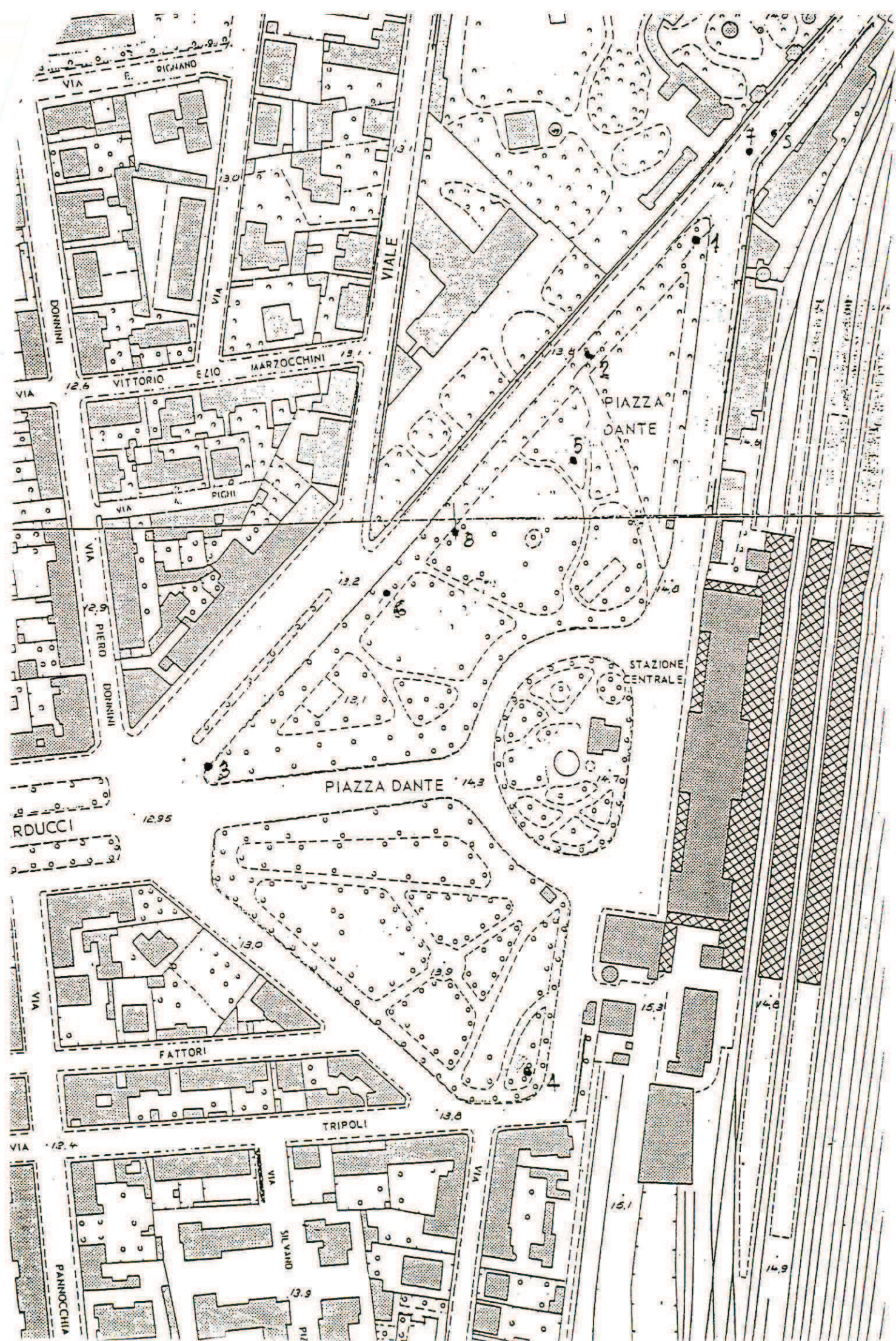


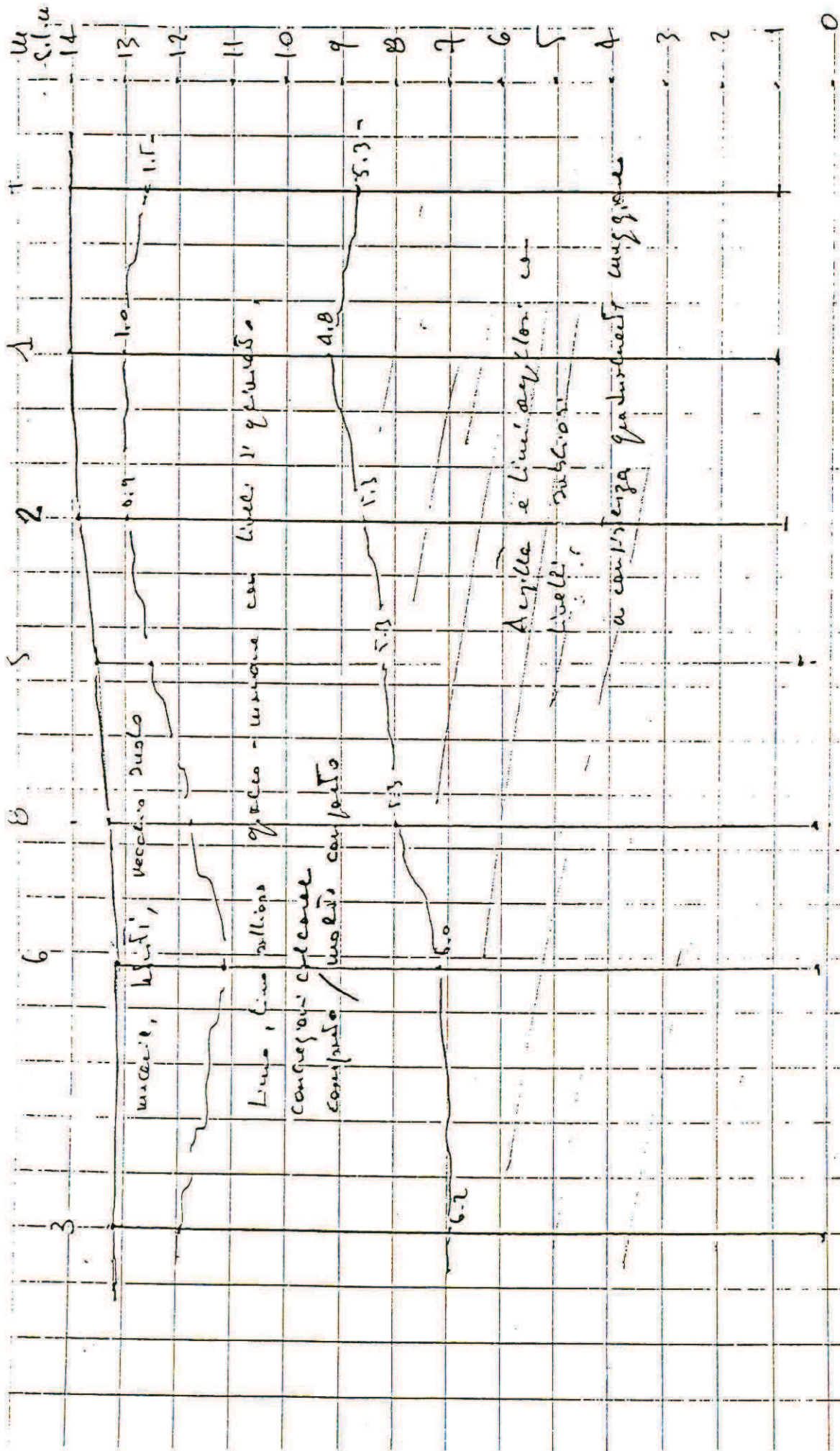


- NOTE :
- 1) Presenza diffusa di materiale organico in tutto il sondaggio.
 - 2) I contatti netti tra sabbie e argille dell'unità inferiore hanno una pendenza di 15-20°.



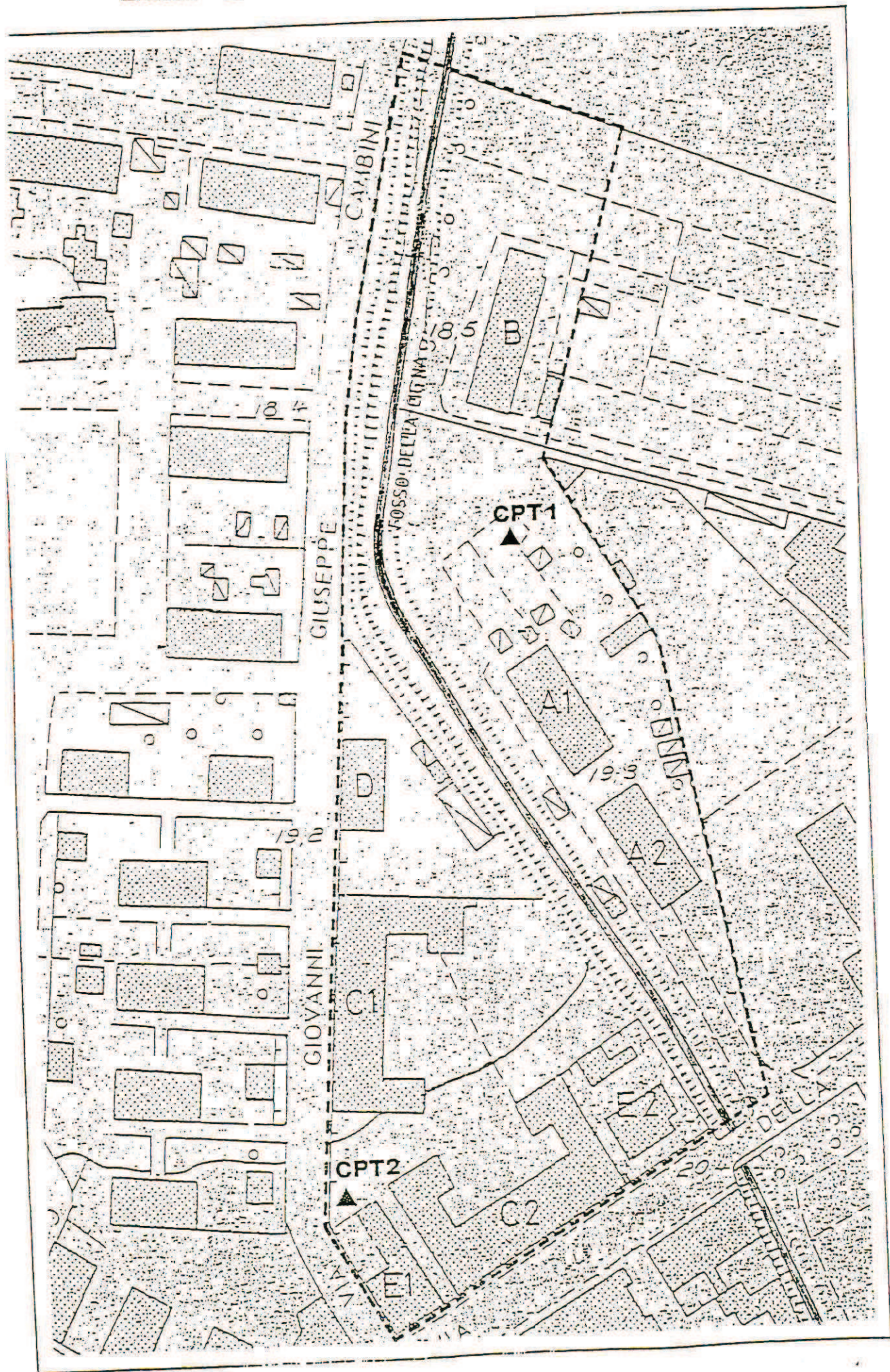
- TE :
- 1) Presenza diffusa di materiale organico in tutto il sondaggio.
 - 2) I contatti netti tra sabbie e argille dell'unità inferiore hanno una pendenza di 15-20°.





con ubicazione prove CPT

1



. SITUAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA LOCALE

L'ubicazione delle CPT (vedi planimetria nelle pagine seguenti) è stata decisa in funzione dell'accessibilità attuale dell'area e del posizionamento degli edifici in progetto.

In questa fase di accertamento della fattibilità dell'intervento, lo scopo principale delle Prove in situ è quello di definire la geologia esistente e fornire una prima valutazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni interessati dalle opere in progetto.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati rilevati ha evidenziato, a partire dal piano campagna attuale, la seguente situazione litostratigrafica:

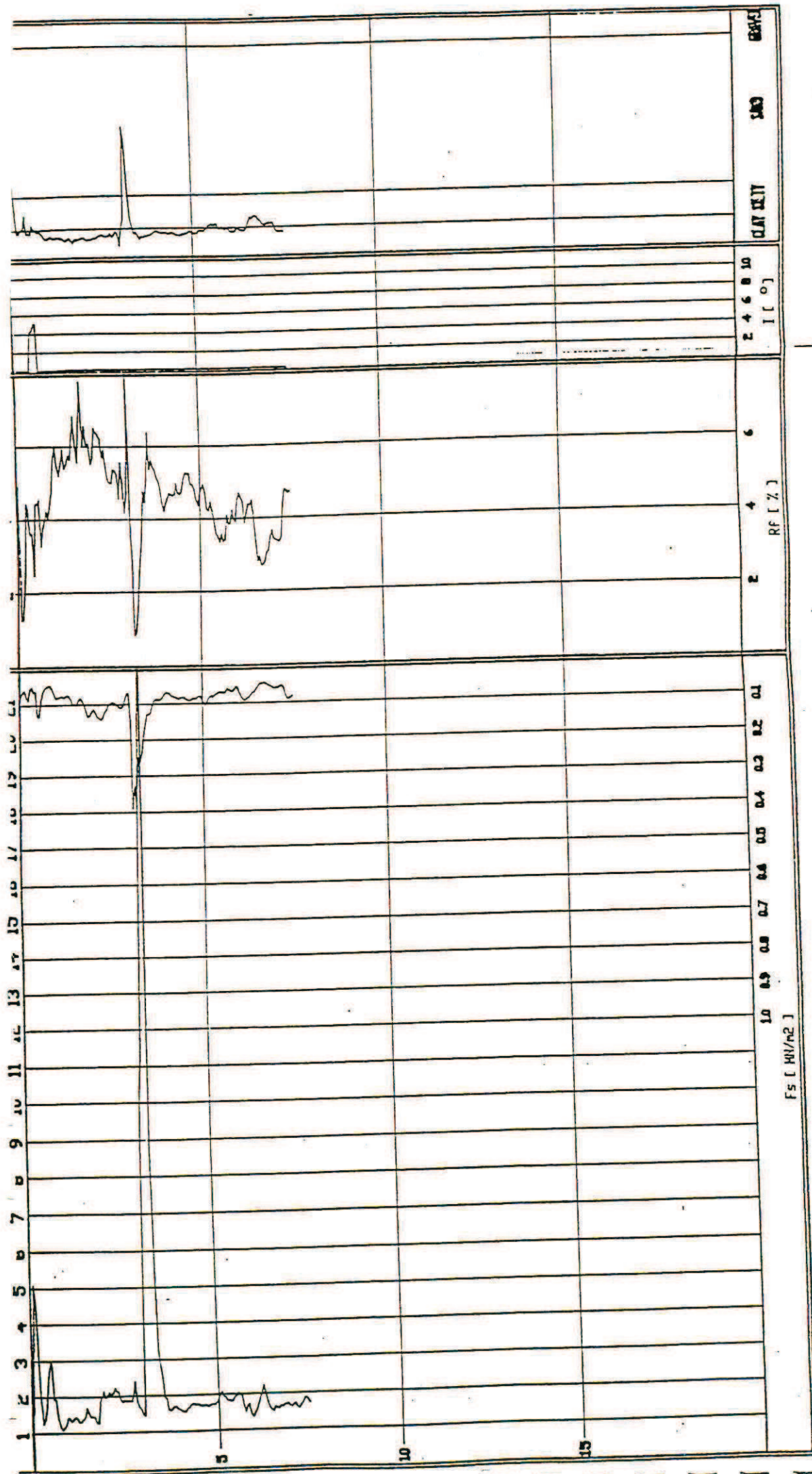
CPT1 (prof. mt. 7.5)

nt.	0.00 ÷	0.80	Terreno vegetale di natura limosa
nt.	0.80 ÷	3.00	Argille limose
nt.	3.00 ÷	3.40	Sabbie con inclusi elementi litoidi
nt.	3.40 ÷	7.50	Limi argillosi

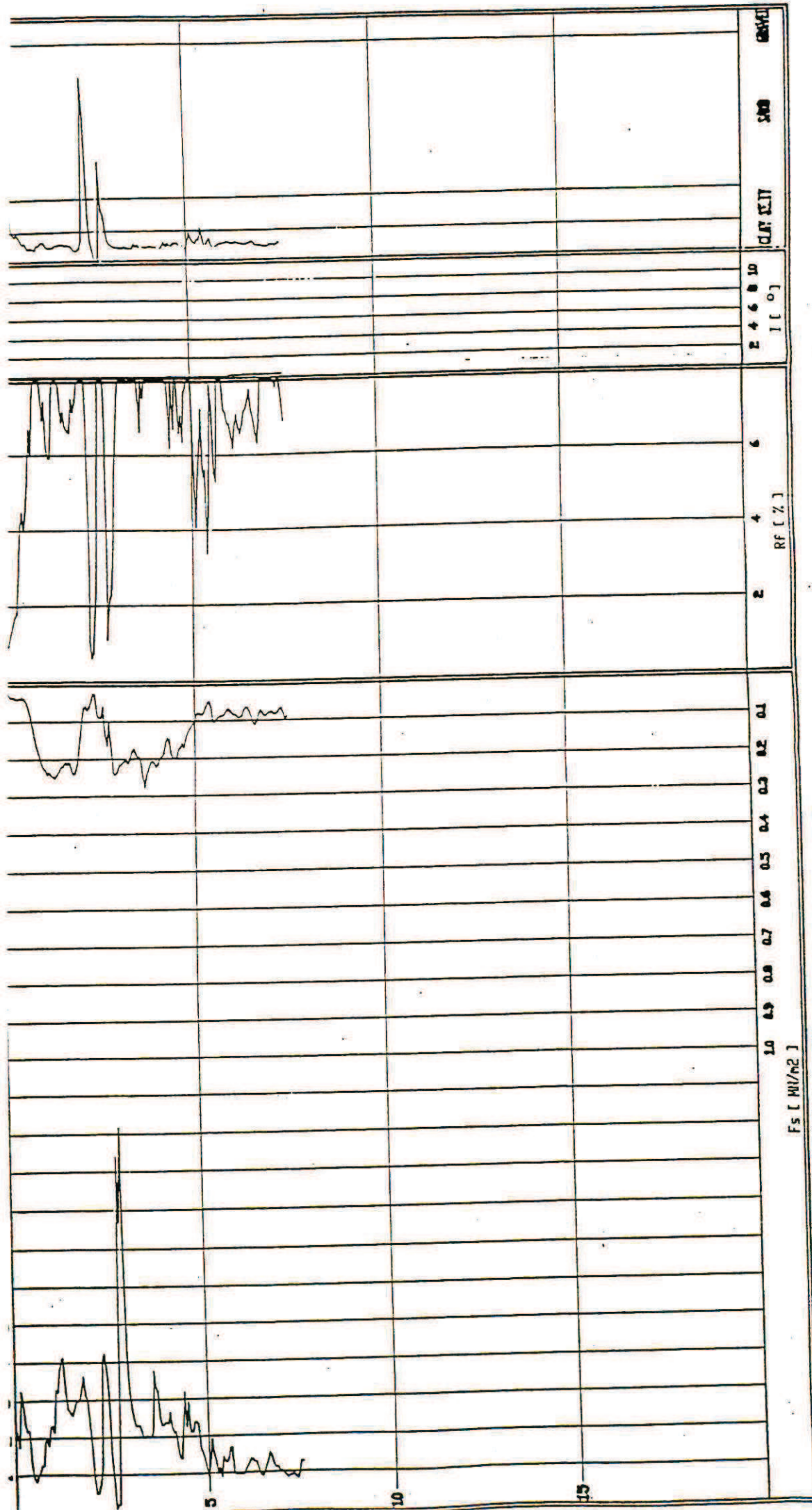
CPT2 (prof. mt. 7.5)

nt.	0.00 ÷	0.40	Terreno vegetale di natura limo-sabbiosa
nt.	0.40 ÷	2.70	Argille limose
nt.	2.70 ÷	3.00	Sabbie
nt.	3.00 ÷	7.50	Limi argillosi

CPT 1.



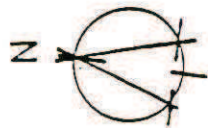
CPT 2



N.C.T. LIVORNO

Fg. 34 P.lle 812-1198-1199 mq 5776

Sup. Tot. Terreno di proprietà mq 8696



Prova penetrometrica
dinamica

Trivellazione per
ricerca idrica

PLANIMETRIA
UBICAZIONE DI
PROVE

sc. 1:500



PROGETTO DI CASA COLONICA (Ampliamento art.3 L.R. 10/79)

PROPRIETA' - FERRERI MARIA: Coltrivaice diretta

Via della Padula - LIVORNO -

UBICAZIONE

1:2.000

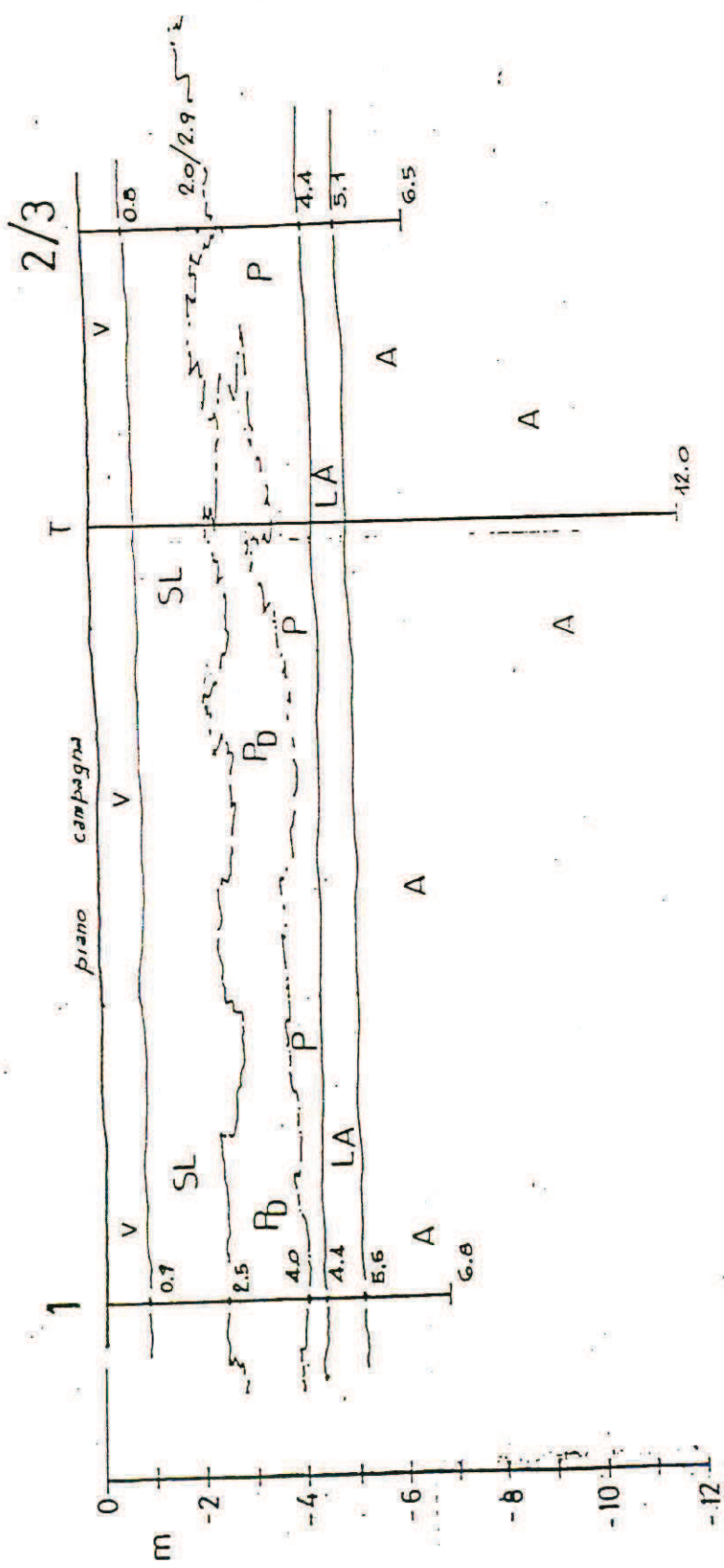


TAVOLA UNICA

S. G. A.
Studio Geologico Agrario
LIVORNO

V	SUOLO AGRARIO, SOFFICE
SL	SABBIA PIÙ O MENO LIMOSA CON MODULI DI FE E MN, DA SCIOLIA A POCO ADDESSATA
P	ROCCIA CALCARENITICA DI "PANCHINA" IN TROVAITI E IN LASTRE A RESISTENZA LA-PIDEA, TALORA MOLTO DETRITICA (PD) E VARIAMENTE ADDESSATA, IN ACQUA ALLA BASE
LA	LIMO ARGILLOSO, SCARSAMENTE CONSISTENTE
A	ARGILLA SABBIOSA, SOVRACONSOLIDATA E CON SISTENTE

SEZIONE LITOTECNICA

sc. 1:100

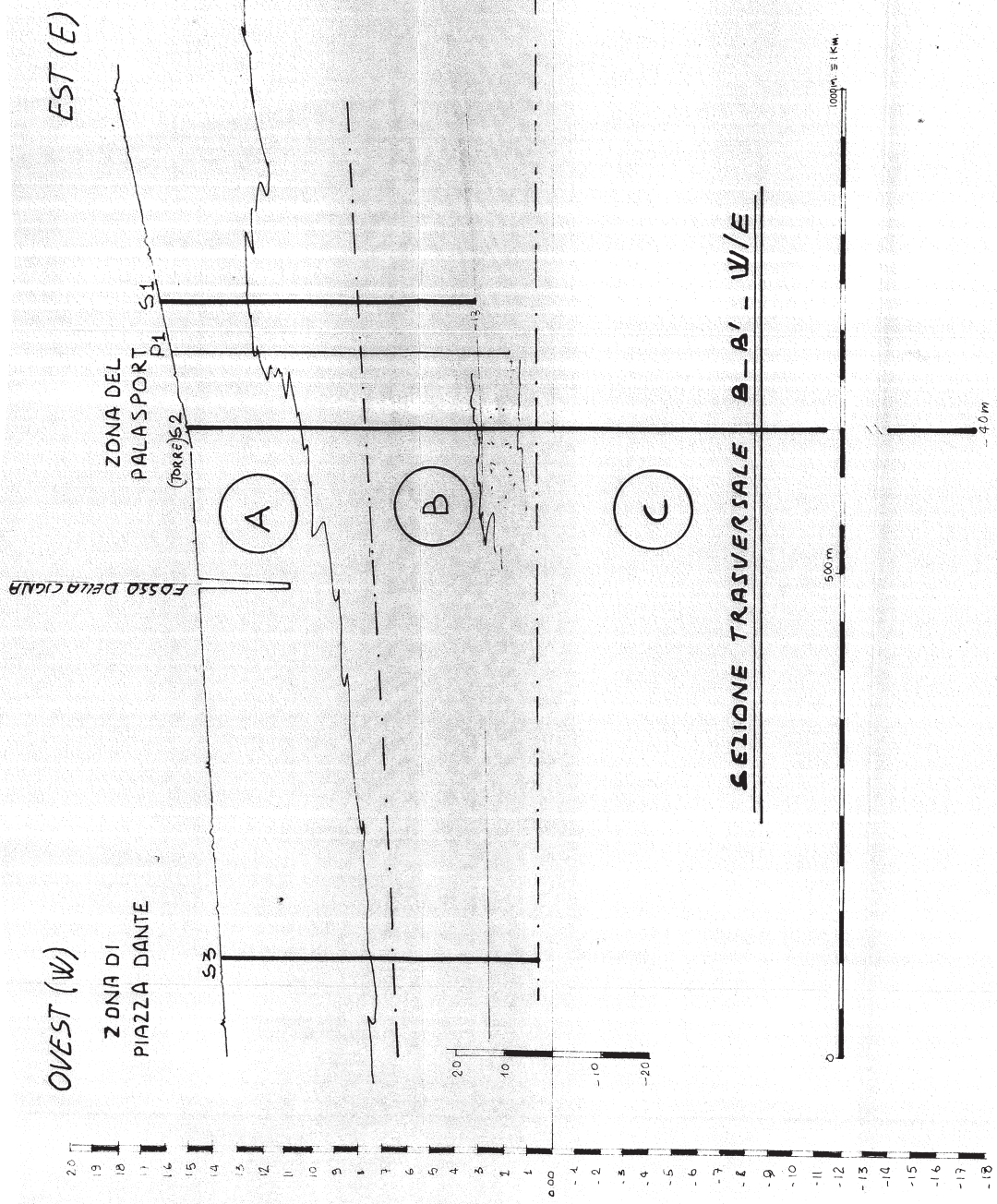
ALLEGATO 2

Sezioni Litotecniche dell'area oggetto di studio



2001015000 (UNSHHEZ22E)

Figura fuori scala



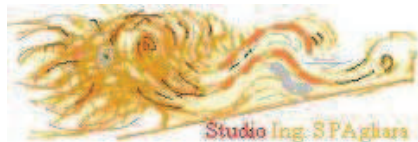
ETA'	FORMAZIONE	TIPO LITOLOGICO	DESCRIZIONE CARATTERISTICHE LITOTECNICHE
PLEISTOCENE SUP	(P) ARGILLE PLIOLENICHE	(A)	ARGILLE E ARGILLE-LIMOSE CON SABBIE COMPATTE PROBABILE ESISTENZA DI SOTTILI LIVELLI LIMOSI SATURI/MOLLI (VALORI MEDI): $\gamma = 18/19 \text{ tons/m}^3$ $\varphi = 22^\circ$ $Q_a = 1.4/1.8 \text{ Kg/cm}^2$ $K_R = 2/2.5 \text{ Kg/cm}^3$
PLEISTOCENE MEDIO-INF	(P) ARGILLE PLIOLENICHE	(B)	ARGILLE COMPATTE E SABBIE MOLTO ADDESSATE. (VALORI MEDI): $\gamma = 1.9/2.1 \text{ tons/m}^3$ $\varphi = 23^\circ$ ARM. 36° SABBIE $Q_a = 3 \div 4 \text{ Kg/cm}^2$ $K_R = 4 \div 5 \text{ Kg/cm}^3$
		(C)	ARGILLE DURE E LIVELLI DI SABBIA MOLTO ADDESSATE (VALORI MEDI): $\gamma = 2.2 \text{ tons/m}^3$ $\varphi = 25 \div 27^\circ$ ARGILLE $40/42^\circ$ SABBIE $Q_a = \text{maggiore di } 5 \text{ Kg/cm}^2$ $K_{PS} > \text{di } 10 \text{ Kg/cm}^3$

ALLEGATO 3

Calcolo delle esondazioni del Fosso Cigna – luglio 2012



COMUNE DI LIVORNO



CALCOLO DELLE ESONDAZIONI E VALUTAZIONI DEGLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE DI UN TRATTO DEL FOSSO CIGNA

RELAZIONE GENERALE

Il tecnico:	Data:	Versione:
Prof. Ing. Stefano Pagliara	Luglio 2012	1.0.1212

RELAZIONE GENERALE

CALCOLO DELLE ESONDAZIONI DEL FOSSO CIGNA – COMUNE DI LIVORNO

PREMESSA

Viene riportato il calcolo delle esondazioni del F.Cigna nello stato attuale, antecedente quindi la realizzazione della cassa di espansione in loc. Salviano e quello di progetto a seguito della realizzazione della cassa. Vengono inoltre riportati gli interventi necessari per la messa in sicurezza del tratto in corrispondenza della Porta a terra.

Lo scrivente ha condotto nel marzo 2003 lo studio idrologico-idraulico del corso d'acqua (CALCOLO IDROLOGICO-IDRAULICO F.CIGNA RELATIVO ALL'URBANIZZAZIONE DI BORGO MAGRIGNANO); nel seguito si richiamano i principali risultati dello studio.

MODELLO IDROLOGICO

Il Fosso della Cigna ha origine dal versante orientale del Monte La Pioggia (380.5 mslm), in loc. Limoncino Alto, e scorre interamente nel comune di Livorno fino all'immissione nel Torrente Ugione nelle vicinanze del Cimitero Comunale.

Il tratto a monte di circa 3500 m, dall'origine alla Variante Aurelia, ha una direzione prevalente da ovest verso est e passa dalla quota di 140 mslm a quella di 20 mslm con una pendenza media del 3.5%. In questo tratto il Fosso della Cigna passa, da monte verso valle, presso il Poggio del Capannone, dove raccoglie in destra idraulica le acque del Fosso dei Forconi, prosegue verso la loc. Le Panche, dove raccoglie in destra idraulica le acque dell'impluvio del Podere Belvedere, e termina presso la loc. Il Ponticino.

Il tratto a valle di circa 4500 m, dalla variante Aurelia all'immissione nel Torrente Ugione, ha una direzione prevalente da sud verso nord, fino alla loc. Picchianti, e da est verso ovest per il tratto terminale, passando dalla quota di 20 mslm a circa 0 mslm con una pendenza media del 0.5%. In questo tratto il Fosso della Cigna passa, da monte verso valle, presso la loc. Rombolino e prosegue con andamento rettilineo nella Piana della Cigna fino a P. Castronaia, dove raccoglie in destra

idraulica le acque del Rio Cignolo. Nell'ultimo tratto, dalla loc. Picchianti all'immissione nel Torrente Ugione, il Fosso della Cigna assume un andamento meandriforme.

Per definire il regime pluviometrico della zona in oggetto e trovare quindi gli idrogrammi di piena relativi ai vari tempi di ritorno si è fatto riferimento ai dati relativi alle piogge intense ($t < 1$ ora) ed ai dati di durata compresa tra 1 e 24 ore registrate alla stazione pluviometrica di Livorno.

Per ciascuna durata sono stati raccolti i valori massimi relativi a ciascun anno del periodo di osservazione che arriva fino all'anno 1996. I dati suddetti sono stati ricavati dall'esame degli Annali Idrologici, parte prima, pubblicati dal Servizio Idrografico Sezione di Pisa.

Le curve di possibilità climatica sono state calcolate per diversi valori del tempo di ritorno; i risultati ottenuti sono:

Tabella Curve segnalatrici per vari tempi di ritorno per le stazioni considerate.

Stazione pluviometrica	Tempo di ritorno (anni)	parametro a1	parametro a2	n1 (t<1 ora)	n2 (t>1ora)
Livorno	500	119	127.7	0.66	0.22
Livorno	200	107	112	0.66	0.22
Livorno	100	97.5	101.5	0.66	0.22
Livorno	30	80.6	84.8	0.66	0.22
Livorno	20	75.2	77.5	0.66	0.22

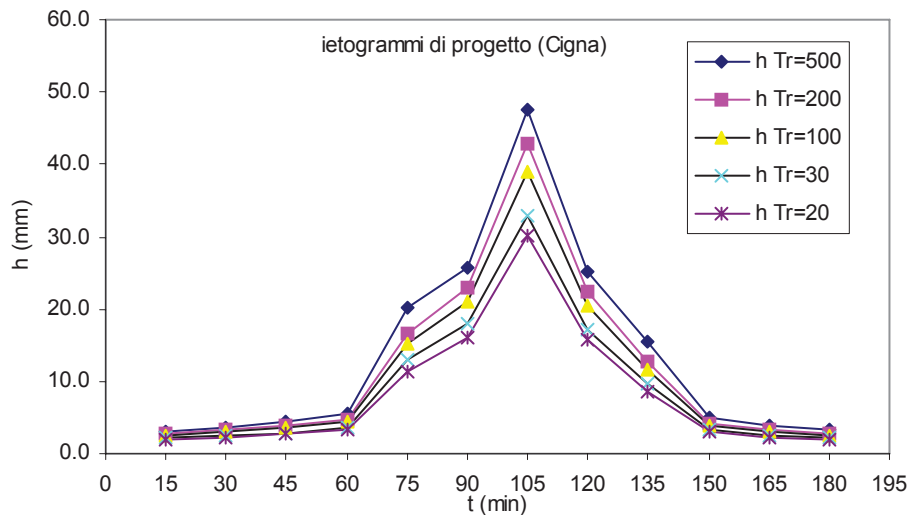
in cui la cpc è espressa come

$$h = a t^n$$

con t espresso in ore ed h in millimetri di pioggia.

Per quanto riguarda la definizione della pioggia di progetto, nella pratica ingegneristica vengono adottati ietogrammi cosiddetti "sintetici", tali cioè da non rappresentare il reale andamento dell'evento pluviometrico, ma in grado di introdurre nelle procedure di trasformazione afflussi-deflussi una variabilità temporale della pioggia che dia luogo a risultati che si possano ritenere cautelativi.

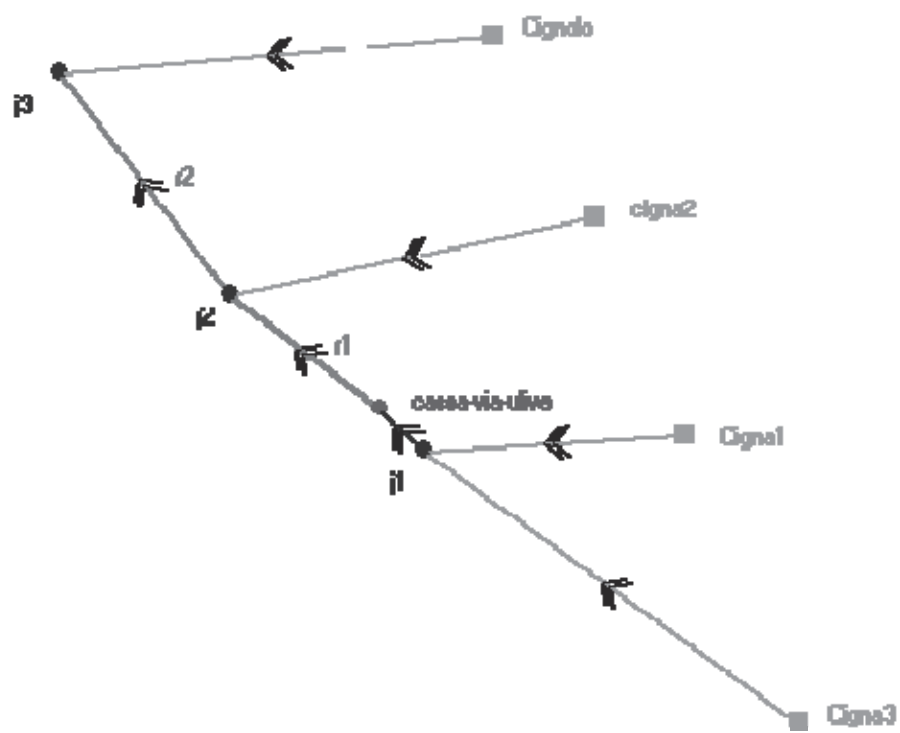
Nel caso particolare e' stata scelta una durata dello ietogramma pari a 3 ore con la posizione del picco di pioggia nel centro dello scroscio. Lo ietogramma è stato determinato in forma discreta con un passo temporale pari a 15'.



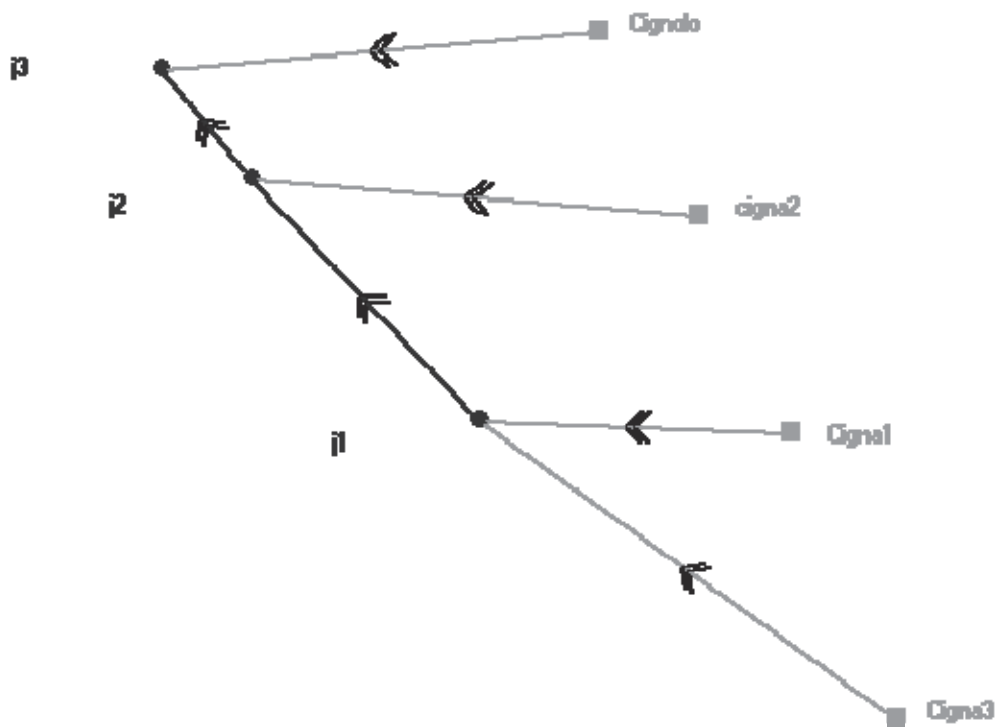
CALCOLO DEGLI IDROGRAMMI DI PIENA

Per la determinazione degli idrogrammi di piena in corrispondenza delle sezioni di chiusura di tutti i bacini esaminati si e' utilizzato un algoritmo di calcolo che, per la trasformazione afflussi-deflussi, si basa sull'impiego dell'idrogramma sintetico di Clark (Clark,1945). Tale metodo schematizza il processo di trasformazione afflussi-deflussi mediante un canale lineare ed un serbatoio lineare.

Nel caso specifico e' stato adottato, per simulare le perdite di bacino, il metodo SCS- CURVE NUMBER (SCS, 1972), che è basato sulle curve di precipitazione e perdita cumulate ed in cui in funzione del tipo di suolo, del suo uso e del grado di imbibizione dello stesso, viene calcolato istante per istante il quantitativo di pioggia che va a produrre il deflusso.



Schema planimetria stato di Progetto



schema planimetria stato attuale

Di seguito sono riportate le portate massime di calcolo sia nel caso attuale (tabella superiore) che di progetto (con cassa di espansione).

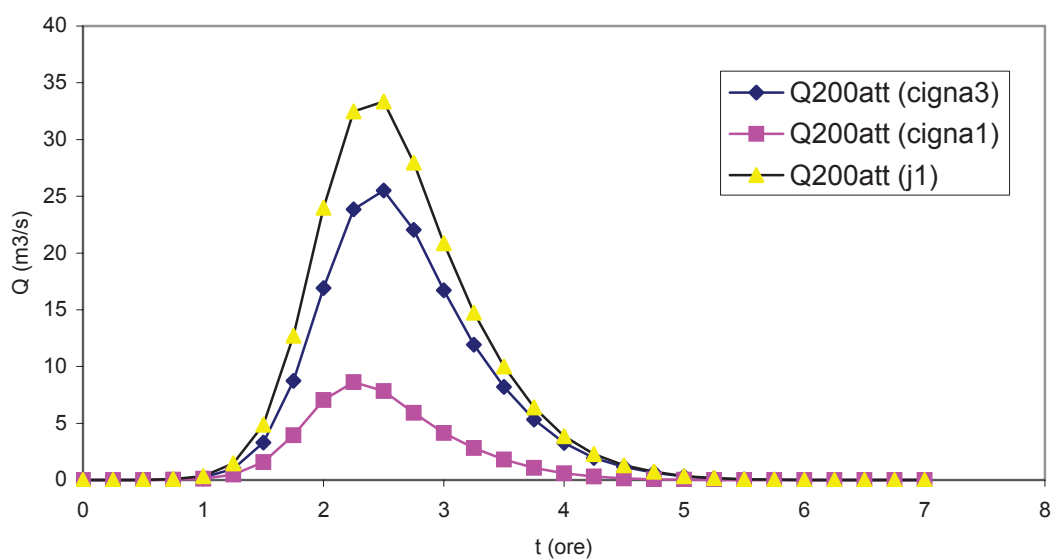
Tabella: portate massime nelle diverse sezioni per vari Tr (lo schema dei bacini è quello delle figure precedentemente riportate).

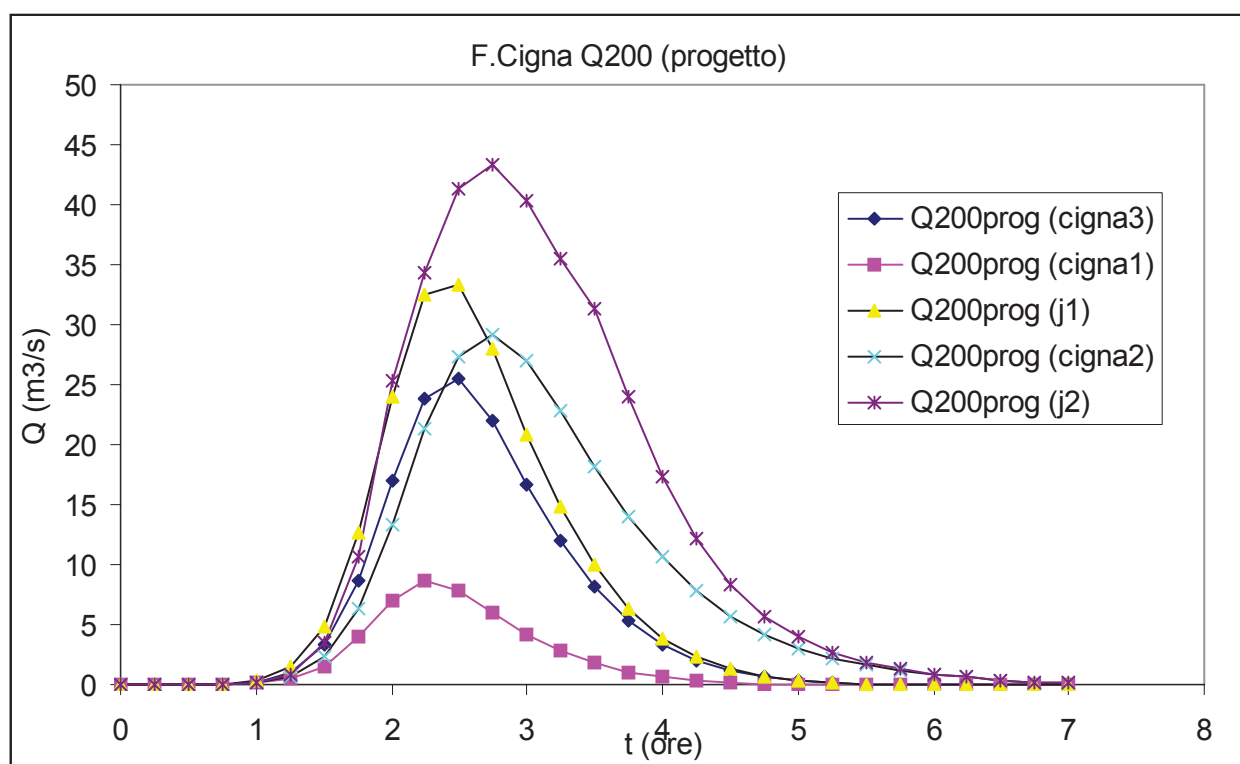
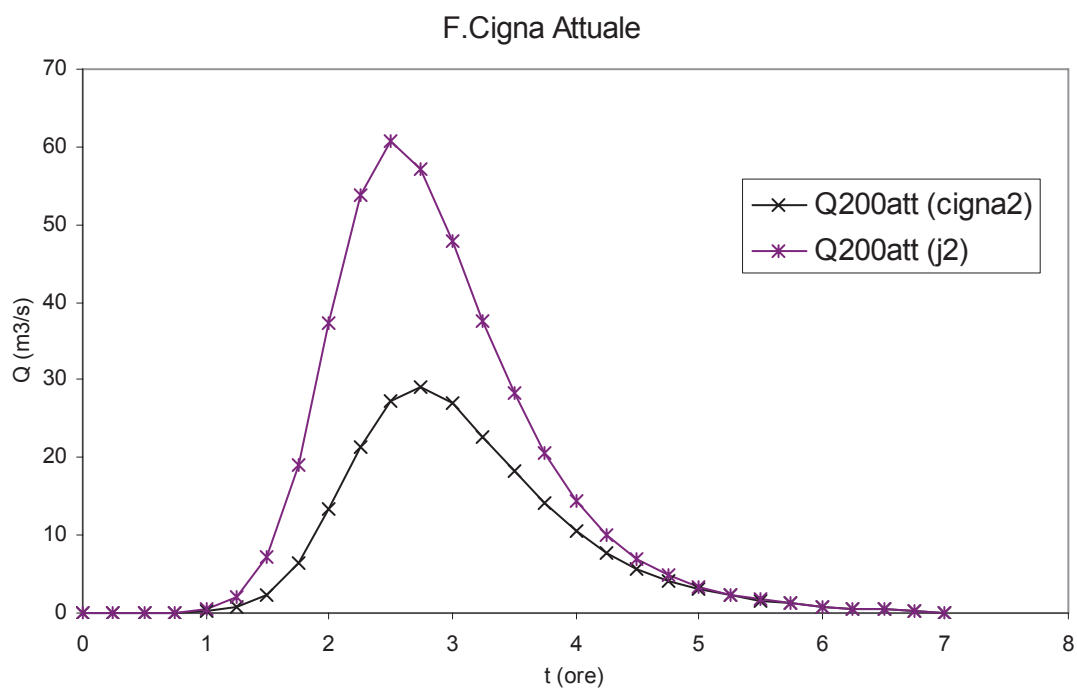
Bacino	Q500 (att)	Area (km2)	Q200 (att)	Q100 (att)	Q20 (att)
Cigna1	10.0	0.4	8.6	7.6	5.4
Cigna3	29.7	1.3	25.5	22.6	16.0
j1	38.9	1.7	33.4	29.6	21.0
cigna2	34.2	1.9	29.2	25.9	18.2
j2	70.9	3.6	60.7	53.7	37.8
Cignolo	64.4	3.9	55.1	49.0	34.7
j3	131.1	7.5	112.0	99.3	70.1

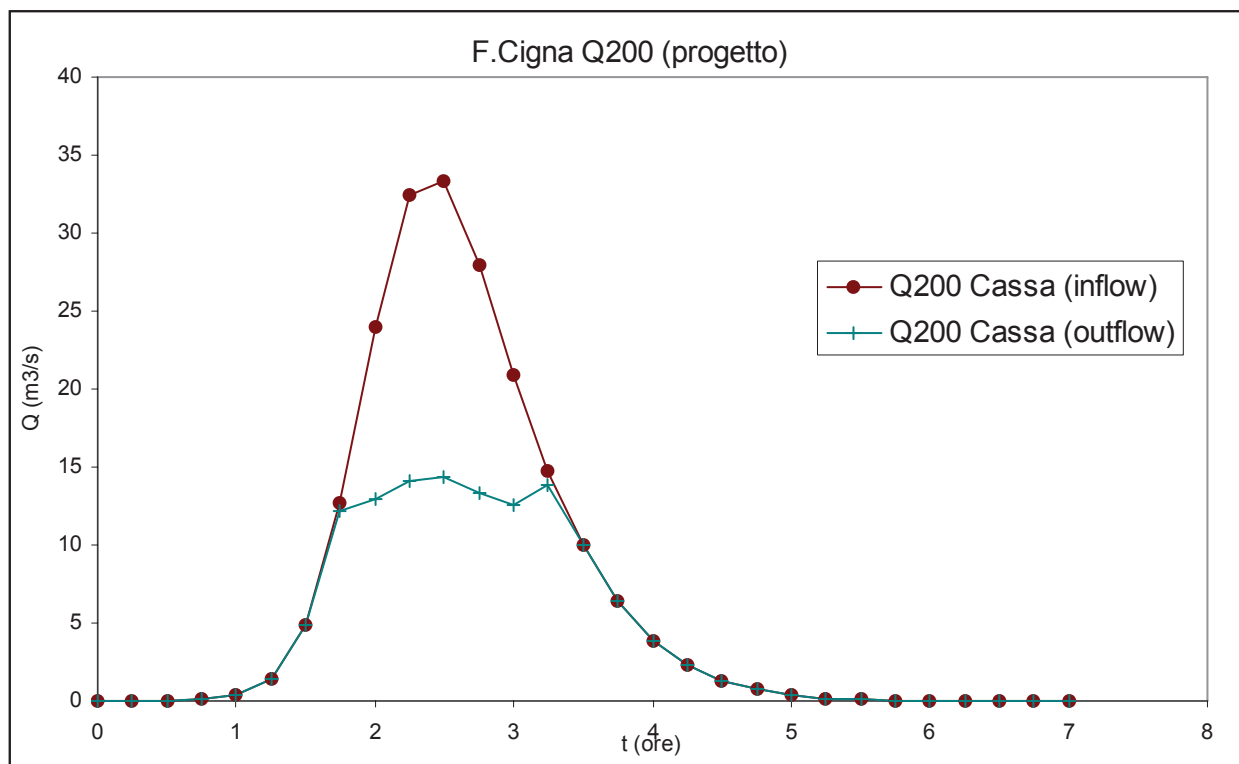
Bacino	Q500 (prog)	Area (km2)	Q200 (prog)	Q100 (prog)	Q20 (prog)
Cigna1	10.0	0.4	8.6	7.6	5.4
Cigna3	29.7	1.3	25.5	22.6	16.0
j1	38.9	1.7	33.4	29.6	21.0
cassa-via-ulive	15.7	1.7	14.3	13.5	13.5
r1	15.4	1.7	14.2	13.4	13.1
cigna2	34.2	1.9	29.2	25.9	18.2
j2	49.6	3.6	43.3	39.2	30.9
r2	48.5	3.6	42.6	38.8	30.7
Cignolo	64.4	3.9	55.1	49.0	34.7
j3	113.0	7.5	97.7	87.7	65.4

Nelle figure seguenti sono riportati gli idrogrammi relativamente al tempo di ritorno di 200 anni.

F.Cigna Attuale







Idrogrammi in entrata ed uscita dalla cassa di espansione (Tr=200 anni)

VERIFICA IDRAULICA

Il tratto del F.Cigna preso in esame, parte dalla sezione del ponte di via degli acquedotti fino a monte dell'attraversamento della variante Aurelia.

Come coefficiente di Manning è stato utilizzato un valore pari a 0.024 nel tratto rivestito in cls e pari a 0.033 nella parte a monte.

Il calcolo ha messo in evidenza alcune insufficienze idrauliche relative allo stato attuale. Per gli eventi con tempo di ritorno pari a 200 anni si ha:

- insufficienze dei ponti della padula e di via dei condotti vecchi;
- insufficienze generali e mancanza del franco in tutto il tratto vallivo fino al ponte di via degli acquedotti.

In appendice 1 e 2 sono riportati i tabulati di calcolo, e nelle tavole allegate i profili longitudinali del tratto di corso d'acqua interessato.

Il calcolo e' stato effettuato considerando in App.1 lo stato attuale dell'alveo e le portate attuali (senza tener conto della cassa di Salviano) e di progetto (tenendo conto della riduzione delle portate effettuate dalla cassa)

In App.2 e' stato considerato lo stato di progetto (demolizione e ricostruzione del ponte di via dei condotti vecchi) e le portate attuali (senza tener conto della cassa di Salviano) e di progetto (tenendo conto della riduzione delle portate effettuate dalla cassa)

INTERVENTI DI PROGETTO

Come premessa diciamo che l'intervento principale previsto sul Cigna e' costituito dalla cassa di espansione di Salviano.

Tale cassa di espansione e' capace di invasare circa 70000 mc; tale invaso risulta necessario per il rispetto dei limiti imposti nell'omologazione del progetto della porta a terra che prevede una portata massima di 22 mc/s al ponte di via dell'uliveta e una portata massima pari a 43 mc/s in corrispondenza del ponte di via degli acquedotti.

La situazione di progetto prevede per la sistemazione del tratto di corso d'acqua di interesse, i seguenti interventi:

- 1) ricalibratura delle sezioni intorno al ponte di via della Padula al fine di evitare l'andamento in pressione dello stesso;
- 2) rifacimento del ponte di via dei condotti vecchi, del tutto inadeguato al passaggio della portata di progetto;
- 3) rialzamento delle arginature così come evidenziato nella tav.2 allegata.

CALCOLO DELLE AREE ALLAGATE

CALCOLO IDRAULICO IN MOTO VARIO BIDIMENSIONALE

Il calcolo idraulico è stato effettuato a moto permanente lungo i corsi d'acqua ed a moto vario bidimensionale per quanto riguarda la propagazione delle esondazioni.

Il calcolo del profilo di rigurgito a moto permanente viene effettuato risolvendo l'equazione dell'energia con le perdite di carico distribuite valutate mediante l'equazione di Manning, sono calcolate inoltre le perdite di carico localizzate dovute a repentini cambiamenti di sezione nonché alla presenza di manufatti come ponti stramazzi e briglie.

Il calcolo è stato effettuato propagando, per ciascuna sezione risultata idraulicamente insufficiente del tratto preso in considerazione, le acque di esondazione sulla pianura alluvionale.

Il calcolo è stato effettuato mediante un modello di simulazione in moto vario bidimensionale (l'unico che permetta, con un ottimo grado di precisione il calcolo della propagazione delle acque di esondazione). In particolare è stato usato il modello FIM2D (Pagliara 1997-2006®™).

Il modello matematico usato simula il flusso bidimensionale a superficie libera mediante il sistema alle derivate parziali, iperbolico, non lineare, delle equazioni complete di De Saint Venant.

Le equazioni di continuità e del moto nelle due direzioni possono essere scritte,

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial M}{\partial x} + \frac{\partial N}{\partial y} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial (uM)}{\partial x} + \frac{\partial (vM)}{\partial y} + gh \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{1}{\rho} \tau_x = 0 \quad (2)$$

$$\frac{\partial N}{\partial t} + \frac{\partial (uN)}{\partial x} + \frac{\partial (vN)}{\partial y} + gh \frac{\partial H}{\partial y} + \frac{1}{\rho} \tau_y = 0 \quad (3)$$

con:

$$\tau_x = \frac{\rho g n^2 u \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (4)$$

$$\tau_y = \frac{\rho g n^2 v \sqrt{u^2 + v^2}}{h^{1/3}} \quad (5)$$

in cui g è l'accelerazione di gravità, x ed y sono le coordinate spaziali, t il tempo, h l'altezza d'acqua, u e v le componenti della velocità nelle due direzioni, $M = u \cdot h$ = flusso nella direzione x ; $N = v \cdot h$ = flusso della corrente nella direzione y , H è la quota della superficie libera, n il coefficiente di scabrezza di Manning, ρ la densità dell'acqua mentre τ_x e τ_y sono gli sforzi tangenziali al fondo, rispettivamente nelle direzioni x ed y .

Il metodo usato per la formulazione numerica delle equazioni (1)-(3) è quello originariamente proposto da Iwasa (Iwasa et al., 1980) e usa uno schema alle differenze finite di tipo esplicito.

L'equazione di continuità viene scritta nella forma seguente:

$$\begin{aligned} & \frac{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+3} - h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}}{2\Delta t} + \frac{M_{i+1,j+1/2}^{n+2} - M_{i,j+1/2}^{n+2}}{\Delta x} + \\ & \frac{N_{i+1/2,j+1}^{n+2} - N_{i+1/2,j}^{n+2}}{\Delta y} = 0, \end{aligned} \quad (6)$$

i vari termini nella eq.2 sono così esprimibili:

$$a) \quad \frac{\partial M}{\partial t} = \frac{M_{i,j+1/2}^{n+2} - M_{i,j+1/2}^n}{2\Delta t} \quad (7)$$

$$b) \quad \frac{\partial (uM)}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} \frac{1}{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{M_{i+1,j+1/2}^n + M_{i,j+1/2}^n}{2} \right)^2 -$$

(8)

$$\frac{1}{\Delta x} \frac{1}{h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{M_{i,j+1/2}^n + M_{i-1,j+1/2}^n}{2} \right)^2$$

$$c) \quad \frac{\partial (vM)}{\partial y} = \frac{1}{\Delta y} \frac{(M_{i,j+1/2}^n + M_{i,j+3/2}^n)(N_{i+1/2,j+1}^n + N_{i-1/2,j+1}^n)}{h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+3/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+3/2}^{n+1}} -$$

(9)

$$\frac{1}{\Delta y} \frac{(M_{i,j+1/2}^n + M_{i,j-1/2}^n)(N_{i+1/2,j}^n + N_{i-1/2,j}^n)}{h_{i-1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}}$$

d)

$$gh \frac{\partial H}{\partial x} = g \cdot \left(\frac{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}}{2} \right). \quad (10)$$

$$\left(\frac{H_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} - H_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}}{\Delta x} \right)$$

e)

$$\frac{1}{\rho} \tau_x = \frac{gn_{i,j+1/2}^2 (\bar{u}_{i,j+1/2}) \sqrt{(u_{i,j+1/2}^n)^2 + (v_{i,j+1/2}^n)^2}}{\left((h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1}) / 2 \right)^{1/3}} \quad (11)$$

i termini della equazione (3) possono essere cosi' scritti:

$$a') \quad \frac{\partial N}{\partial t} = \frac{N_{i+1/2,j}^{n+2} - N_{i+1/2,j}^n}{2\Delta t} \quad (12)$$

$$b') \quad \frac{\partial(uN)}{\partial x} = \frac{1}{\Delta x} \frac{(M_{i+1,j+1/2}^n + M_{i+1,j-1/2}^n)(N_{i+1/2,j}^n + N_{i+3/2,j}^n)}{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+3/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+3/2,j+1/2}^{n+1}} - \quad (13)$$

$$\frac{1}{\Delta x} \frac{(M_{i,j+1/2}^n + M_{i,j-1/2}^n)(N_{i-1/2,j}^n + N_{i+1/2,j}^n)}{h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}}$$

$$c') \quad \frac{\partial(vN)}{\partial y} = \frac{1}{\Delta y} \frac{1}{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1}} \left(\frac{N_{i+1/2,j}^n + N_{i+1/2,j+1}^n}{2} \right)^2 - \quad (14)$$

$$\frac{1}{\Delta y} \frac{1}{h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}} \left(\frac{N_{i+1/2,j-1}^n + N_{i+1/2,j}^n}{2} \right)$$

$$d') \quad gh \frac{\partial H}{\partial y} = g \cdot \left(\frac{h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}}{2} \right). \quad (15)$$

$$\left(\frac{H_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} - H_{i+1/2,j-1/2}^{n+1}}{\Delta y} \right)$$

e')

$$\frac{1}{\rho} \tau_y = \frac{g n_{i+1/2,j}^2 \left(\bar{v}_{i+1/2,j} \right) \sqrt{\left(u_{i+1/2,j}^n \right)^2 + \left(v_{i+1/2,j}^n \right)^2}}{\left(\left(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} \right) / 2 \right)^{1/3}} \quad (16)$$

in cui:

$$\bar{u}_{i,j+1/2} = \frac{\left(M_{i,j+1/2}^{n+2} + M_{i,j+1/2}^n \right) / 2}{\left(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i-1/2,j+1/2}^{n+1} \right) / 2}$$

$$\bar{v}_{i+1/2,j} = \frac{\left(N_{i+1/2,j}^{n+2} + N_{i+1/2,j}^n \right) / 2}{\left(h_{i+1/2,j+1/2}^{n+1} + h_{i+1/2,j-1/2}^{n+1} \right) / 2}$$

Il calcolo procede mediante la soluzione delle equazioni (2) e (3) per le incognite M^{n+2} e N^{n+2} in quanto i valori M^n , N^n e h^{n+1} sono specificati dalle condizioni iniziali o sono conosciuti dal precedente passo temporale. I valori M^{n+2} ed N^{n+2} sono sostituiti nella equazione di continuit  e quindi viene ricavata l'incognita h^{n+3} . La versione piu' recente del codice di calcolo prevede alcune modifiche nei termini non lineari, al fine di ottenere una migliore stabilit  dello schema numerico.

Sono presenti nel modello due diversi tipi di condizioni al contorno. La prima   quella che considera una condizione al contorno in cui il flusso $M=N=0$, mentre la seconda considera la possibilit  di far defluire la portata in arrivo verso l'esterno della mesh considerata.

Il fronte della corrente   trattato in modo tale che quando l'altezza d'acqua   minore di un prefissato valore (p.e. 0.001m), il flusso nella rispettiva cella   assunto pari a zero. Particolari equazioni sono usate nel modello, nel caso in cui si abbia un gradino od un salto di fondo fra due celle adiacenti.

La propagazione della piena lungo il corso d'acqua arginato viene effettuata usando le equazioni complete di De Saint Venant :

$$\frac{1}{gA} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{2Q}{gA^2} \frac{\partial Q}{\partial x} - \frac{Q^2}{gA^3} \frac{\partial A}{\partial x} + \frac{\partial H}{\partial x} + \frac{n^2 |Q| Q}{A^2 R^{4/3}} = 0$$

(17)

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

in cui Q è la portata, A è la sezione trasversale, R il raggio idraulico, H la quota della superficie libera, q la portata laterale ed n il coefficiente di scabrezza della equazione di Manning. Le equazioni vengono risolte numericamente mediante uno schema alle differenze finite di tipo esplicito. Le due necessarie condizioni al contorno vengono specificate come idrogramma $Q=Q(t)$ nella sezione di monte e come andamento dei livelli in funzione del tempo nella sezione di valle da stabilire in base alla condizione al contorno presente in tale sezione.

RISULTATI DEL CALCOLO

I risultati del calcolo sono riportati nelle tavole E1 ed E2 allegate alla presente relazione.

La tavola E1 si riferisce allo stato attuale per $Tr= 200$ anni (quindi senza la cassa di espansione di Salviano).

Invece la tavola E2 riporta lo stato di progetto con la cassa di espansione di Salviano, In tale carta le esondazioni residue derivano dal mancato adeguamento (ricalibratura) delle sezioni in corrispondenza dei ponti di via della Padula e via dei Condotti Vecchi.



F.Cigna nella zona di P.a Terra



F.cigna nel tratto vicino alla ferrovia rivestito in cls.

INTERVENTI DI PROGETTO

Gli interventi necessari per la messa in sicurezza del tratto considerato (Porta a Terra) risultano:

la demolizione e rifacimento del Ponte di via dei condotti vecchi e la realizzazione di tratti di arginatura dove le sezioni risultano leggermente insufficienti e/o ci sia la necessita' di prevedere un adeguato franco di sicurezza.

Tali opere hanno un costo stimato di:

opera	Costo €
Demolizione e rifacimento del Ponte di via dei condotti vecchi	350.000
Realizzazione arginature a tratti e risagomature	450.000

CONCLUSIONI

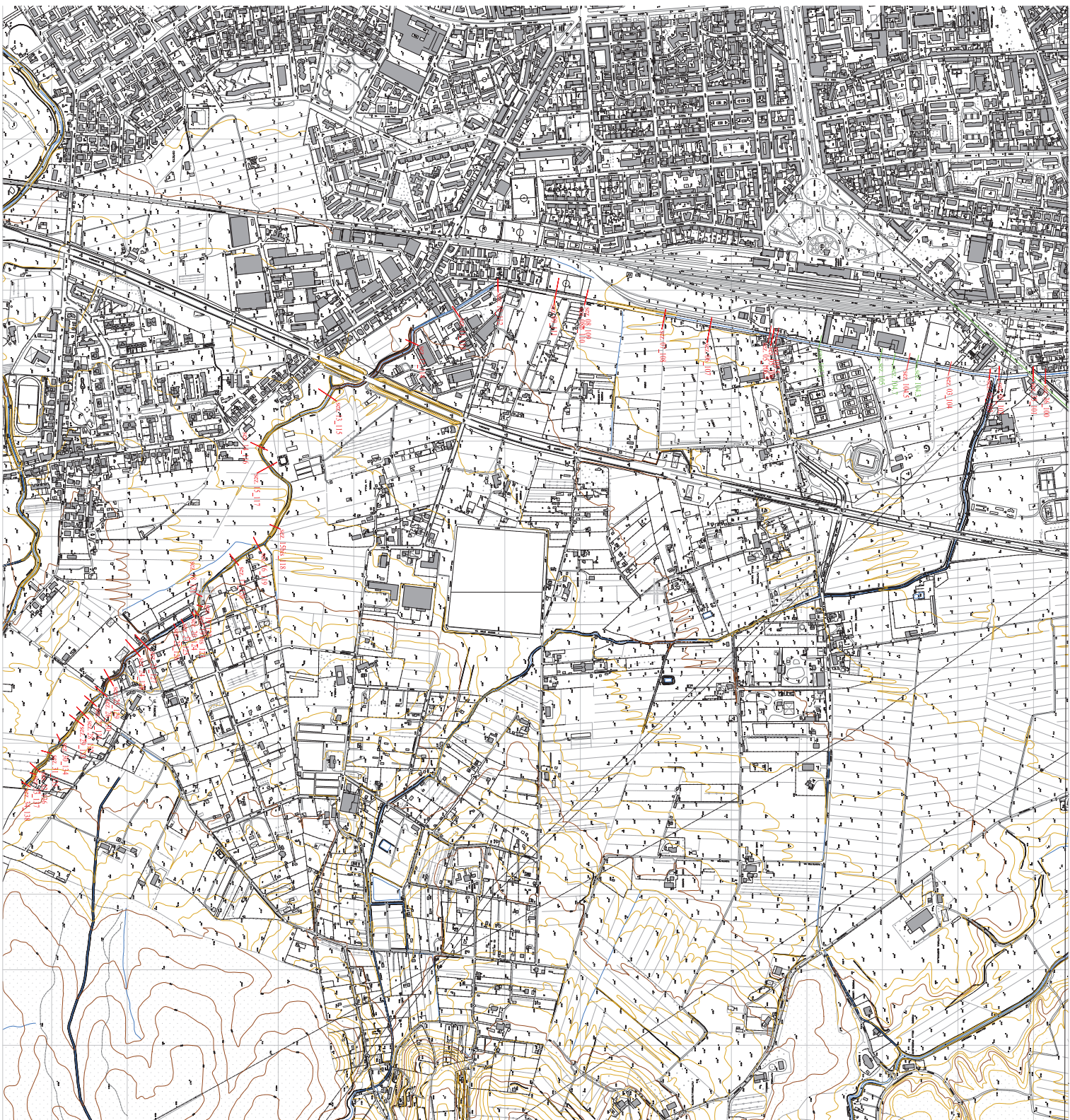
Le verifiche effettuate, con portate aventi tempi di ritorno fino a 200 anni, hanno mostrato l'insufficienza parziale delle sezioni e delle opere di attraversamento. La carta delle esondazioni mostra il rischio idraulico per tempi di ritorno pari a 200 anni nello stato attuale e in quello di progetto.

Sono state individuate le opere strutturali per la messa in sicurezza del tratto a monte del ponte di via degli acquedotti. Esse consistono nel rifacimento del ponte di via condotti vecchi e nel rialzamento di tratti delle arginature.

Quanto sopra a espletamento dell'incarico conferitomi.

Pisa, luglio 2012

Prof. Ing. Stefano Pagliara



Comune di Livorno

CALCOLO DELLE ESONDAZIONI E
VALUTAZIONI DEGLI INTERVENTI DI
SISTEMAZIONE DI UN TRATTO DEL
FOSSO CIGNA

Responsabile dello studio:

prof. ing. Stefano Pagliara

TR

1

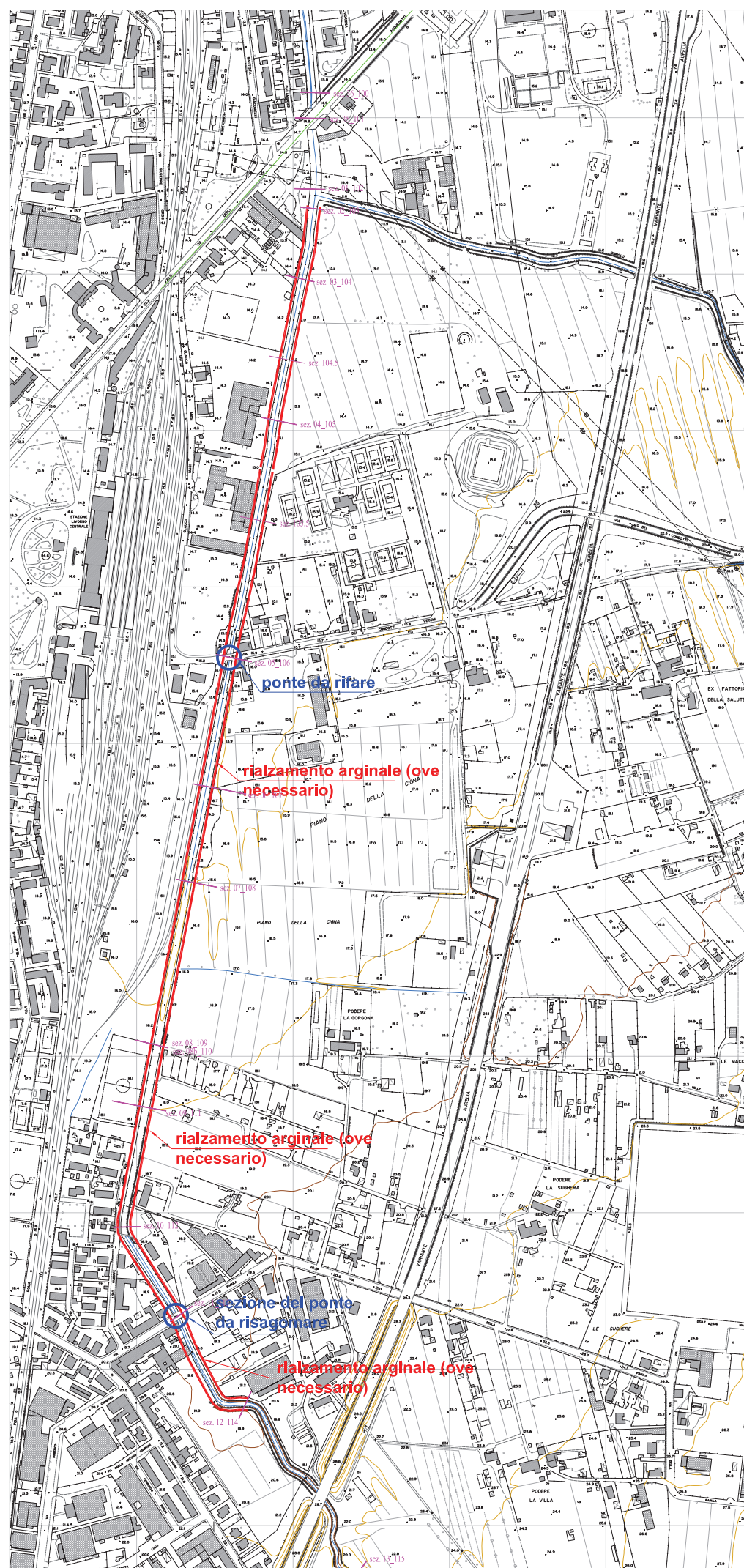
Scala

1:5.000

Data

luglio 2012

ubicazione delle sezioni di calcolo
per la verifica idraulica



Comune di Livorno

CALCOLO DELLE ESONDAZIONI E
VALUTAZIONI DEGLI INTERVENTI DI
SISTEMAZIONE DI UN TRATTO DEL
FOSSO CIGNA

Responsabile dello studio:

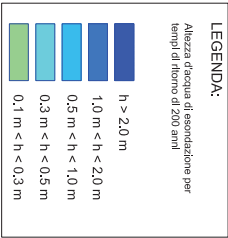
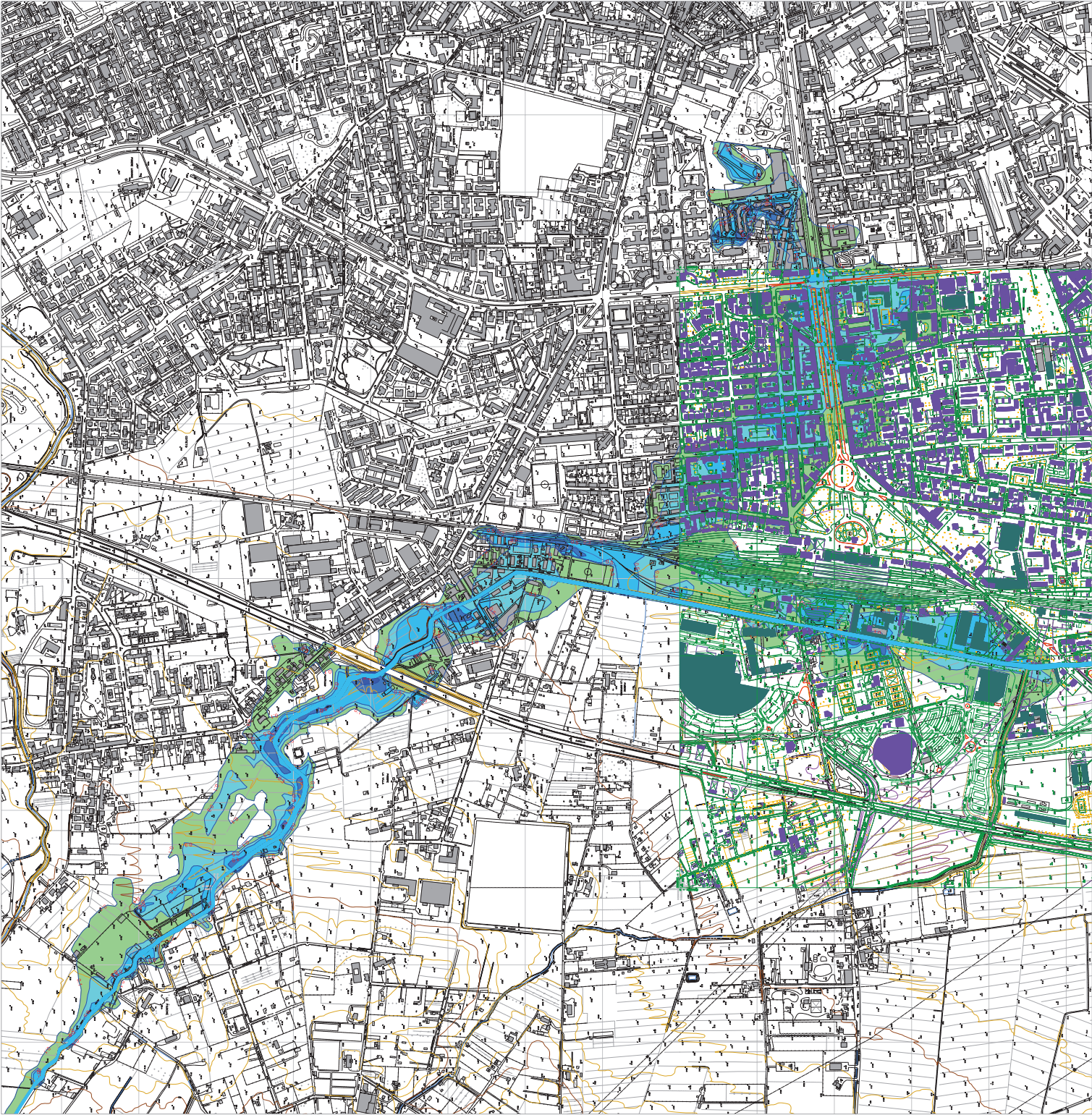
prof. ing. Stefano Pagliara

TAV. 2

SCALA 1: 5.000

DATA luglio 2012

interventi progettuali



Comune di Livorno

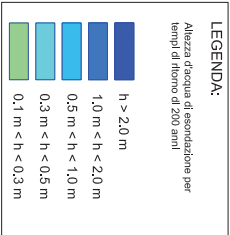
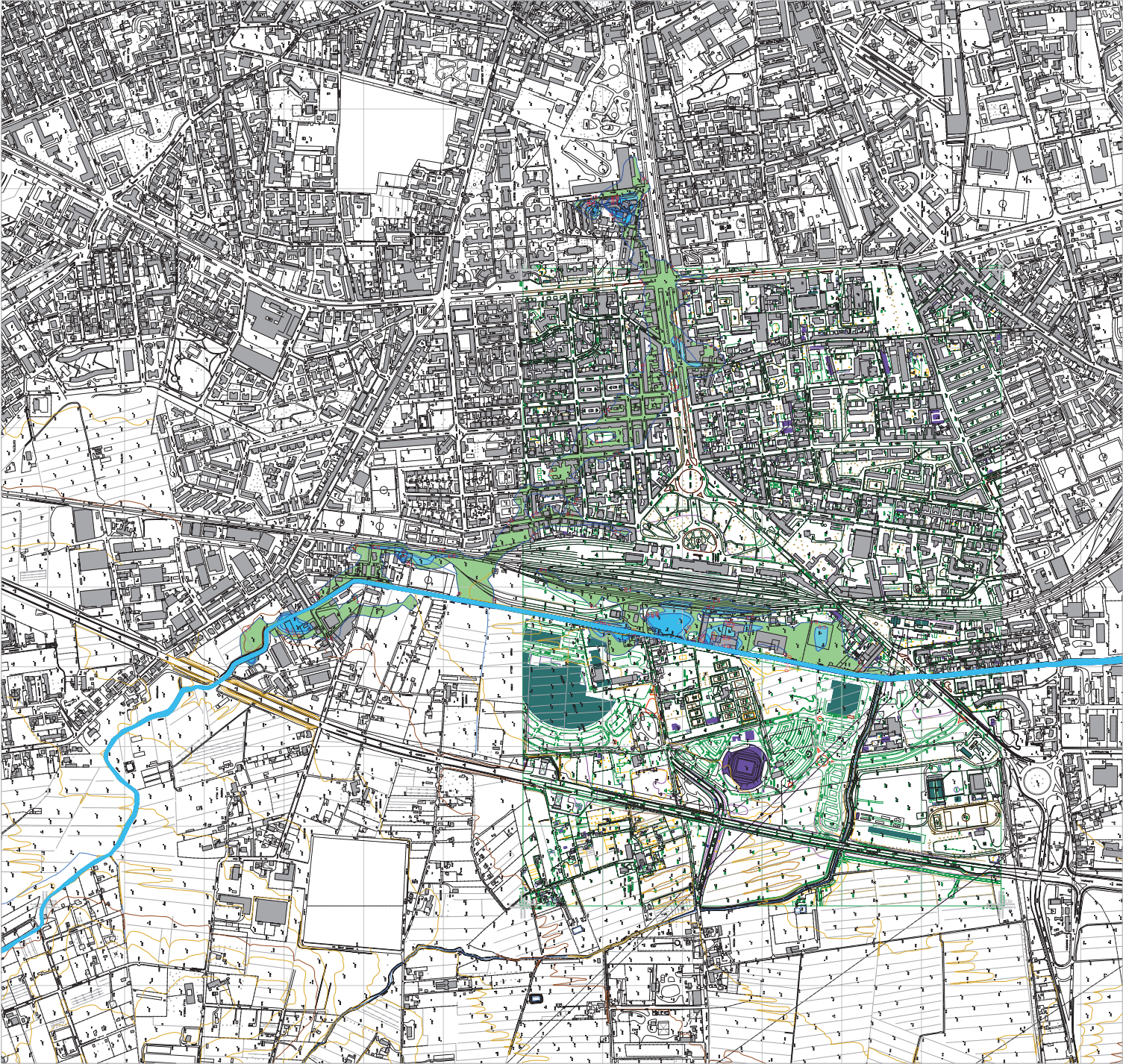
CALCOLO DELLE ESONDAZIONI E
VALUTAZIONI DEGLI INTERVENTI DI
SISTEMAZIONE DI UN TRATTO DEL
FOSSO CIGNA

Responsabile dello studio:

prof. ing. Stefano Pagliara

Titolo
E1
Scala
1:5.000

Intervento delle altezze diacqua
di esondazione del F. Della Cigna
per tempi di ritorno di 200 anni
STATO ATTUALE



Comune di Livorno

CALCOLO DELLE ESONDAZIONI E
VALUTAZIONI DEGLI INTERVENTI DI
SISTEMAZIONE DI UN TRATTO DEL
FOSSO CIGNA

Responsabile dello studio:

prof. ing. Stefano Pagliara

E2

Sc. d. d. d.

1: 5.1000

2012

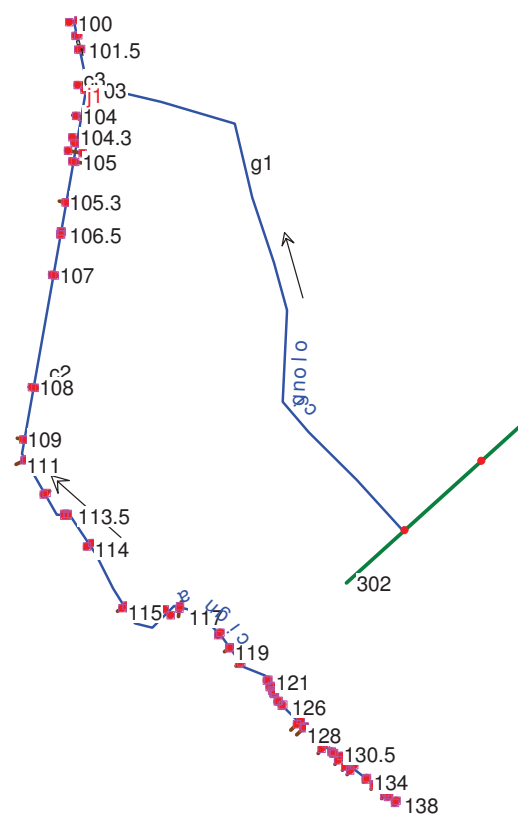
luglio 2012

inviuppo delle altezze d'acqua
di esondazione del F. Della Cigna
per tempi di ritorno di 200 anni
STATO DI PROGETTO
CON CASSA SALVIANO REALIZZATA

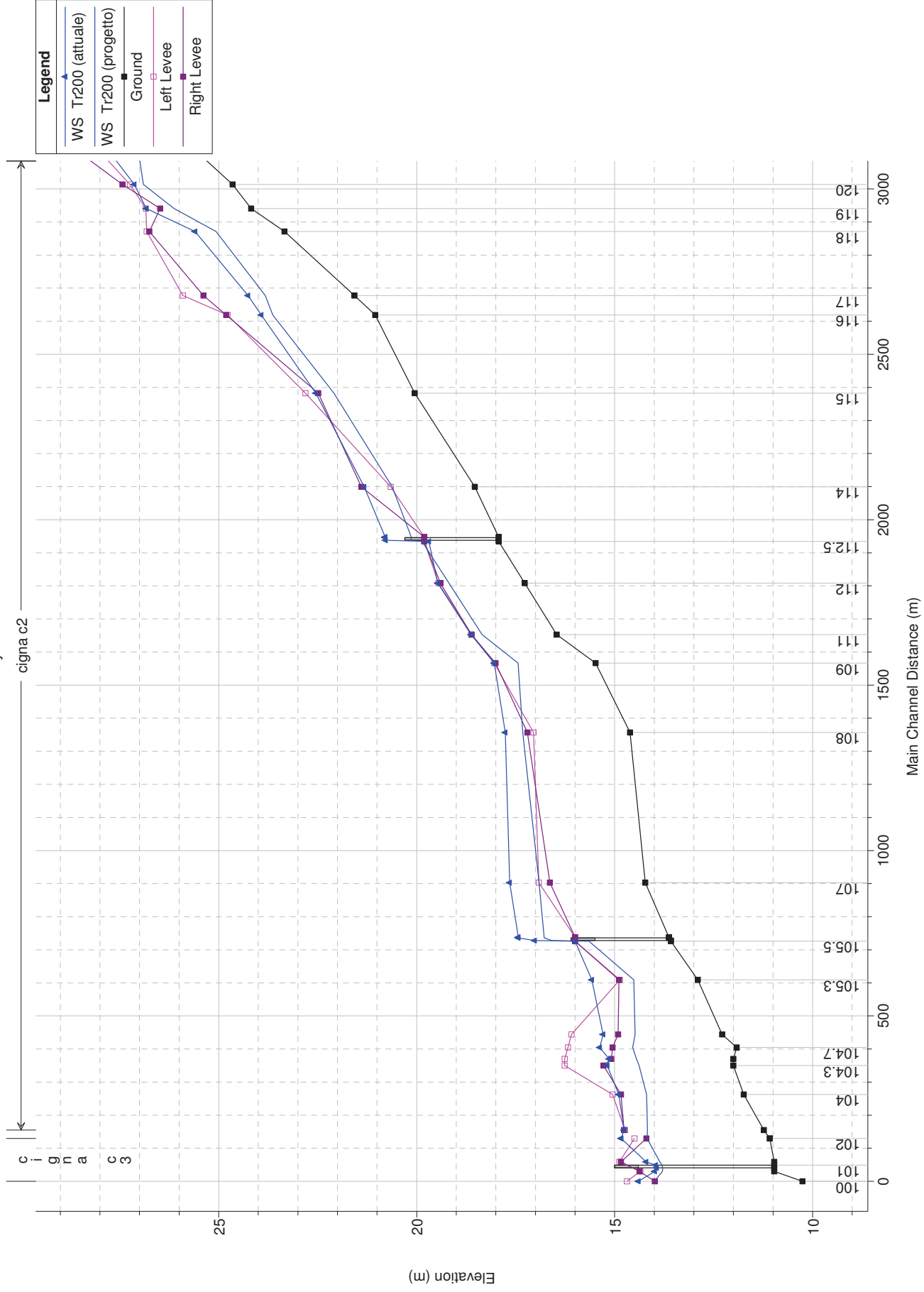
Appendice 1

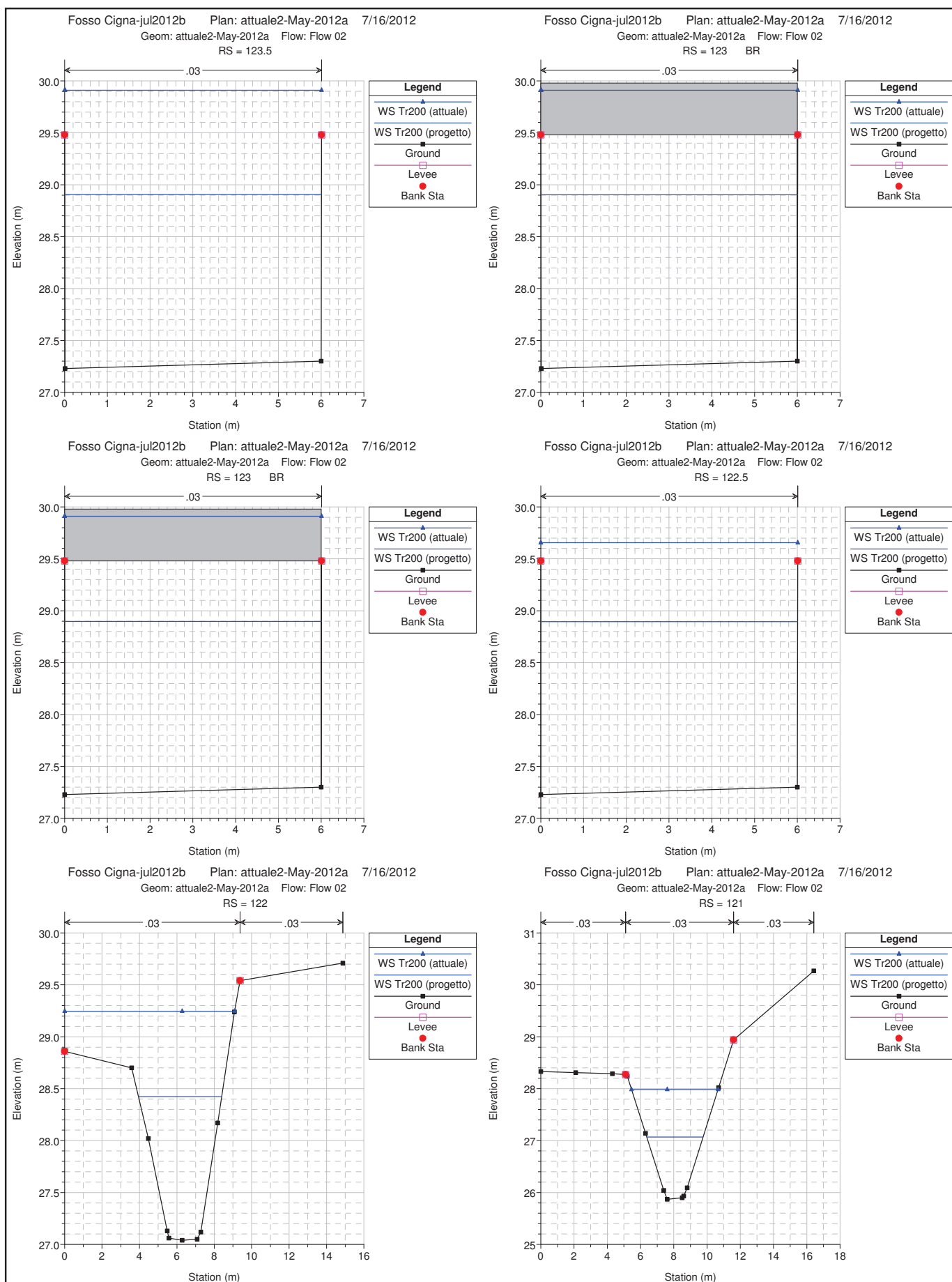
Stato attuale (con il ponte attuale di via condotti vecchi)
e con portate attuali (in assenza della cassa di Salviano) e di
progetto (in presenza della
cassa di salviano)

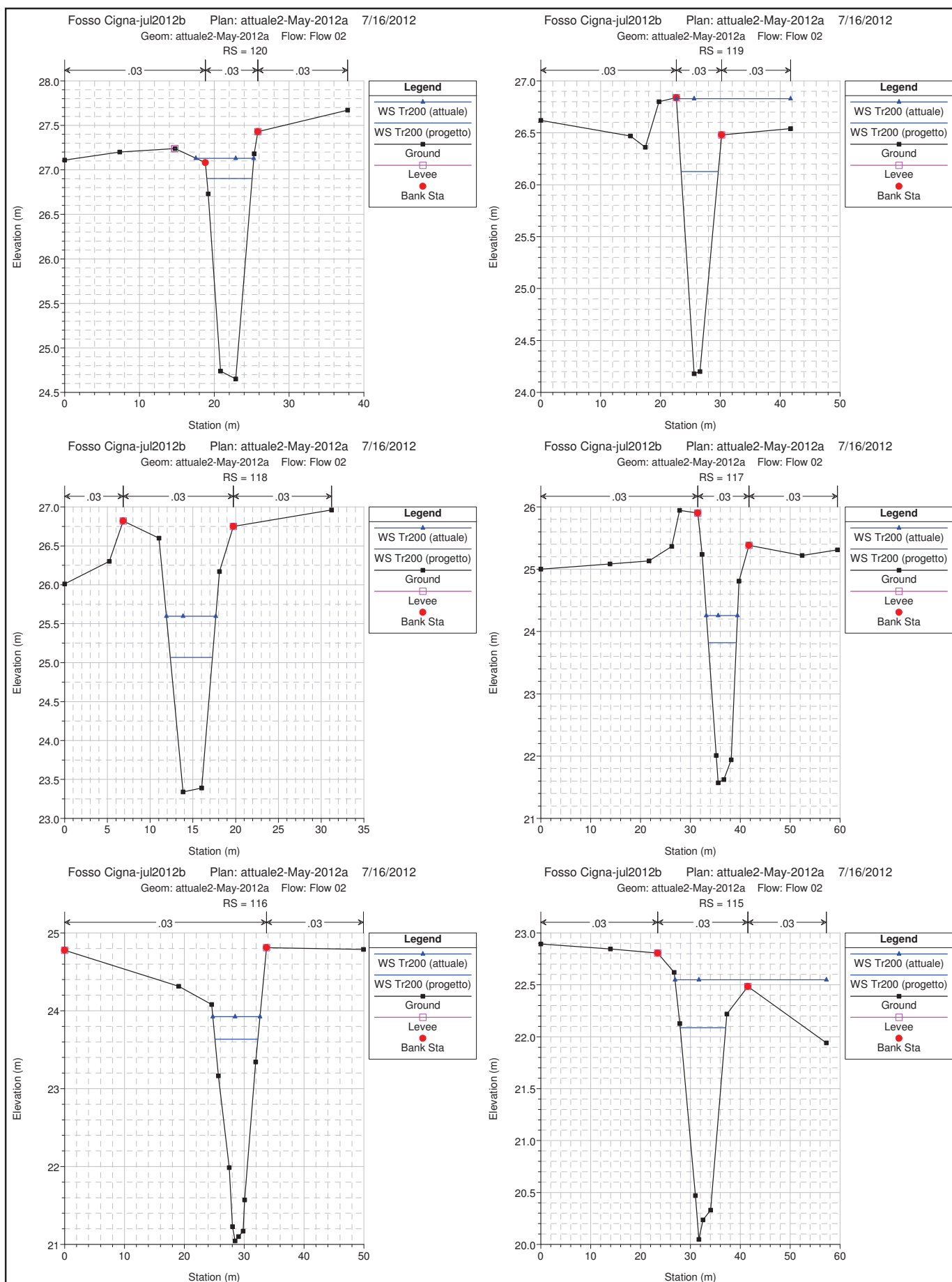
Flow Change Location					
	River	Reach	RS	Tr200 (progetto)	Tr200 (attuale)
1	cigna	c2	138	23	23
2	cigna	c2	134	33	33
3	cigna	c2	133	12.5	33
4	cigna	c2	132	12.5	33
5	cigna	c2	120	23	39
6	cigna	c2	115	33	50
7	cigna	c2	107	36	59
8	cigna	c3	102	42	62
9	cignolo	g1	302	1	1

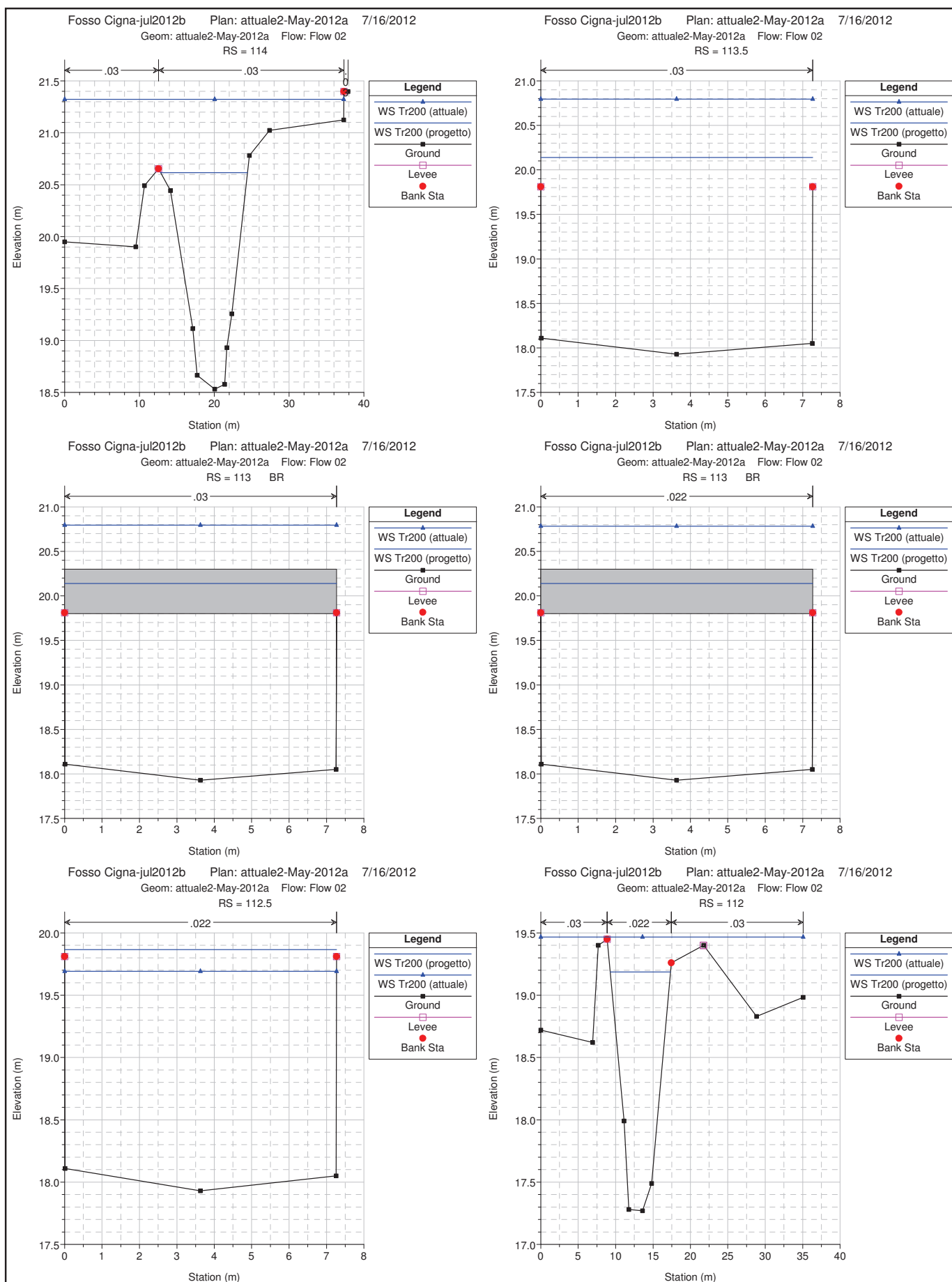


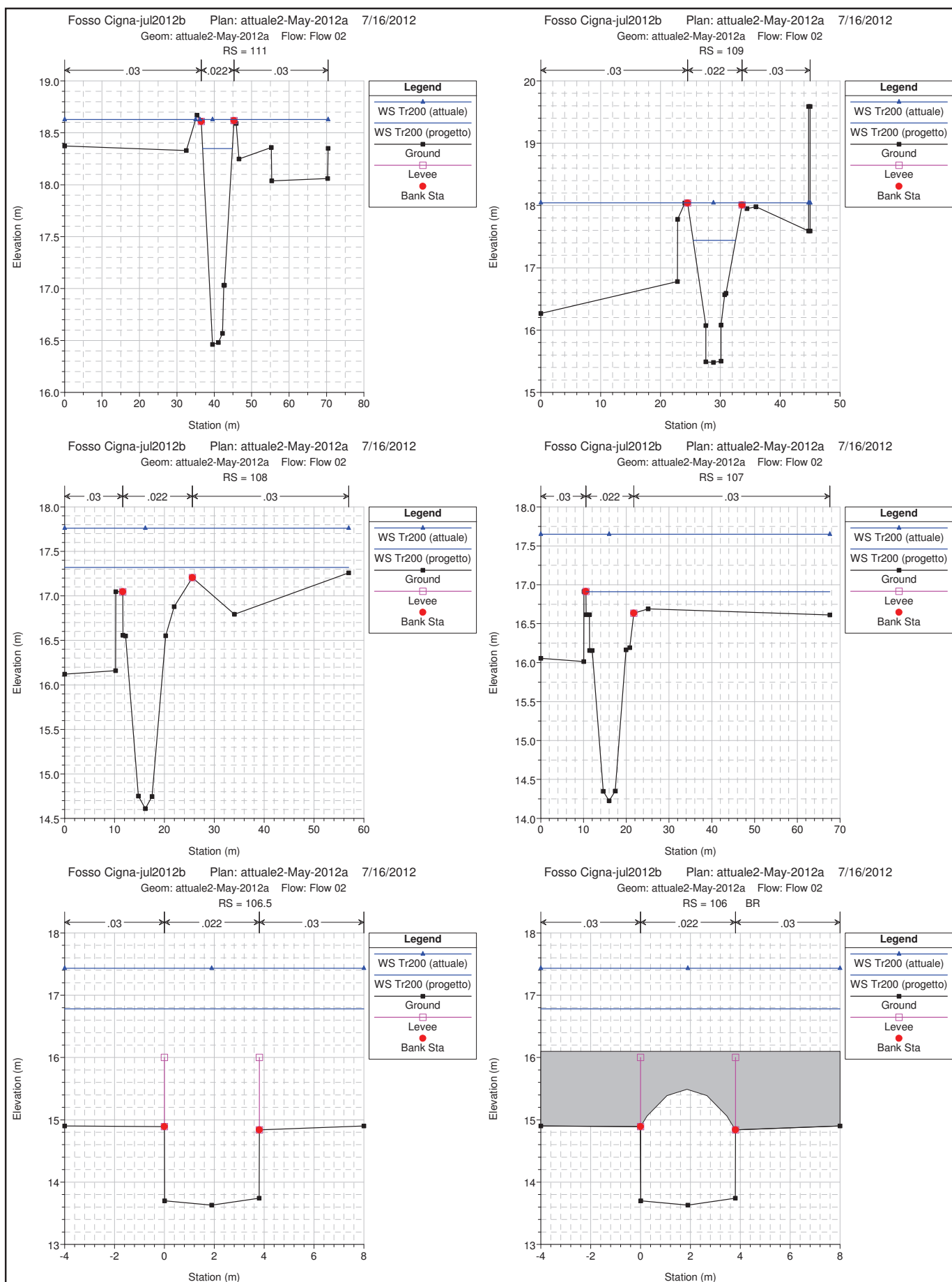
Fosso Cigna-jul2012b Plan: attuale2-May-2012a 7/16/2012
 Geom: attuale2-May-2012a Flow: Flow 02

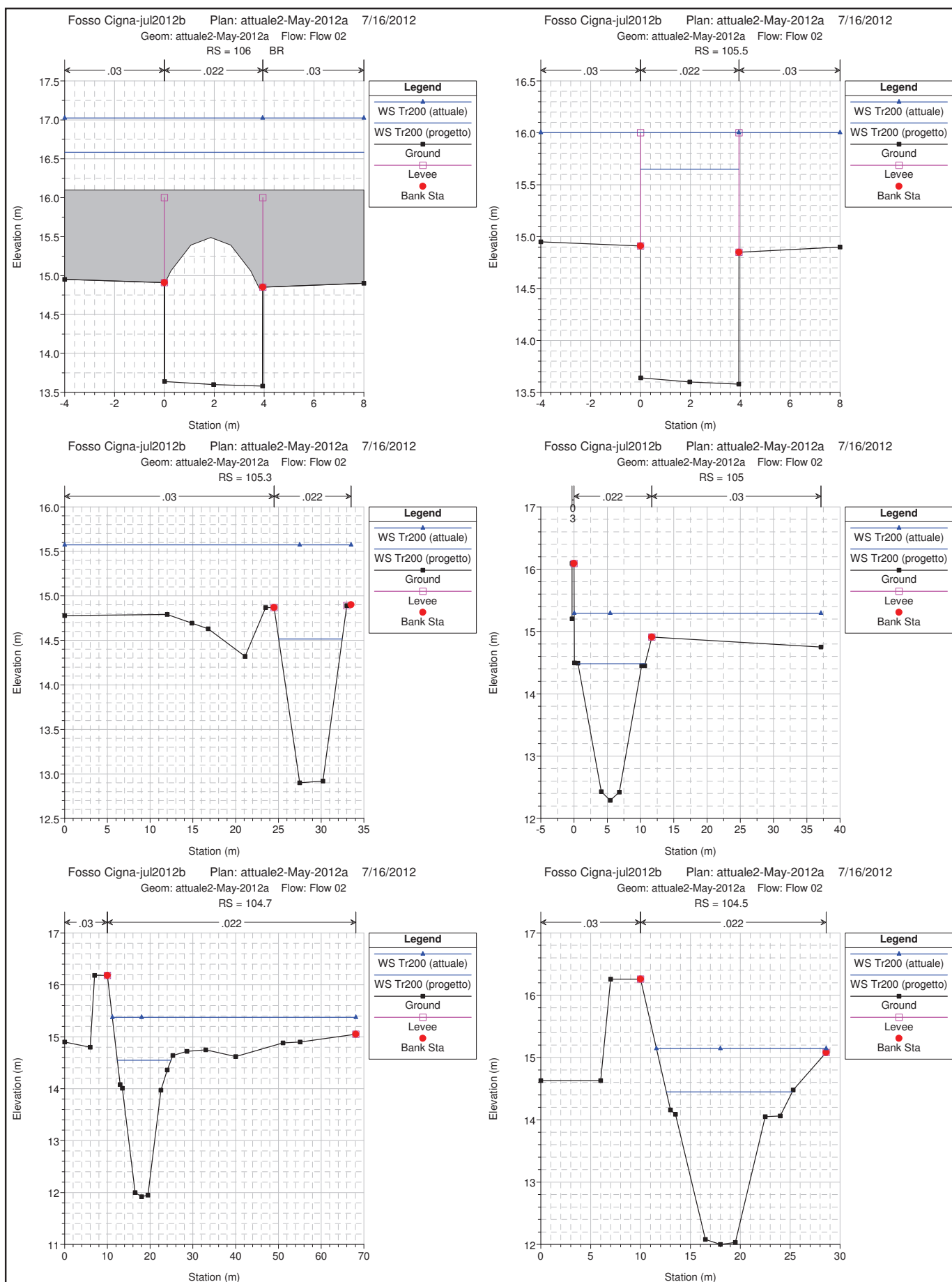


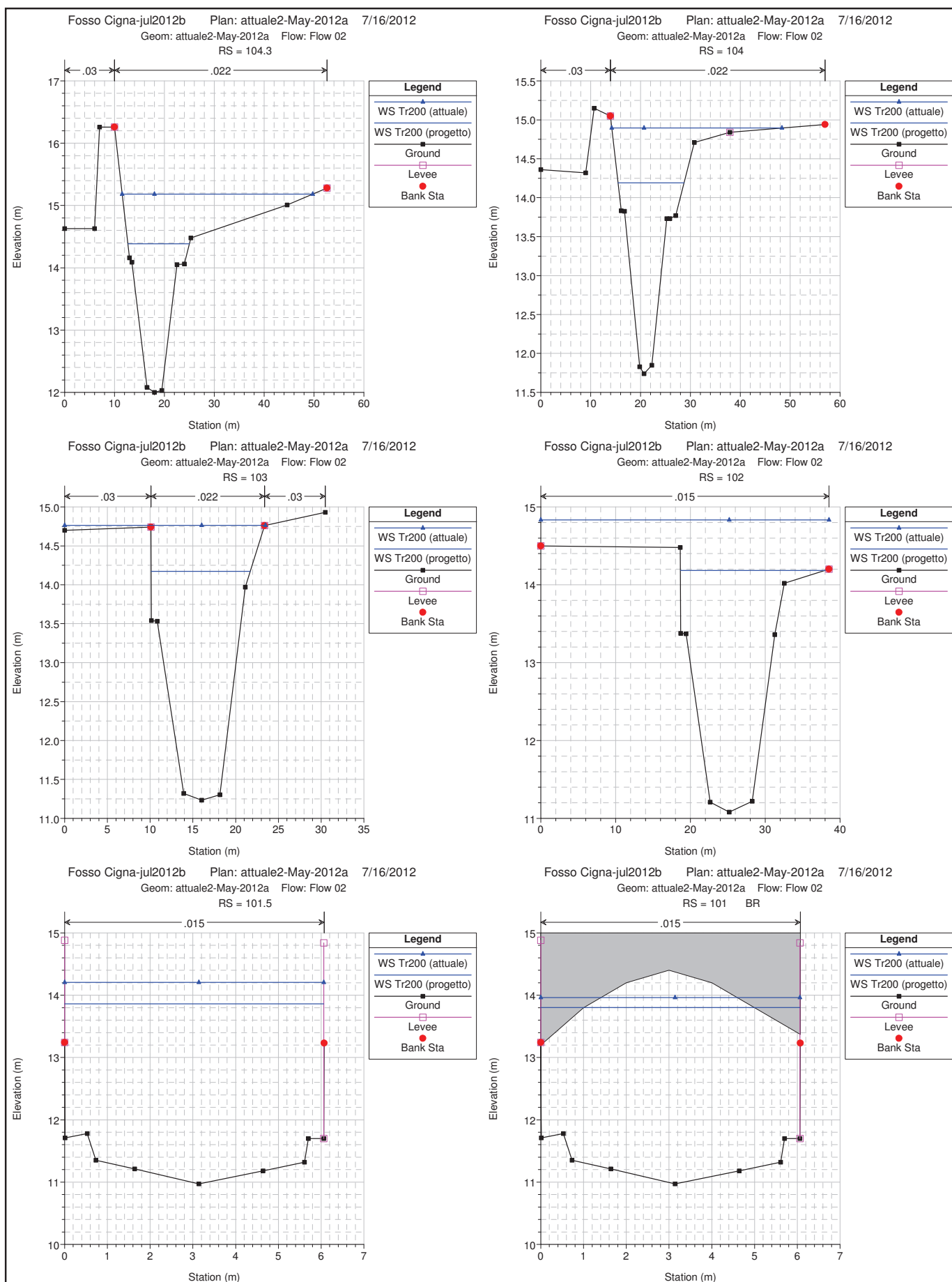




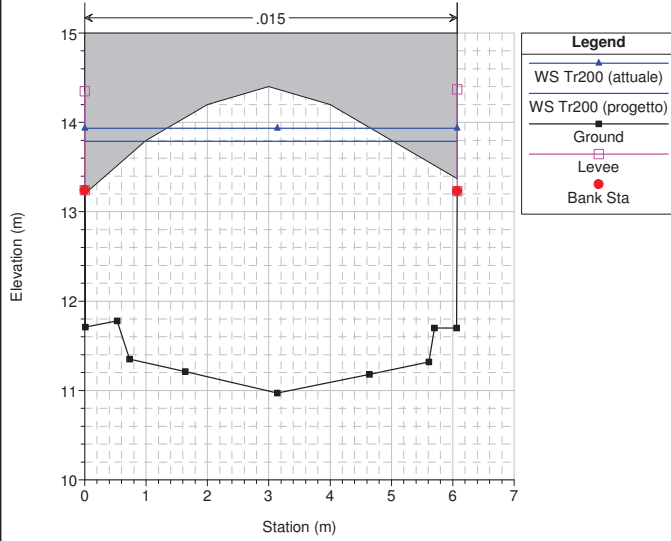




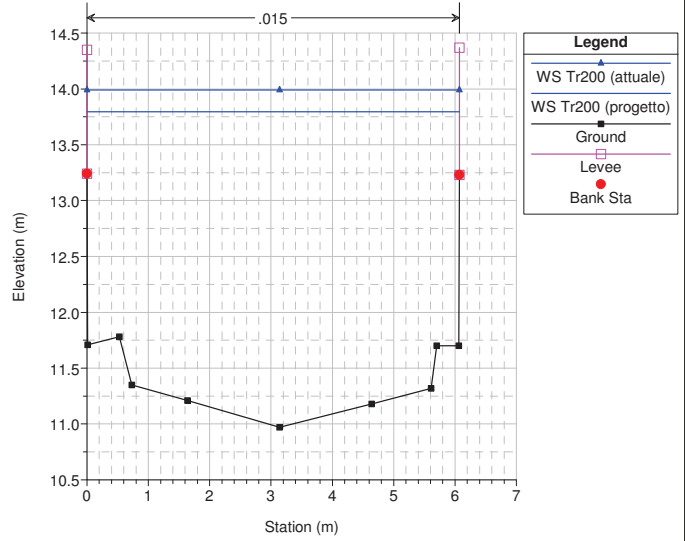




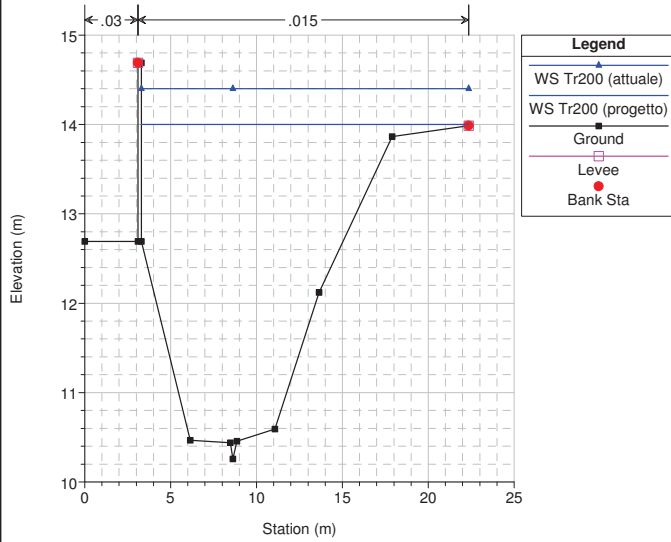
Fosso Cigna-jul2012b Plan: attuale2-May-2012a 7/16/2012
 Geom: attuale2-May-2012a Flow: Flow 02
 RS = 101 BR



Fosso Cigna-jul2012b Plan: attuale2-May-2012a 7/16/2012
 Geom: attuale2-May-2012a Flow: Flow 02
 RS = 100.5



Fosso Cigna-jul2012b Plan: attuale2-May-2012a 7/16/2012
 Geom: attuale2-May-2012a Flow: Flow 02
 RS = 100



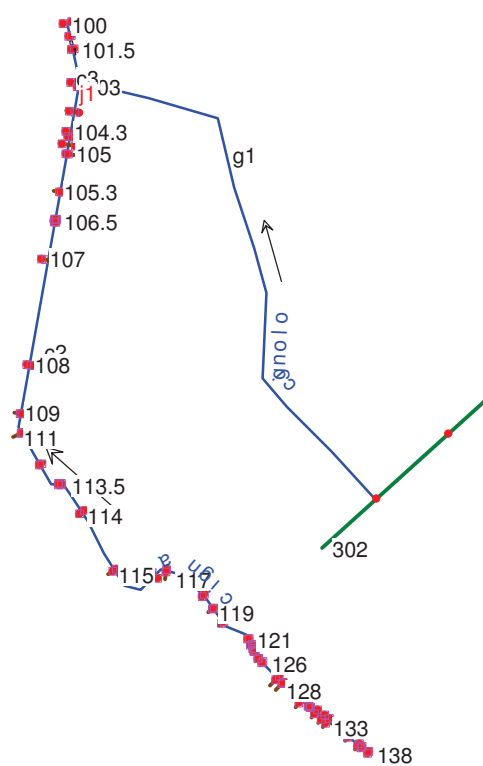
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
c2	138	Tr200 (progetto)	23.00	33.58	36.10	35.47	36.26	0.002469	1.84	13.64	15.14	0.49
c2	138	Tr200 (attuale)	23.00	33.58	36.10	35.47	36.26	0.002469	1.84	13.64	15.14	0.49
c2	137	Tr200 (progetto)	23.00	33.45	35.50	35.50	36.06	0.011146	3.29	6.99	6.33	1.00
c2	137	Tr200 (attuale)	23.00	33.45	35.50	35.50	36.06	0.011146	3.29	6.99	6.33	1.00
c2	136	Tr200 (progetto)	23.00	32.93	34.69	35.10	35.75	0.028615	4.56	5.04	5.71	1.55
c2	136	Tr200 (attuale)	23.00	32.93	34.69	35.10	35.75	0.028615	4.56	5.04	5.71	1.55
c2	135	Tr200 (progetto)	23.00	32.70	34.57	34.57	35.14	0.011482	3.36	6.84	5.91	1.00
c2	135	Tr200 (attuale)	23.00	32.70	34.57	34.57	35.14	0.011482	3.36	6.84	5.91	1.00
c2	134	Tr200 (progetto)	33.00	31.99	34.15	34.20	34.72	0.009570	3.36	10.06	11.83	0.97
c2	134	Tr200 (attuale)	33.00	31.99	34.15	34.20	34.72	0.009570	3.36	10.06	11.83	0.97
c2	133	Tr200 (progetto)	12.50	31.29	32.25	32.70	33.69	0.054003	5.31	2.35	3.30	2.01
c2	133	Tr200 (attuale)	33.00	31.29	33.75	33.86	34.13	0.006316	2.97	14.64	26.33	0.74
c2	132	Tr200 (progetto)	12.50	30.93	32.47	32.42	32.87	0.010465	2.80	4.47	4.93	0.94
c2	132	Tr200 (attuale)	33.00	30.93	33.75	33.26	33.85	0.002104	1.51	25.22	30.86	0.45
c2	131	Tr200 (progetto)	12.50	30.48	32.12	31.99	32.50	0.008869	2.72	4.60	4.28	0.84
c2	131	Tr200 (attuale)	33.00	30.48	33.78	32.97	33.80	0.000327	0.67	50.93	41.95	0.19
c2	130.5	Tr200 (progetto)	12.50	29.98	32.11	31.27	32.29	0.003091	1.84	6.79	3.54	0.42
c2	130.5	Tr200 (attuale)	33.00	29.98	33.26	32.26	33.73	0.007234	3.04	10.84	3.54	0.56
c2	130		Bridge									
c2	129.5	Tr200 (progetto)	12.50	29.98	31.37	31.27	31.83	0.011486	3.01	4.16	3.53	0.89
c2	129.5	Tr200 (attuale)	33.00	29.98	32.26	32.26	33.30	0.017849	4.52	7.31	3.54	1.00
c2	129	Tr200 (progetto)	12.50	29.23	30.83	30.83	31.33	0.013630	3.15	3.97	3.96	1.01
c2	129	Tr200 (attuale)	33.00	29.23	31.54	31.90	32.56	0.018975	4.48	7.37	5.87	1.24
c2	128	Tr200 (progetto)	12.50	28.38	30.01	29.71	30.30	0.006377	2.41	5.18	4.29	0.70
c2	128	Tr200 (attuale)	33.00	28.38	30.82	30.90	31.25	0.008207	3.03	12.83	21.69	0.85
c2	127	Tr200 (progetto)	12.50	27.89	29.86	29.46	30.12	0.005421	2.27	5.51	4.41	0.65
c2	127	Tr200 (attuale)	33.00	27.89	30.73	30.49	30.79	0.002005	1.25	31.38	56.13	0.43
c2	126	Tr200 (progetto)	12.50	27.37	29.27	28.98	29.57	0.006320	2.40	5.24	5.57	0.70
c2	126	Tr200 (attuale)	33.00	27.37	30.03	29.89	30.45	0.006172	3.06	12.10	9.78	0.76
c2	125	Tr200 (progetto)	12.50	27.27	29.14	28.81	29.42	0.006095	2.35	5.31	4.50	0.69
c2	125	Tr200 (attuale)	33.00	27.27	29.98	29.72	30.30	0.004325	2.68	13.98	10.72	0.64
c2	124	Tr200 (progetto)	12.50	27.18	28.65	28.62	29.12	0.011820	3.04	4.11	4.05	0.96
c2	124	Tr200 (attuale)	33.00	27.18	29.88	29.65	30.16	0.003408	2.54	15.70	14.33	0.57
c2	123.5	Tr200 (progetto)	12.50	27.23	28.91	28.03	28.99	0.001340	1.27	9.85	6.00	0.32
c2	123.5	Tr200 (attuale)	33.00	27.23	29.91	28.72	30.13	0.002467	2.08	15.87	6.01	0.41
c2	123		Bridge									
c2	122.5	Tr200 (progetto)	12.50	27.23	28.89	28.03	28.98	0.001366	1.28	9.78	6.01	0.32
c2	122.5	Tr200 (attuale)	33.00	27.23	29.66	28.72	29.92	0.003247	2.30	14.36	6.01	0.47
c2	122	Tr200 (progetto)	12.50	27.04	28.42	28.42	28.89	0.012093	3.02	4.14	4.45	1.00
c2	122	Tr200 (attuale)	33.00	27.04	29.25	29.25	29.80	0.011175	3.30	10.01	9.09	1.00
c2	121	Tr200 (progetto)	12.50	25.87	27.07	27.45	28.23	0.040698	4.79	2.61	3.39	1.74
c2	121	Tr200 (attuale)	33.00	25.87	27.98	28.54	29.28	0.024611	5.04	6.55	5.21	1.43
c2	120	Tr200 (progetto)	23.00	24.65	26.90	26.50	27.25	0.005273	2.59	8.87	6.05	0.68
c2	120	Tr200 (attuale)	39.00	24.65	27.13	27.08	27.86	0.010127	3.79	10.33	7.74	0.96
c2	119	Tr200 (progetto)	23.00	24.18	26.13	26.13	26.69	0.011035	3.32	6.92	6.20	1.00
c2	119	Tr200 (attuale)	39.00	24.18	26.83	26.83	27.23	0.005562	2.94	15.52	19.08	0.75
c2	118	Tr200 (progetto)	23.00	23.34	25.07	25.15	25.80	0.014452	3.80	6.05	4.93	1.09
c2	118	Tr200 (attuale)	39.00	23.34	25.60	25.74	26.58	0.014840	4.39	8.89	5.78	1.13
c2	117	Tr200 (progetto)	23.00	21.57	23.82	23.39	24.17	0.005275	2.62	8.78	5.64	0.67
c2	117	Tr200 (attuale)	39.00	21.57	24.26	23.98	24.86	0.007611	3.43	11.37	6.26	0.81

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
c2	116	Tr200 (progetto)	23.00	21.04	23.64	23.07	23.88	0.003655	2.20	10.45	7.17	0.58
c2	116	Tr200 (attuale)	39.00	21.04	23.93	23.62	24.41	0.006350	3.09	12.63	7.89	0.78
c2	115	Tr200 (progetto)	33.00	20.05	22.09	21.99	22.56	0.007767	3.06	10.79	9.15	0.90
c2	115	Tr200 (attuale)	50.00	20.05	22.55	22.55	22.88	0.006270	2.68	21.47	30.36	0.81
c2	114	Tr200 (progetto)	33.00	18.53	20.62	20.22	20.90	0.004321	2.34	14.07	11.62	0.68
c2	114	Tr200 (attuale)	50.00	18.53	21.32	20.66	21.39	0.001175	1.15	42.24	37.32	0.36
c2	113.5	Tr200 (progetto)	33.00	17.93	20.14	19.29	20.37	0.002699	2.13	15.50	7.27	0.47
c2	113.5	Tr200 (attuale)	50.00	17.93	20.80	19.69	21.11	0.002930	2.47	20.28	7.27	0.47
c2	113		Bridge									
c2	112.5	Tr200 (progetto)	33.00	17.93	19.87	19.29	20.17	0.002147	2.44	13.52	7.27	0.57
c2	112.5	Tr200 (attuale)	50.00	17.93	19.69	19.69	20.54	0.006555	4.08	12.25	7.27	1.00
c2	112	Tr200 (progetto)	33.00	17.27	19.19	19.14	19.75	0.004905	3.33	9.91	8.05	0.96
c2	112	Tr200 (attuale)	50.00	17.27	19.47	19.47	19.80	0.003127	2.94	24.75	35.07	0.78
c2	111	Tr200 (progetto)	33.00	16.46	18.35	18.35	18.95	0.005362	3.43	9.61	7.96	1.00
c2	111	Tr200 (attuale)	50.00	16.46	18.63	18.65	18.86	0.002668	2.62	33.11	69.31	0.72
c2	109	Tr200 (progetto)	33.00	15.48	17.44	17.65	18.32	0.009874	4.15	7.95	7.09	1.25
c2	109	Tr200 (attuale)	50.00	15.48	18.04	18.04	18.10	0.000607	1.22	50.12	44.75	0.33
c2	108	Tr200 (progetto)	33.00	14.61	17.32	16.51	17.37	0.000496	1.14	40.51	56.97	0.31
c2	108	Tr200 (attuale)	50.00	14.61	17.76	17.05	17.80	0.000312	1.09	65.51	56.97	0.26
c2	107	Tr200 (progetto)	36.00	14.23	16.91	16.26	17.05	0.001005	1.75	29.49	57.03	0.45
c2	107	Tr200 (attuale)	59.00	14.23	17.65	16.92	17.68	0.000218	1.05	88.23	67.60	0.22
c2	106.5	Tr200 (progetto)	36.00	13.63	16.78	15.77	16.88	0.000862	1.68	27.36	12.00	0.30
c2	106.5	Tr200 (attuale)	59.00	13.63	17.43	16.00	17.60	0.001100	2.16	35.19	12.00	0.36
c2	106		Bridge									
c2	105.5	Tr200 (progetto)	36.00	13.58	15.65	15.65	16.67	0.009563	4.46	8.06	3.95	1.00
c2	105.5	Tr200 (attuale)	59.00	13.58	16.00	16.00	16.66	0.007327	4.11	18.31	12.00	0.85
c2	105.3	Tr200 (progetto)	36.00	12.90	14.52	14.79	15.51	0.009925	4.43	8.13	7.43	1.35
c2	105.3	Tr200 (attuale)	59.00	12.90	15.57	15.24	15.74	0.001197	2.14	38.68	33.50	0.49
c2	105	Tr200 (progetto)	36.00	12.29	14.48	14.22	14.88	0.003159	2.79	12.88	10.12	0.79
c2	105	Tr200 (attuale)	59.00	12.29	15.29	14.76	15.53	0.001333	2.28	33.91	37.10	0.53
c2	104.7	Tr200 (progetto)	36.00	11.92	14.55	13.78	14.74	0.001324	1.97	18.23	12.53	0.52
c2	104.7	Tr200 (attuale)	59.00	11.92	15.38	14.35	15.44	0.000669	1.10	53.54	56.95	0.36
c2	104.5	Tr200 (progetto)	36.00	12.00	14.45	13.86	14.69	0.001810	2.17	16.61	12.61	0.60
c2	104.5	Tr200 (attuale)	59.00	12.00	15.14	14.43	15.39	0.001420	2.19	26.99	17.00	0.55
c2	104.3	Tr200 (progetto)	36.00	12.00	14.39	13.86	14.65	0.002059	2.27	15.84	12.33	0.64
c2	104.3	Tr200 (attuale)	59.00	12.00	15.18	14.44	15.33	0.001593	1.67	35.27	38.22	0.56
c2	104	Tr200 (progetto)	36.00	11.74	14.19	13.81	14.46	0.002293	2.29	15.71	13.25	0.67
c2	104	Tr200 (attuale)	59.00	11.74	14.89	14.29	15.13	0.003139	2.14	27.52	34.09	0.76
c2	103	Tr200 (progetto)	36.00	11.23	14.17	12.93	14.30	0.000634	1.58	22.73	11.59	0.36
c2	103	Tr200 (attuale)	59.00	11.23	14.76	13.46	14.96	0.000821	1.96	30.51	23.48	0.42
c3	102	Tr200 (progetto)	42.00	11.08	14.18	12.72	14.28	0.000268	1.37	30.55	19.34	0.35
c3	102	Tr200 (attuale)	62.00	11.08	14.83	13.12	14.91	0.000278	1.24	49.84	38.53	0.35
c3	101.5	Tr200 (progetto)	42.00	10.97	13.86	12.96	14.22	0.000986	2.66	15.77	6.06	0.53
c3	101.5	Tr200 (attuale)	62.00	10.97	14.21	13.46	14.82	0.001536	3.47	17.88	6.06	0.64
c3	101		Bridge									
c3	100.5	Tr200 (progetto)	42.00	10.97	13.79	12.96	14.17	0.001053	2.73	15.39	6.07	0.55
c3	100.5	Tr200 (attuale)	62.00	10.97	13.99	13.46	14.70	0.001879	3.74	16.57	6.07	0.72
c3	100	Tr200 (progetto)	42.00	10.26	14.00	12.14	14.07	0.000164	1.18	35.68	19.06	0.27
c3	100	Tr200 (attuale)	62.00	10.26	14.40	12.56	14.50	0.000197	1.43	43.30	19.06	0.30

Appendice 2

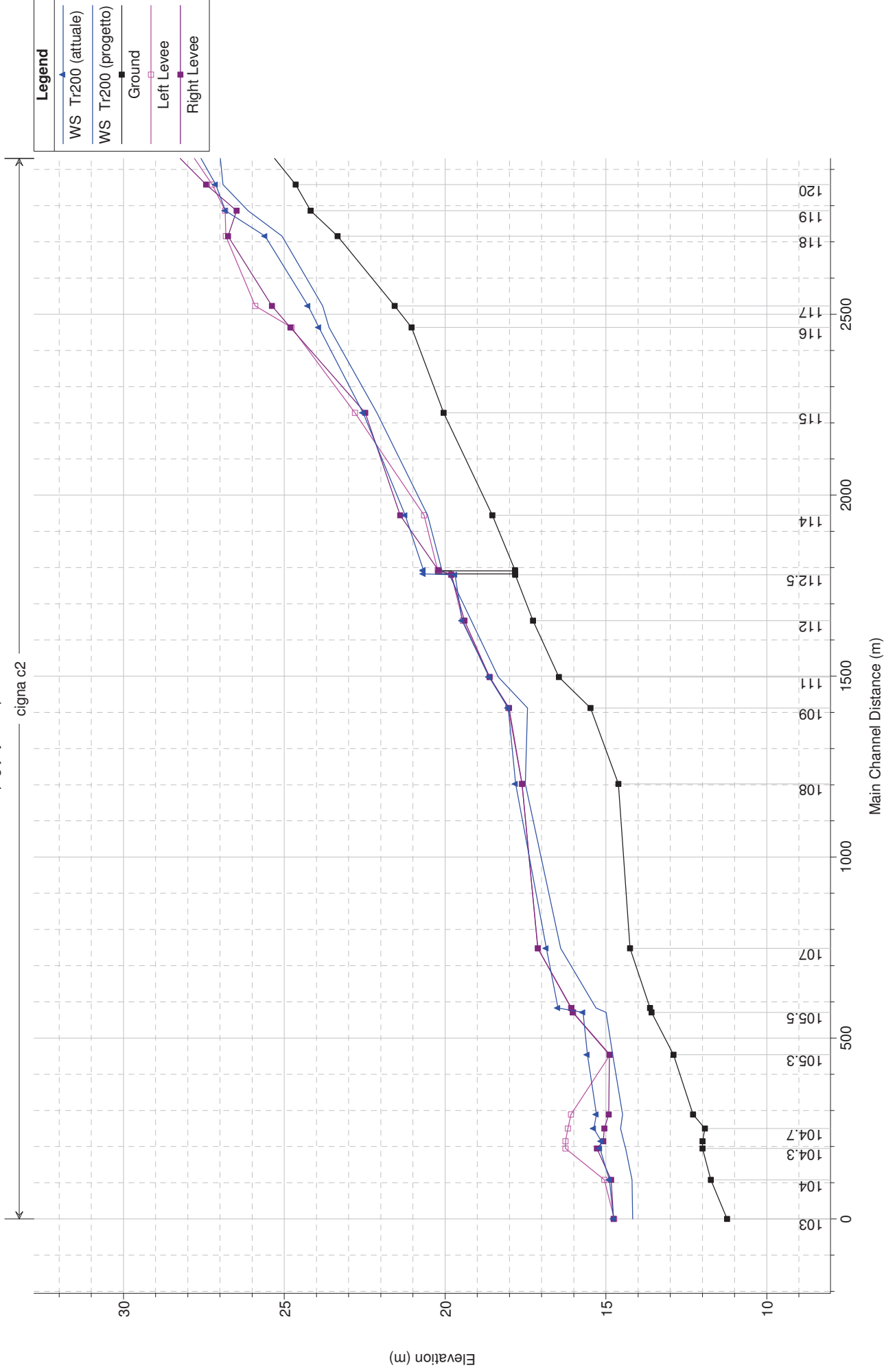
Stato di progetto (con il ponte rifatto di via condotti vecchi)
e con portate attuali (in assenza della cassa di Salviano) e di
progetto (in presenza della
cassa di salviano)

Flow Change Location					
	River	Reach	RS	Tr200 (progetto)	Tr200 (attuale)
1	cigna	c2	138	23	23
2	cigna	c2	134	33	33
3	cigna	c2	133	12.5	33
4	cigna	c2	132	12.5	33
5	cigna	c2	120	23	39
6	cigna	c2	115	33	50
7	cigna	c2	107	36	59
8	cigna	c3	102	42	62
9	cignolo	g1	302	1	1

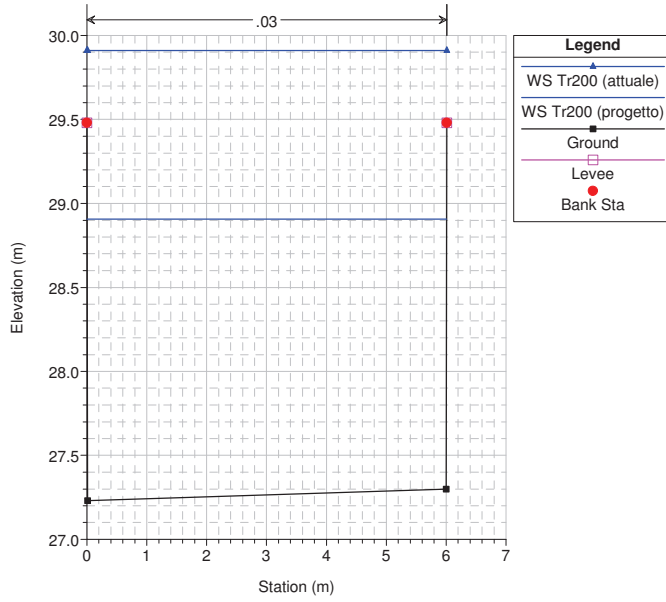


Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012

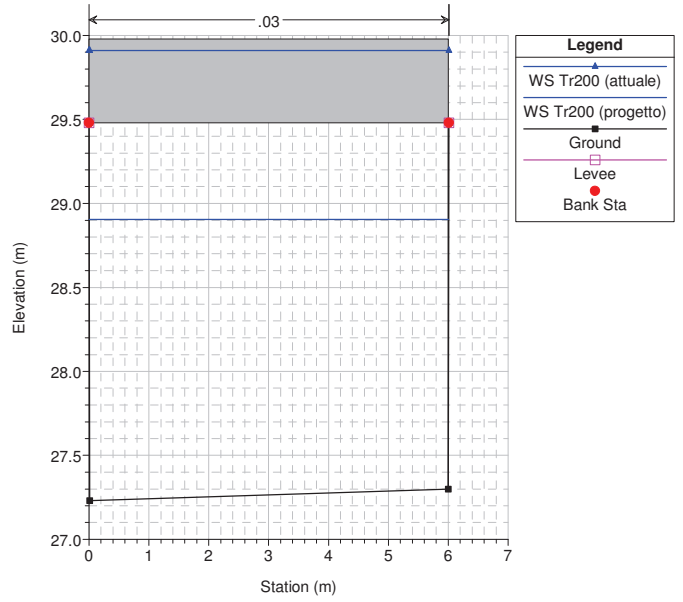
Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02



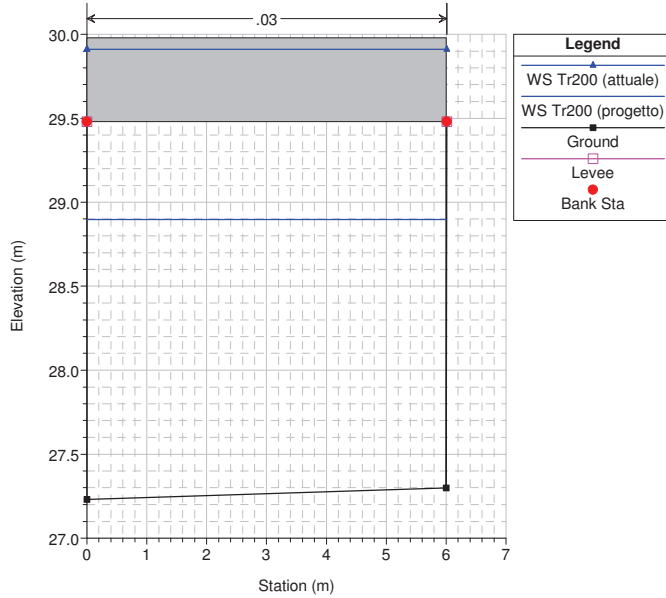
Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012
 Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02
 RS = 123.5



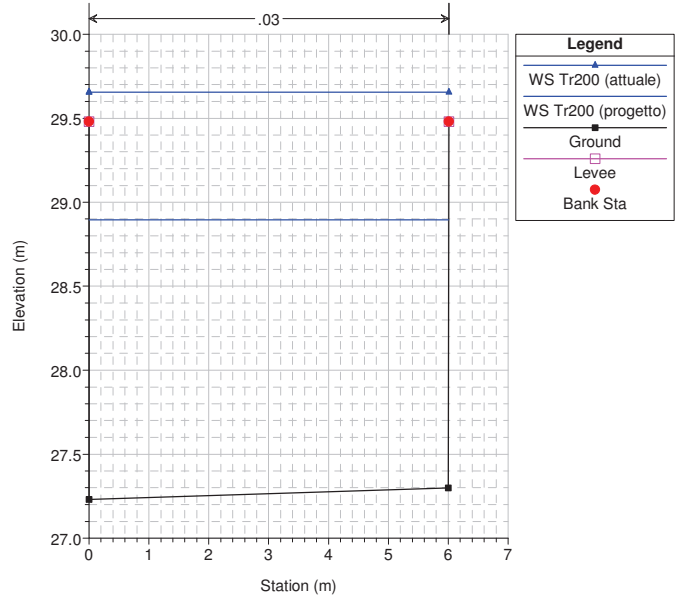
Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012
 Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02
 RS = 123 BR



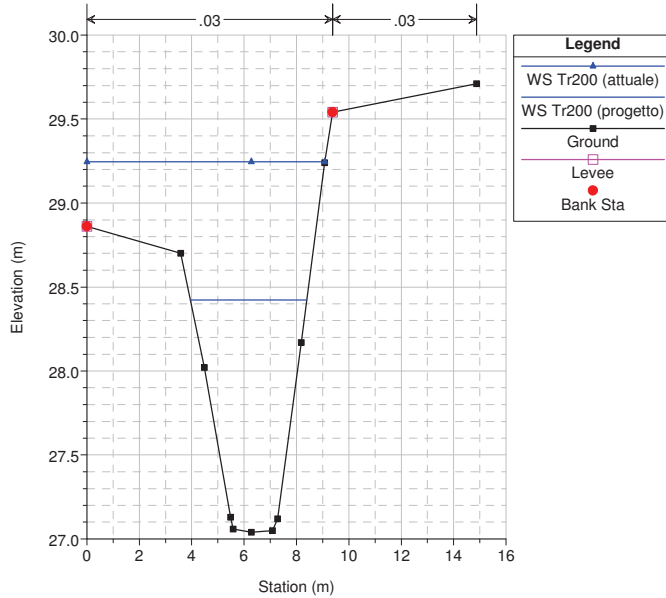
Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012
 Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02
 RS = 123 BR



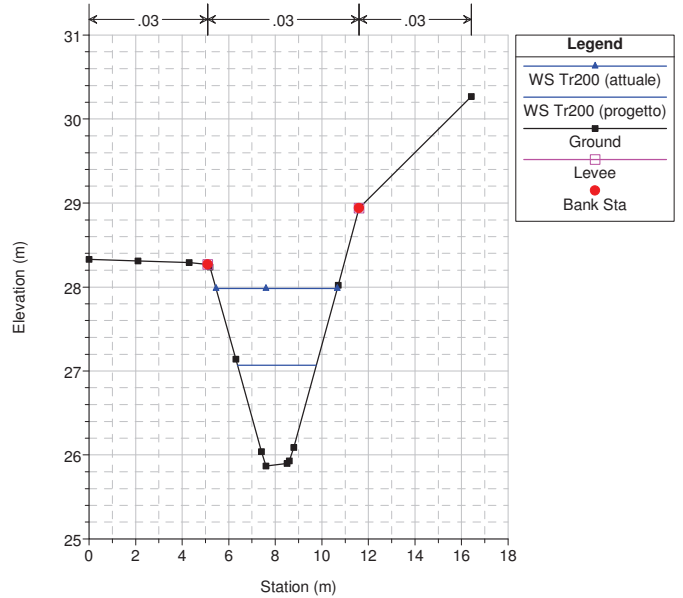
Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012
 Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02
 RS = 122.5

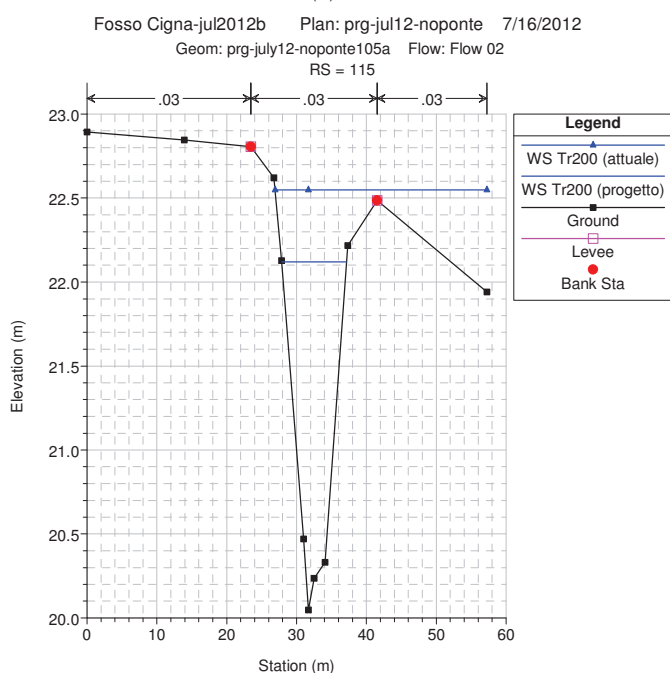
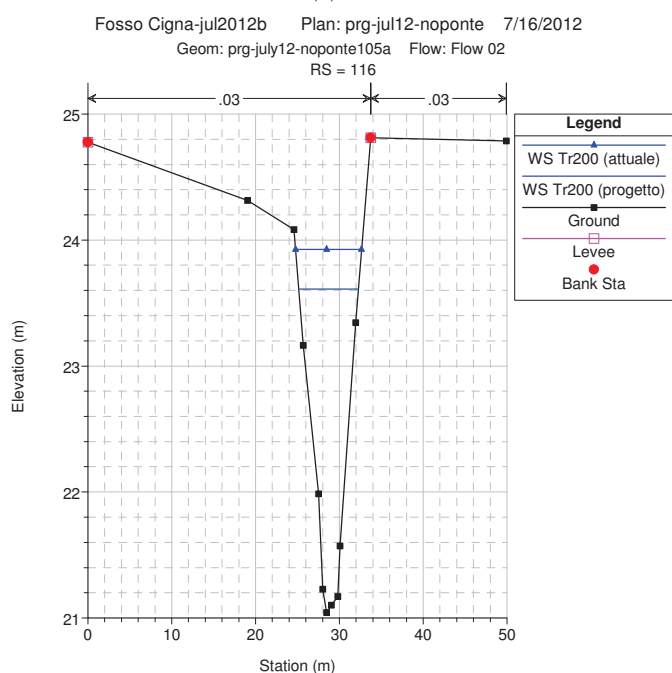
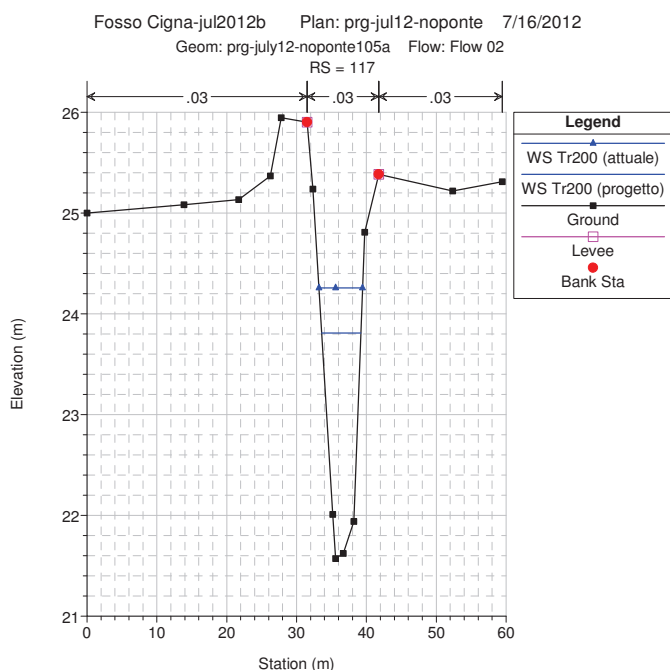
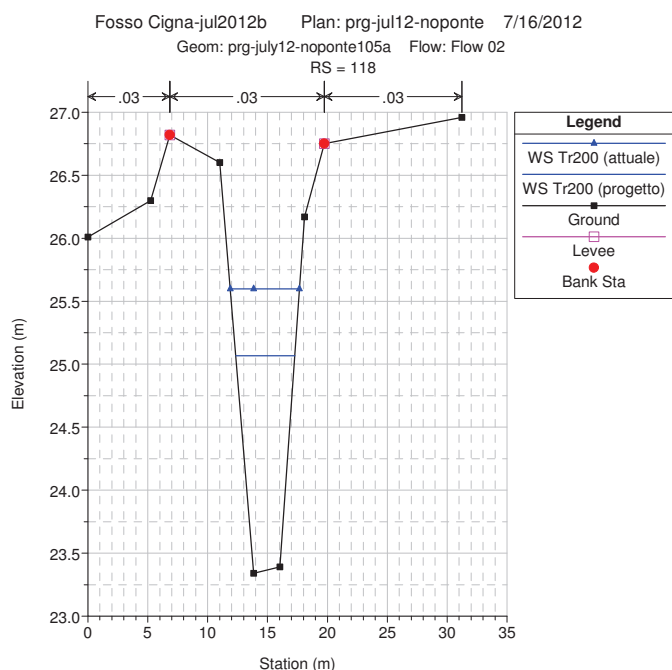
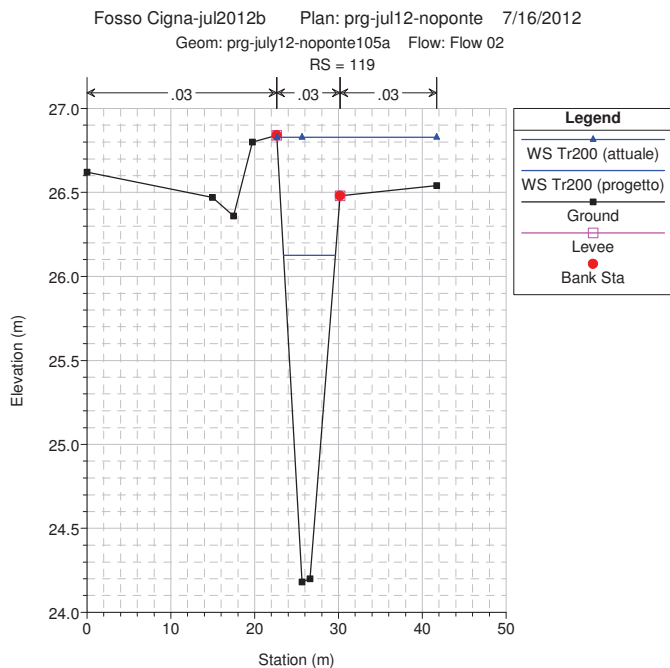
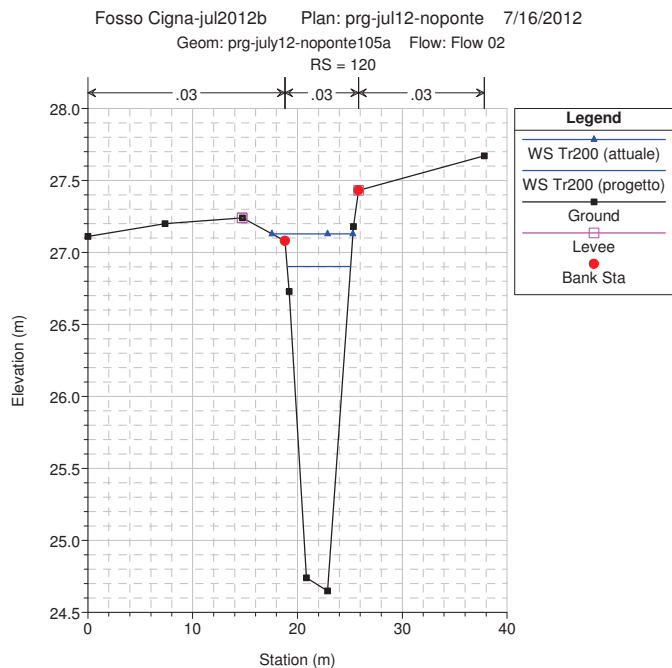


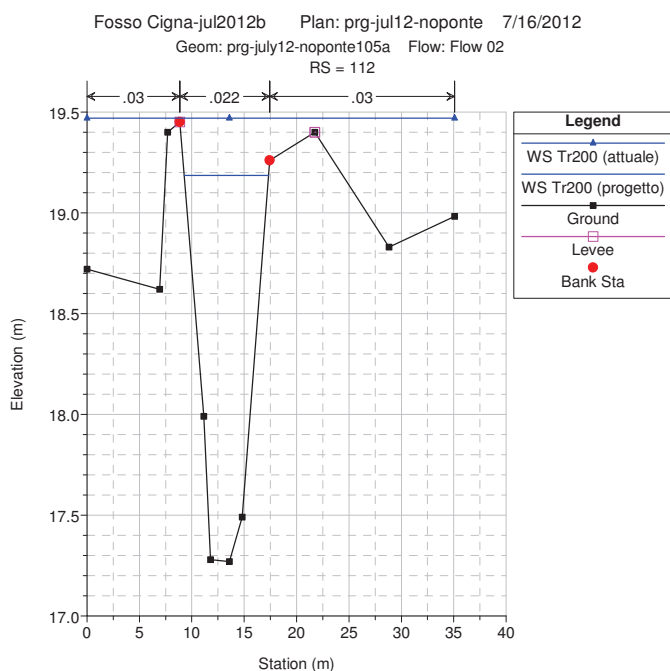
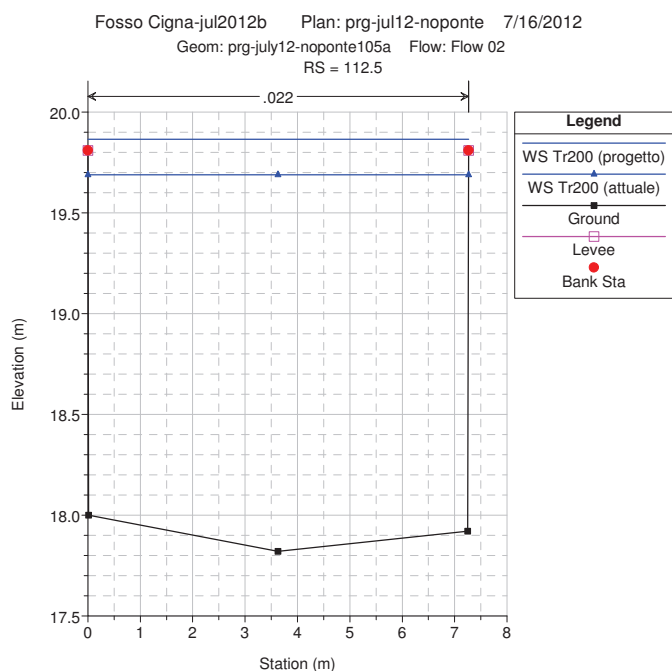
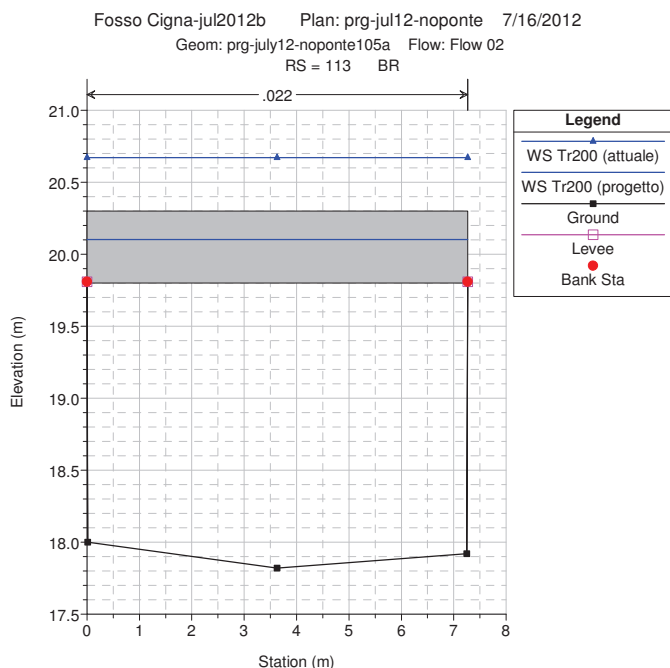
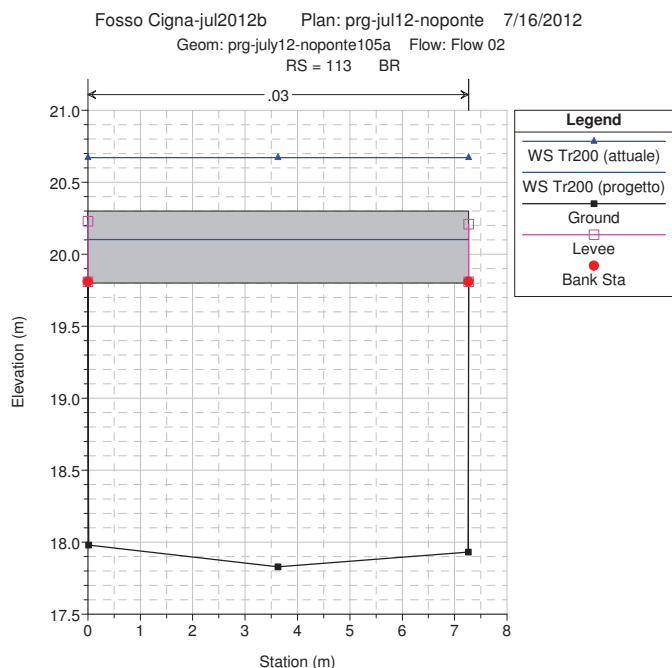
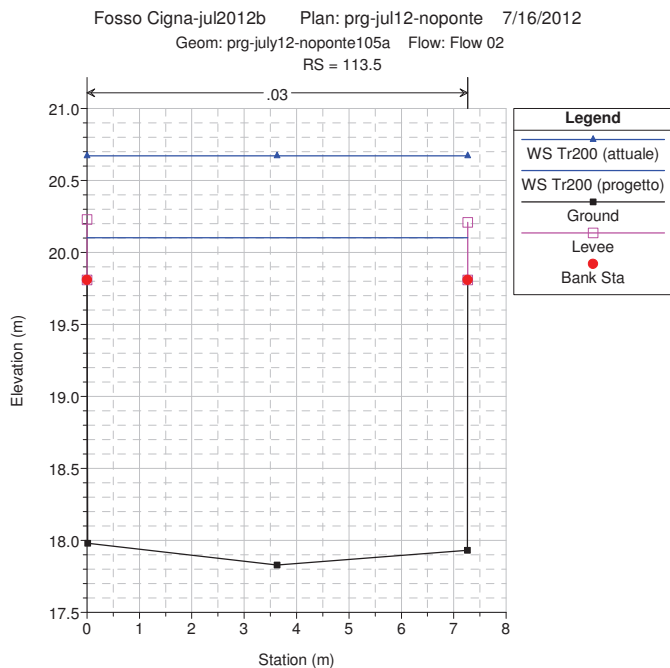
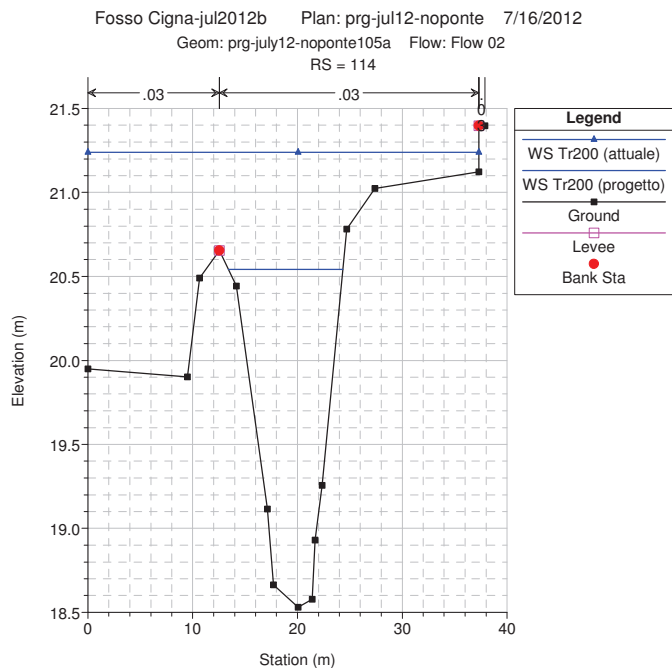
Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012
 Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02
 RS = 122

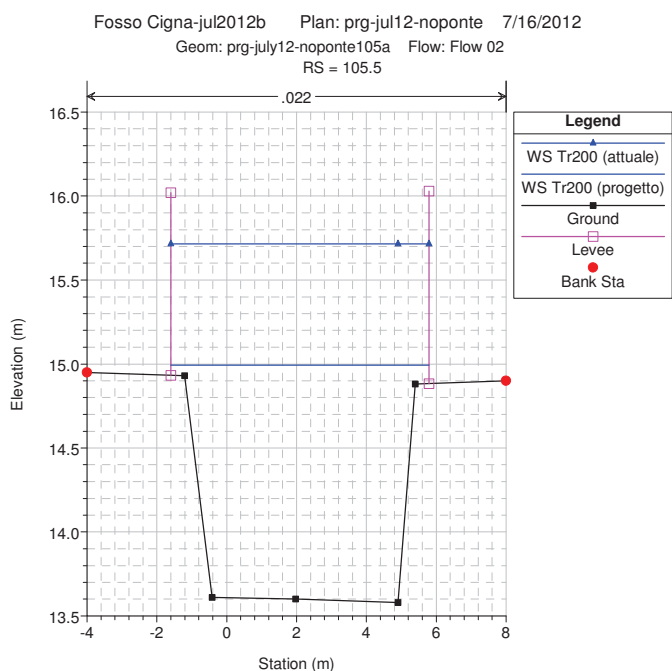
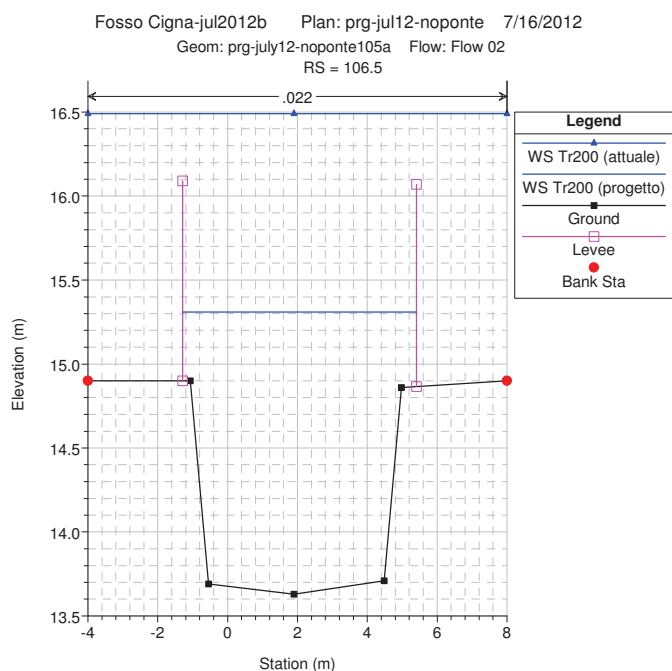
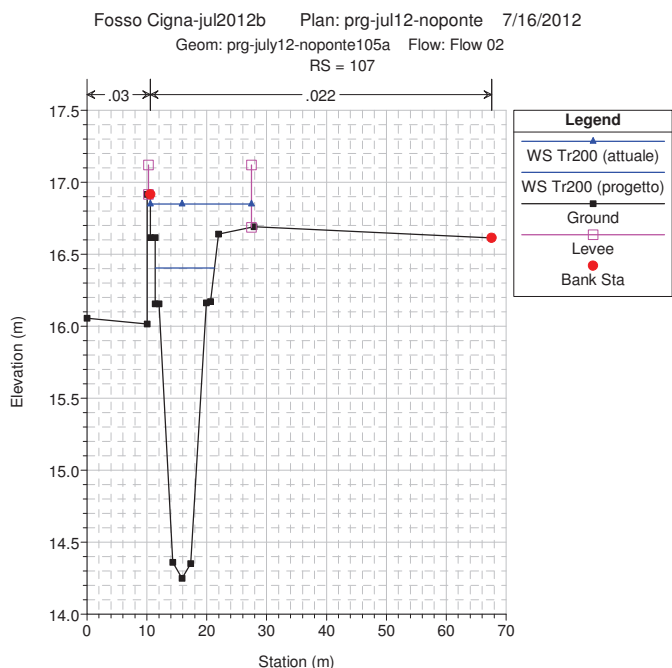
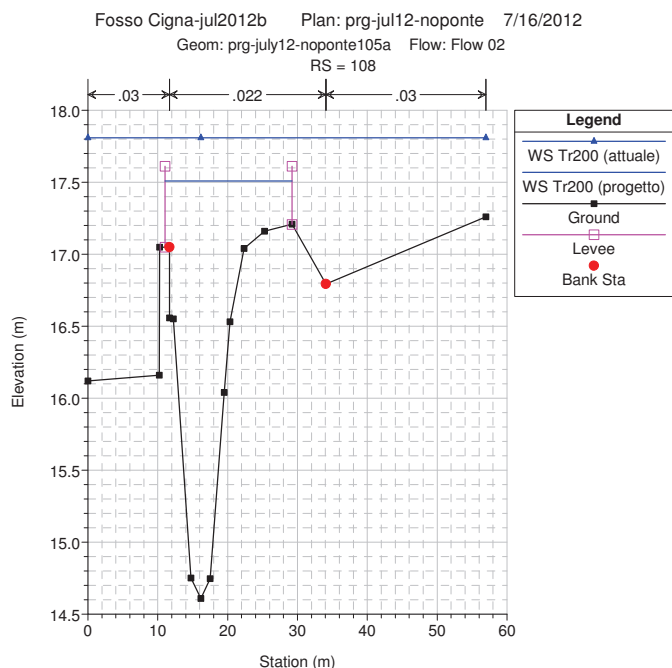
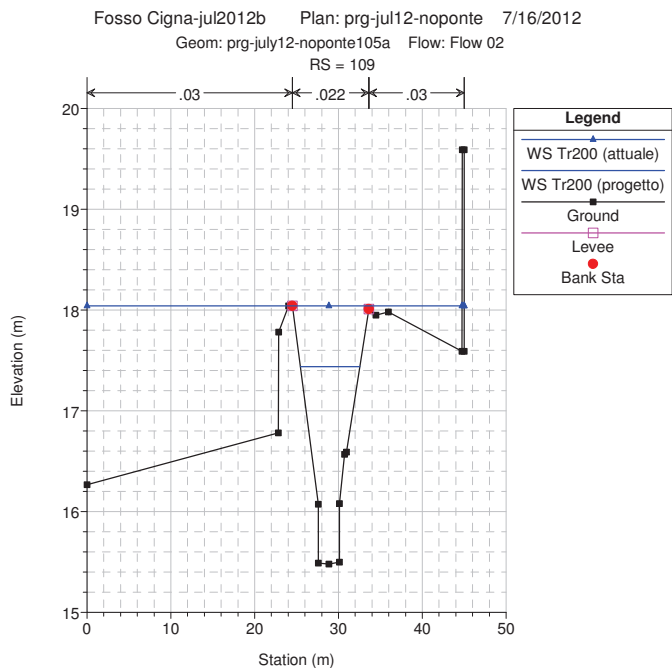
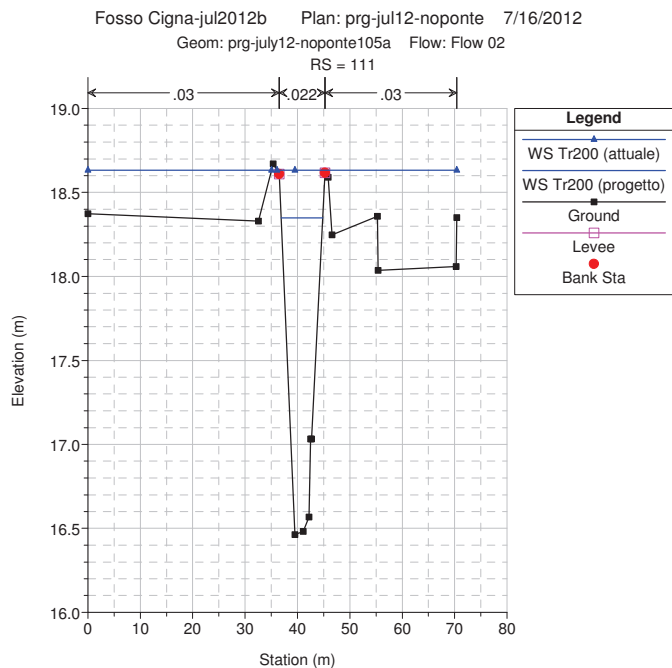


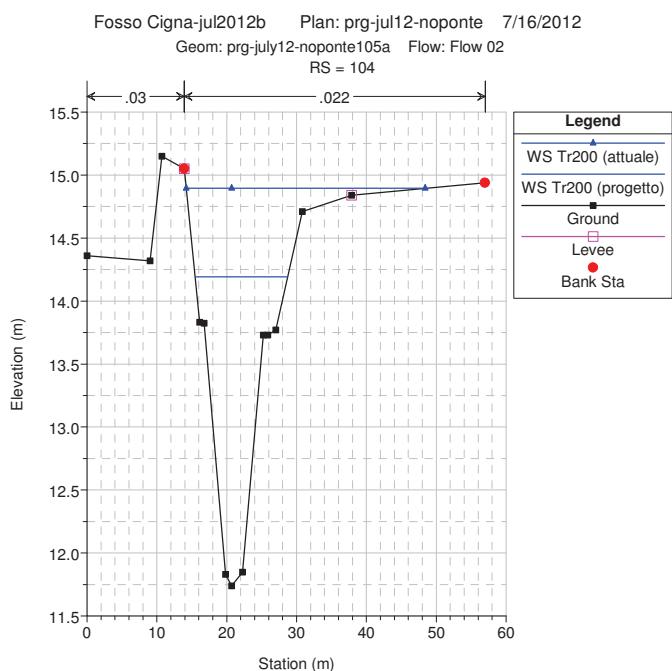
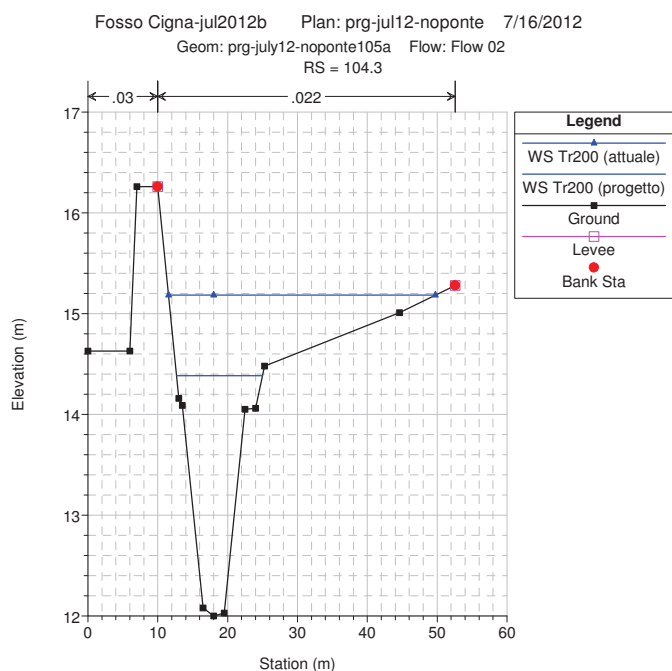
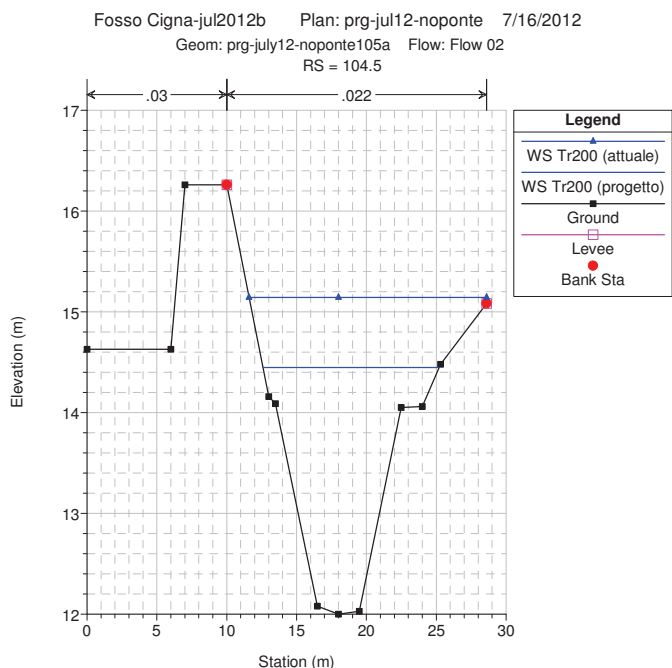
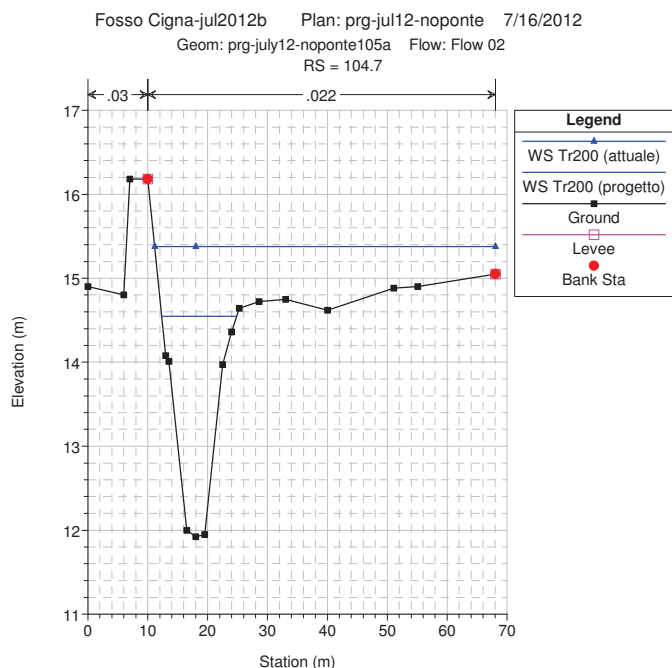
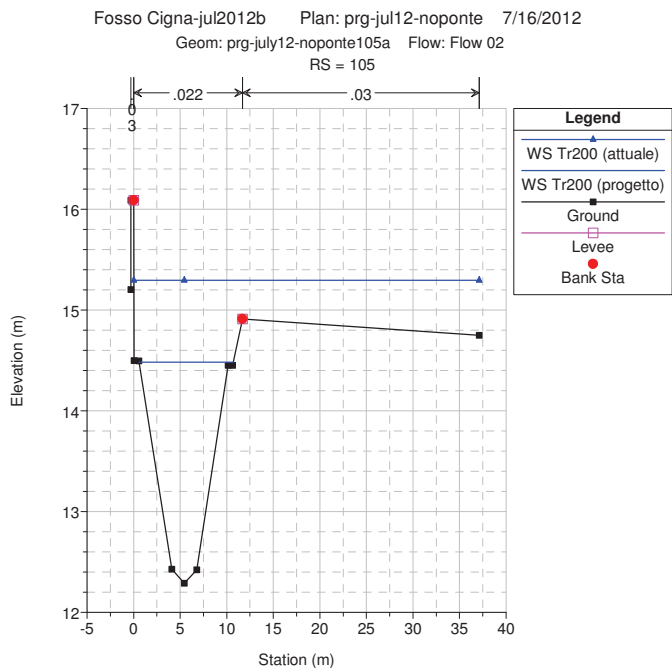
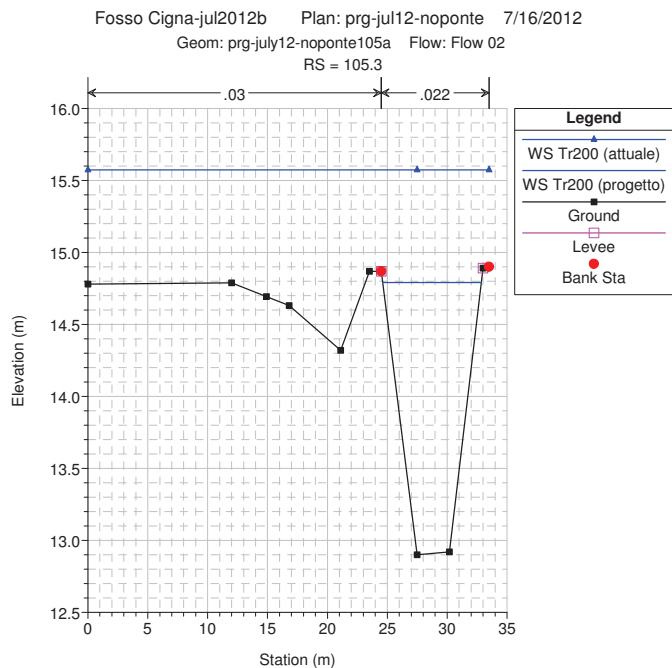
Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012
 Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02
 RS = 121

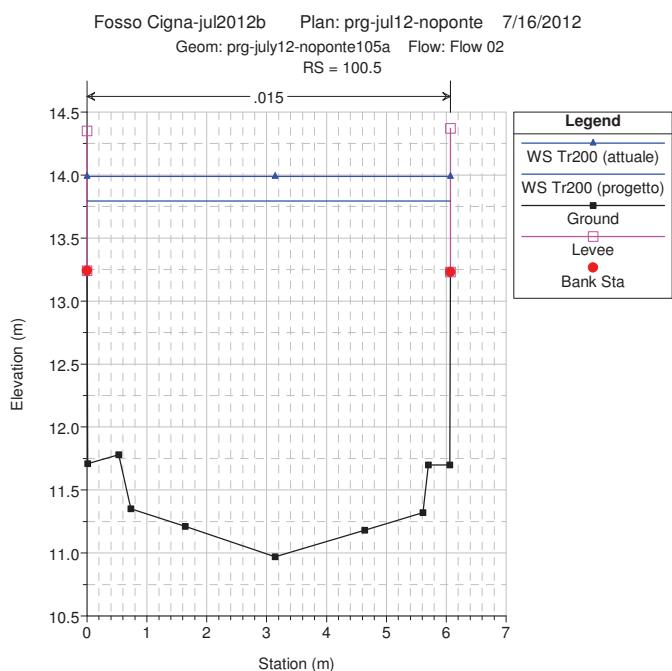
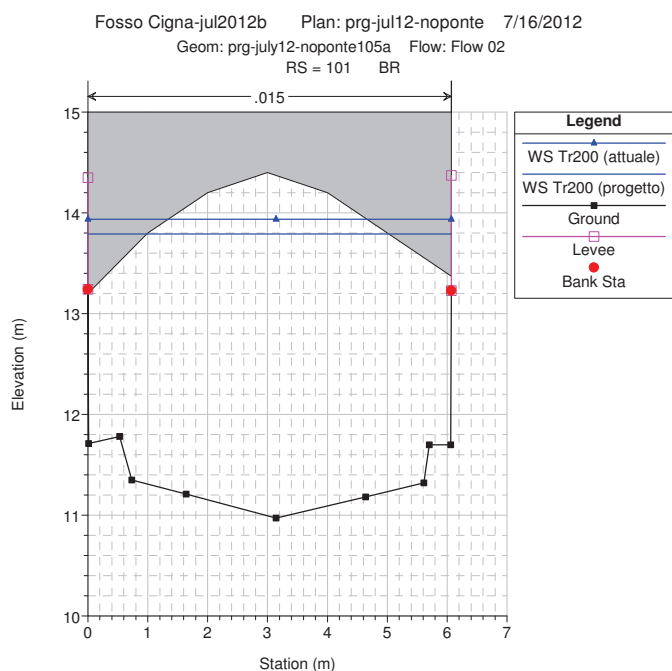
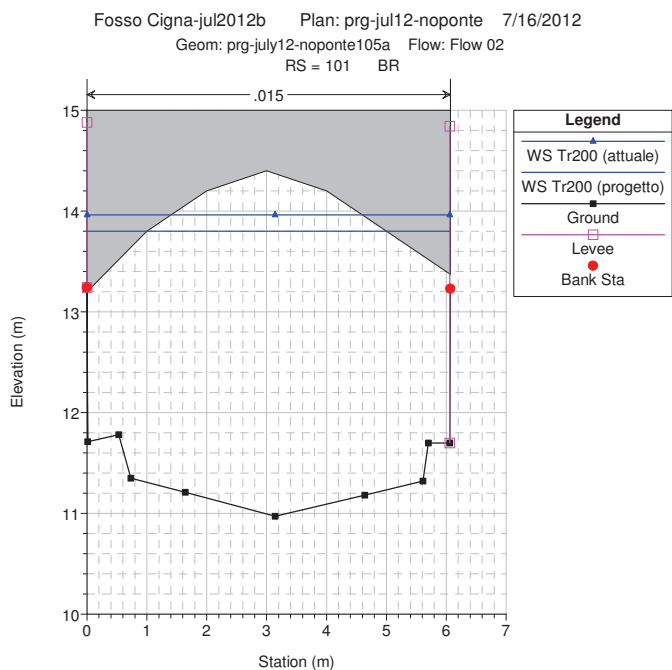
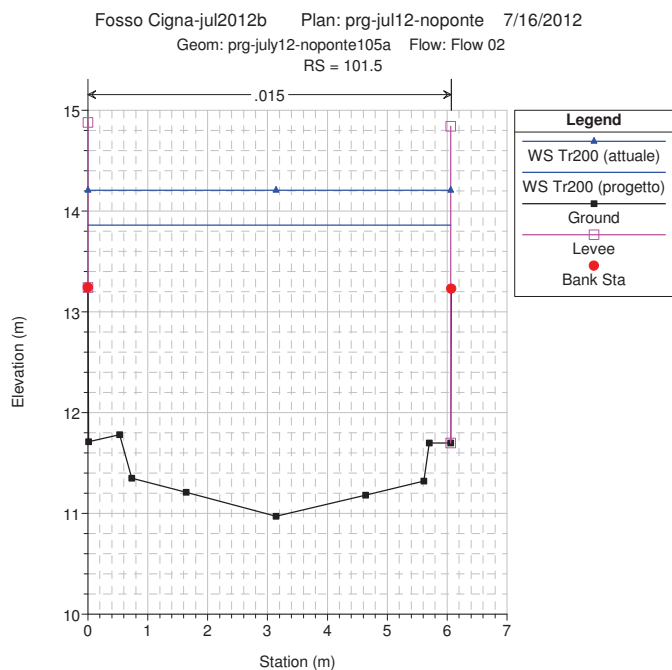
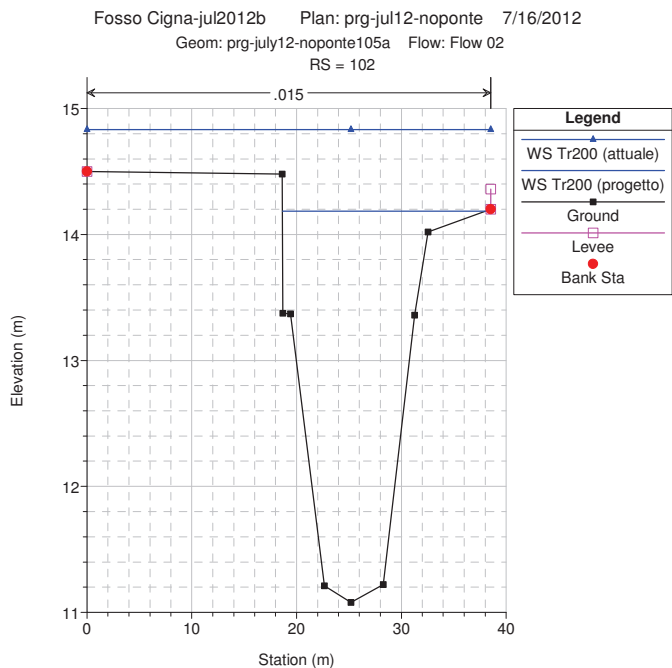
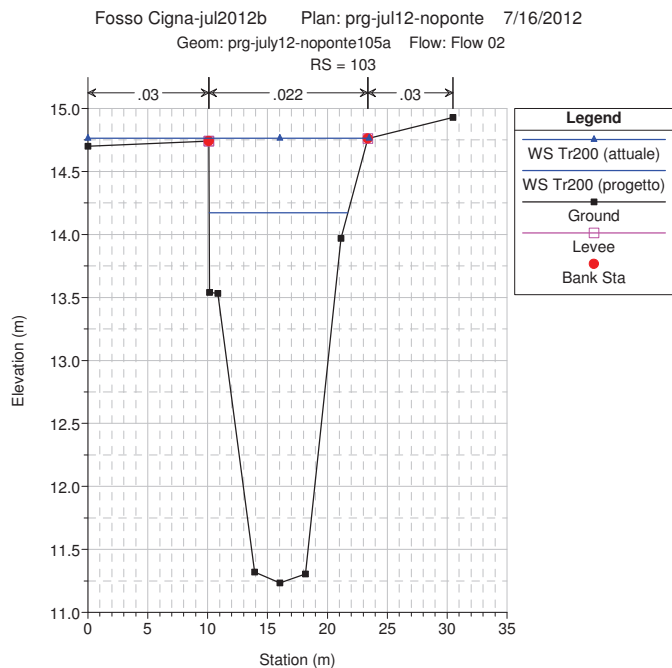








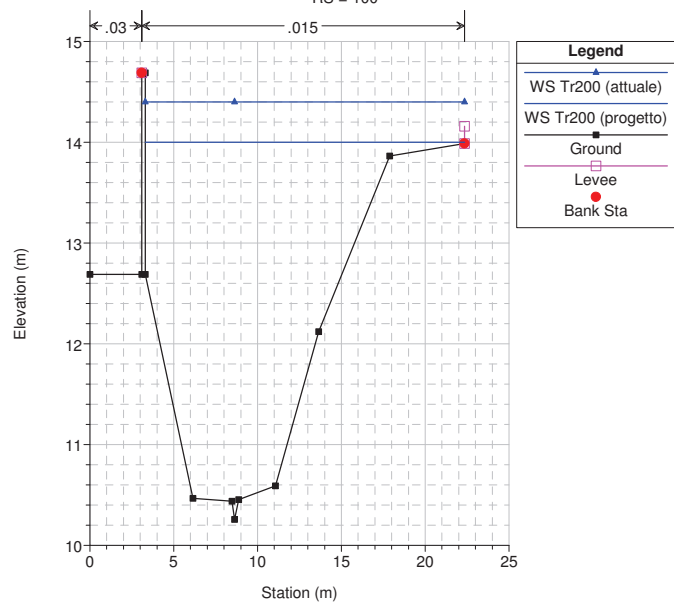




Fosso Cigna-jul2012b Plan: prg-jul12-noponte 7/16/2012

Geom: prg-july12-noponte105a Flow: Flow 02

RS = 100



HEC-RAS Plan: prg-july12-nopon

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
c2	138	Tr200 (progetto)	23.00	33.58	36.10	35.47	36.26	0.002471	1.84	13.64	15.14	0.49
c2	138	Tr200 (attuale)	23.00	33.58	36.10	35.47	36.26	0.002471	1.84	13.64	15.14	0.49
c2	137	Tr200 (progetto)	23.00	33.45	35.51	35.51	36.06	0.011112	3.28	7.00	6.33	1.00
c2	137	Tr200 (attuale)	23.00	33.45	35.51	35.51	36.06	0.011112	3.28	7.00	6.33	1.00
c2	136	Tr200 (progetto)	23.00	32.93	34.69	35.10	35.75	0.028631	4.56	5.04	5.70	1.55
c2	136	Tr200 (attuale)	23.00	32.93	34.69	35.10	35.75	0.028631	4.56	5.04	5.70	1.55
c2	135	Tr200 (progetto)	23.00	32.70	34.57	34.57	35.14	0.011471	3.36	6.85	5.91	1.00
c2	135	Tr200 (attuale)	23.00	32.70	34.57	34.57	35.14	0.011471	3.36	6.85	5.91	1.00
c2	134	Tr200 (progetto)	33.00	31.99	34.15	34.20	34.72	0.009569	3.36	10.06	11.83	0.97
c2	134	Tr200 (attuale)	33.00	31.99	34.15	34.20	34.72	0.009569	3.36	10.06	11.83	0.97
c2	133	Tr200 (progetto)	12.50	31.29	32.25	32.70	33.69	0.054007	5.31	2.35	3.30	2.01
c2	133	Tr200 (attuale)	33.00	31.29	33.75	33.86	34.13	0.006317	2.97	14.64	26.33	0.74
c2	132	Tr200 (progetto)	12.50	30.93	32.47	32.42	32.87	0.010465	2.80	4.47	4.93	0.94
c2	132	Tr200 (attuale)	33.00	30.93	33.75	33.26	33.85	0.002104	1.51	25.22	30.86	0.45
c2	131	Tr200 (progetto)	12.50	30.48	32.12	31.99	32.50	0.008869	2.72	4.60	4.28	0.84
c2	131	Tr200 (attuale)	33.00	30.48	33.78	32.97	33.80	0.000327	0.67	50.93	41.95	0.19
c2	130.5	Tr200 (progetto)	12.50	29.98	32.11	31.27	32.29	0.003091	1.84	6.79	3.54	0.42
c2	130.5	Tr200 (attuale)	33.00	29.98	33.26	32.26	33.73	0.007234	3.04	10.84	3.54	0.56
c2	130		Bridge									
c2	129.5	Tr200 (progetto)	12.50	29.98	31.37	31.27	31.83	0.011486	3.01	4.16	3.53	0.89
c2	129.5	Tr200 (attuale)	33.00	29.98	32.26	32.26	33.30	0.017849	4.52	7.31	3.54	1.00
c2	129	Tr200 (progetto)	12.50	29.23	30.83	30.83	31.33	0.013630	3.15	3.97	3.96	1.01
c2	129	Tr200 (attuale)	33.00	29.23	31.54	31.90	32.56	0.018975	4.48	7.37	5.87	1.24
c2	128	Tr200 (progetto)	12.50	28.38	30.01	29.71	30.30	0.006377	2.41	5.18	4.29	0.70
c2	128	Tr200 (attuale)	33.00	28.38	30.82	30.90	31.25	0.008208	3.03	12.83	21.69	0.85
c2	127	Tr200 (progetto)	12.50	27.89	29.86	29.46	30.12	0.005421	2.27	5.51	4.41	0.65
c2	127	Tr200 (attuale)	33.00	27.89	30.73	30.49	30.79	0.002005	1.25	31.38	56.13	0.43
c2	126	Tr200 (progetto)	12.50	27.37	29.27	28.98	29.57	0.006320	2.40	5.24	5.57	0.70
c2	126	Tr200 (attuale)	33.00	27.37	30.03	29.89	30.45	0.006172	3.06	12.10	9.78	0.76
c2	125	Tr200 (progetto)	12.50	27.27	29.14	28.81	29.42	0.006095	2.35	5.31	4.50	0.69
c2	125	Tr200 (attuale)	33.00	27.27	29.98	29.72	30.30	0.004325	2.68	13.98	10.72	0.64
c2	124	Tr200 (progetto)	12.50	27.18	28.65	28.62	29.12	0.011820	3.04	4.11	4.05	0.96
c2	124	Tr200 (attuale)	33.00	27.18	29.88	29.65	30.16	0.003408	2.54	15.70	14.33	0.57
c2	123.5	Tr200 (progetto)	12.50	27.23	28.91	28.02	28.99	0.001340	1.27	9.85	6.00	0.32
c2	123.5	Tr200 (attuale)	33.00	27.23	29.91	28.72	30.13	0.002467	2.08	15.87	6.01	0.41
c2	123		Bridge									
c2	122.5	Tr200 (progetto)	12.50	27.23	28.89	28.03	28.98	0.001366	1.28	9.78	6.01	0.32
c2	122.5	Tr200 (attuale)	33.00	27.23	29.66	28.72	29.92	0.003247	2.30	14.36	6.01	0.47
c2	122	Tr200 (progetto)	12.50	27.04	28.42	28.42	28.89	0.012093	3.02	4.14	4.45	1.00
c2	122	Tr200 (attuale)	33.00	27.04	29.25	29.25	29.80	0.011175	3.30	10.01	9.09	1.00
c2	121	Tr200 (progetto)	12.50	25.87	27.07	27.45	28.23	0.040698	4.79	2.61	3.39	1.74
c2	121	Tr200 (attuale)	33.00	25.87	27.98	28.54	29.28	0.024612	5.04	6.55	5.21	1.43
c2	120	Tr200 (progetto)	23.00	24.65	26.90	26.50	27.25	0.005273	2.59	8.87	6.05	0.68
c2	120	Tr200 (attuale)	39.00	24.65	27.13	27.08	27.86	0.010127	3.79	10.33	7.74	0.96
c2	119	Tr200 (progetto)	23.00	24.18	26.13	26.13	26.69	0.011035	3.32	6.92	6.20	1.00
c2	119	Tr200 (attuale)	39.00	24.18	26.83	26.83	27.23	0.005562	2.94	15.52	19.08	0.75
c2	118	Tr200 (progetto)	23.00	23.34	25.07	25.15	25.80	0.014452	3.80	6.05	4.93	1.09
c2	118	Tr200 (attuale)	39.00	23.34	25.60	25.74	26.58	0.014840	4.39	8.89	5.78	1.13
c2	117	Tr200 (progetto)	23.00	21.57	23.81	23.39	24.16	0.005398	2.64	8.71	5.62	0.68
c2	117	Tr200 (attuale)	39.00	21.57	24.26	23.98	24.86	0.007611	3.43	11.37	6.26	0.81

HEC-RAS Plan: prg-july12-nopon (Continued)

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
c2	116	Tr200 (progetto)	23.00	21.04	23.61	23.07	23.87	0.003817	2.24	10.28	7.11	0.59
c2	116	Tr200 (attuale)	39.00	21.04	23.93	23.62	24.41	0.006350	3.09	12.63	7.89	0.78
c2	115	Tr200 (progetto)	33.00	20.05	22.12	21.99	22.57	0.007209	2.97	11.10	9.27	0.87
c2	115	Tr200 (attuale)	50.00	20.05	22.55	22.55	22.88	0.006270	2.68	21.47	30.36	0.81
c2	114	Tr200 (progetto)	33.00	18.53	20.54	20.22	20.86	0.004916	2.49	13.23	10.93	0.72
c2	114	Tr200 (attuale)	50.00	18.53	21.24	20.66	21.32	0.001506	1.23	39.14	37.31	0.40
c2	113.5	Tr200 (progetto)	33.00	17.83	20.10	19.17	20.32	0.002458	2.06	16.04	7.27	0.44
c2	113.5	Tr200 (attuale)	50.00	17.83	20.67	19.58	20.98	0.003100	2.48	20.18	7.27	0.47
c2	113	Bridge										
c2	112.5	Tr200 (progetto)	33.00	17.82	19.87	19.17	20.14	0.001816	2.30	14.33	7.27	0.52
c2	112.5	Tr200 (attuale)	50.00	17.82	19.69	19.59	20.44	0.005451	3.83	13.05	7.27	0.91
c2	112	Tr200 (progetto)	33.00	17.27	19.19	19.14	19.75	0.004905	3.33	9.91	8.05	0.96
c2	112	Tr200 (attuale)	50.00	17.27	19.47	19.47	19.80	0.003095	2.92	24.85	35.07	0.78
c2	111	Tr200 (progetto)	33.00	16.46	18.35	18.35	18.95	0.005362	3.43	9.61	7.96	1.00
c2	111	Tr200 (attuale)	50.00	16.46	18.63	18.65	18.86	0.002618	2.60	33.38	69.42	0.71
c2	109	Tr200 (progetto)	33.00	15.48	17.44	17.65	18.32	0.009874	4.15	7.95	7.09	1.25
c2	109	Tr200 (attuale)	50.00	15.48	18.04	18.04	18.10	0.000607	1.22	50.12	44.75	0.33
c2	108	Tr200 (progetto)	33.00	14.61	17.51	16.51	17.62	0.000895	1.48	22.48	18.19	0.42
c2	108	Tr200 (attuale)	50.00	14.61	17.81	16.95	17.84	0.000310	0.93	67.41	56.97	0.25
c2	107	Tr200 (progetto)	36.00	14.25	16.41	16.24	16.84	0.003665	2.91	12.36	9.89	0.83
c2	107	Tr200 (attuale)	59.00	14.25	16.85	16.85	17.39	0.005404	3.24	18.18	16.91	1.00
c2	106.5	Tr200 (progetto)	36.00	13.63	15.31	15.31	16.03	0.006363	3.75	9.59	6.70	1.00
c2	106.5	Tr200 (attuale)	59.00	13.63	16.49	15.87	16.75	0.001941	2.27	25.99	12.00	0.49
c2	105.5	Tr200 (progetto)	36.00	13.58	14.99	15.19	15.92	0.009817	4.26	8.46	7.39	1.27
c2	105.5	Tr200 (attuale)	59.00	13.58	15.71	15.71	16.65	0.006289	4.28	13.78	7.39	1.00
c2	105.3	Tr200 (progetto)	36.00	12.90	14.79	14.79	15.41	0.005246	3.50	10.29	8.24	1.00
c2	105.3	Tr200 (attuale)	59.00	12.90	15.57	15.24	15.74	0.001197	2.14	38.68	33.50	0.49
c2	105	Tr200 (progetto)	36.00	12.29	14.48	14.22	14.88	0.003159	2.79	12.88	10.12	0.79
c2	105	Tr200 (attuale)	59.00	12.29	15.29	14.76	15.53	0.001332	2.28	33.92	37.10	0.53
c2	104.7	Tr200 (progetto)	36.00	11.92	14.55	13.78	14.74	0.001324	1.97	18.23	12.53	0.52
c2	104.7	Tr200 (attuale)	59.00	11.92	15.38	14.35	15.44	0.000669	1.10	53.55	56.95	0.36
c2	104.5	Tr200 (progetto)	36.00	12.00	14.45	13.86	14.69	0.001810	2.17	16.61	12.61	0.60
c2	104.5	Tr200 (attuale)	59.00	12.00	15.14	14.43	15.39	0.001420	2.19	27.00	17.01	0.55
c2	104.3	Tr200 (progetto)	36.00	12.00	14.39	13.86	14.65	0.002059	2.27	15.84	12.33	0.64
c2	104.3	Tr200 (attuale)	59.00	12.00	15.18	14.44	15.33	0.001592	1.67	35.28	38.23	0.56
c2	104	Tr200 (progetto)	36.00	11.74	14.19	13.81	14.46	0.002293	2.29	15.71	13.25	0.67
c2	104	Tr200 (attuale)	59.00	11.74	14.90	14.29	15.13	0.003143	2.14	27.53	34.17	0.76
c2	103	Tr200 (progetto)	36.00	11.23	14.17	12.93	14.30	0.000634	1.58	22.73	11.59	0.36
c2	103	Tr200 (attuale)	59.00	11.23	14.76	13.46	14.96	0.000821	1.96	30.52	23.49	0.42
c3	102	Tr200 (progetto)	42.00	11.08	14.18	12.72	14.28	0.000268	1.37	30.55	19.34	0.35
c3	102	Tr200 (attuale)	62.00	11.08	14.83	13.12	14.91	0.000279	1.24	49.85	38.53	0.35
c3	101.5	Tr200 (progetto)	42.00	10.97	13.86	12.96	14.22	0.000986	2.66	15.77	6.06	0.53
c3	101.5	Tr200 (attuale)	62.00	10.97	14.21	13.46	14.82	0.001536	3.47	17.88	6.06	0.64
c3	101	Bridge										
c3	100.5	Tr200 (progetto)	42.00	10.97	13.79	12.96	14.17	0.001053	2.73	15.39	6.07	0.55
c3	100.5	Tr200 (attuale)	62.00	10.97	13.99	13.46	14.70	0.001879	3.74	16.57	6.07	0.72
c3	100	Tr200 (progetto)	42.00	10.26	14.00	12.14	14.07	0.000164	1.18	35.68	19.06	0.27
c3	100	Tr200 (attuale)	62.00	10.26	14.40	12.56	14.50	0.000199	1.43	43.30	19.06	0.30