

Regione Piemonte

Città Metropolitana di Torino



Valli Chisone e Germanasca

## UNIONE MONTANA DEI COMUNI VALLI CHISONE E GERMANASCA

### **PIANO REGOLATORE GENERALE INTERCOMUNALE** *VARIANTE STRUTTURALE DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.* *redatta ai sensi della L.R. 1/2007*

### **PROGETTO DEFINITIVO**

### **SUB AREA: VAL GERMANASCA**



**COMUNE: PERRERO**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

COMMITTENTE

## RELAZIONE IDRAULICA

Elaborato	Scala	
<b>4.19</b>	-	<i>Elaborazione indagini idrauliche (maggio 2012)</i>
CODICE: 13009-C25-2		<i>Approvazioni: Progetto Preliminare con D.C. comunità Montana del Pinerolese n. 18 del 30/09/2013 Controdeduzioni al Progetto Preliminare con Deliberazione del Comune di Perrero D.C.C. n. 18 del 03/04/2019 Progetto Definitivo con D.C.C. n. .... del .... /..... /.....  Aggiornato al parere della seconda Conferenza di Pianificazione del 10 settembre 2019</i>
REVISIONE	DATA	<i>EDes Ingegneri Associati    Dott. Ing. Bartolomeo VISCONTI Dott. Ing. Luca GATTIGLIA</i>
0	Giugno 2013	 <i>Collaborazione: Dott. Geol. Sara CASTAGNA</i>
2	Ottobre 2019	
		<i>EDes Ingegneri Associati P.IVA 10759750010 Via Postumia 49, 10142 Torino Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902 www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu</i>

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

COMUNITA' MONTANA  
VALLI CHISONE, GERMANASCA, PELLICE,  
PINEROLESE PEDEMONTANO

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DA EFFETTUARSI AI  
SENSI DELL'ART. 18 COMMA 2 DELLA DELIBERAZIONE N. 1/99  
DELL'AUTORITA' DI BACINO PER I COMUNI INSERITI NELLE CLASSI  
DI RISCHIO R3 ED R4

**VAL GERMANASCA**

COMUNE DI PERRERO  
**RELAZIONE IDRAULICA**

Indice:

1	PREMESSA .....	2
2	METODOLOGIA DI STUDIO .....	2
3	STUDIO IDROLOGICO.....	3
3.1	DESCRIZIONE DEI BACINI IMBRIFERI DEL TERRITORIO COMUNALE SOGGETTI A STUDIO.....	3
3.2	DETERMINAZIONE DEI VALORI DI PORTATA IN CONDIZIONI DI MASSIMA PIENA E SINTESI DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE. ....	3
3.3	SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA .....	3
3.4	IL METODO RAZIONALE .....	4
3.5	TABELLE RIASSUNTIVE DEL METODO RAZIONALE PER I BACINI INDAGATI NEL PRESENTE STUDIO DI DETTAGLIO .....	5
3.6	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEI BACINI E VALORI DI PORTATA DI MASSIMA PIENA SULLA BASE DELLO STUDIO IDROLOGICO GENERALE. ....	8
4	STUDIO IDRAULICO .....	12
4.1	STUDIO IDRAULICO .....	12
4.2	VALUTAZIONE RELATIVE AL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE .....	13
4.3	CALCOLI DI VERIFICA.....	13
5	ANALISI DEI RISULTATI E INDICAZIONI DELLE MISURE DA ADOTTARE .....	20

## 1 PREMESSA

Il presente studio ha per oggetto la verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici in vigore con le condizioni di dissesto presenti o potenziali rilevate nella cartografia di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Legge 10 maggio 1989, n° 183, art. 17 comma 6 ter), relativamente alle aste dei Torrenti Germanasca e dei suoi tributari laterali nella porzione urbanizzata del territorio del Comune di Perrero.

Lo scopo dello studio è fornire all'Amministrazione un quadro delle condizioni di pericolosità idraulica ed idrogeologica delle aree limitrofe alle aste in esame, al fine di verificare e dove possibile definire in maggiore dettaglio le condizioni di criticità individuate nel PAI; infatti le cartografie allegate al citato Piano riportano una indicazione simbolica di pericolosità connessa con le aree oggetto di studio, senza definire in dettaglio, data la scala di restituzione del Piano stesso (1:25.000), una perimetrazione delle aree direttamente interessate dai fenomeni di dissesto. Inoltre il presente studio idraulico ha valenza di supporto tecnico agli studi geologici in fase di redazione a supporto della redazione del PRGC.

Al termine del presente studio viene pertanto fornita una cartografia in scala 1:10.000 con l'individuazione delle aree esondabili e dei punti critici dal punto di vista idraulico, redatta sulla base delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici e delle verifiche di dettaglio in sito.

## 2 METODOLOGIA DI STUDIO

Come più in dettaglio descritto nella relazione metodologica generale, lo studio è stato condotto secondo la seguente metodologia:

- A) Acquisizione dei rilievi topografici a terra: sono state rilevate o acquisite sezioni trasversali dei corsi d'acqua relativi alle situazioni di maggior criticità sotto il profilo idraulico connesse con le previsioni urbanistiche nell'area in esame; in particolare i rilievi hanno interessato l'asta del Torrente Germanasca ed i rii denominati P1-P5 che drenano il versante orografico sinistro della valle in corrispondenza dell'abitato di Perrero. L'ubicazione delle sezioni rilevate, è stata effettuata in modo da garantire l'acquisizione dei dati geometrici necessari alla modellizzazione idraulica dei fenomeni di piena; inoltre sono stati rilevati i principali manufatti di attraversamento esistenti lungo le aste esaminate.
- B) Studio idrologico dei torrenti e dell'asta dei corsi d'acqua in esame, al fine di determinare i valori delle portate al colmo, con riferimento ai valori corrispondenti a tempi di ritorno 100, 200 e 500 anni.
- C) Studio idraulico dei torrenti esteso ai tratti rilevati, realizzato mediante codice di HEC-RAS che consente il calcolo del profilo idraulico in moto permanente e la determinazione dei livelli idrometrici nelle diverse ipotesi di calcolo nelle situazioni di maggior pericolosità; verifiche idrauliche in moto uniforme dei manufatti di attraversamento nei casi di minor complessità. Lo studio idraulico effettuato viene sintetizzato nella carta dei nodi idraulici. Su tale carta sono stati individuati e censiti tutti gli attraversamenti. Per quelli cui viene dato parere positivo (pallino verde) e non vengono fornite verifiche numeriche di dettaglio si considera evidente la non interferenza con il corso d'acqua e si considera valida la sola valutazione qualitativa sulla compatibilità dell'opera. Vengono infine fornite valutazioni relative al trasporto solido.

- D) Individuazione delle aree a maggior pericolosità, sulla base dei risultati numerici delle verifiche effettuate, di considerazioni morfologiche e della valutazioni effettuate in seguito a verifiche di dettaglio in loco delle situazioni a maggior criticità; indicazioni delle misure da adottare al fine di rendere compatibili le previsioni degli strumenti urbanistici con lo stato dei dissesti presenti o potenziali, in relazione al loro grado di pericolosità, ai tempi necessari per gli interventi e agli oneri conseguenti.

### **3 STUDIO IDROLOGICO**

#### **3.1 DESCRIZIONE DEI BACINI IMBRIFERI DEL TERRITORIO COMUNALE SOGGETTI A STUDIO**

La vallata del Germanasca percorre il territorio comunale di Perrero che risulta pertanto essere un territorio di transizione tra le porzioni di testata e la bassa valle. I bacini intermedi risultano numerosi ma di limitata estensione e con scarso interesse in funzione delle interferenze con le previsioni urbanistiche; unico bacino di una certa rilevanza risulta il rio di Faetto (A20 e A21 nello studio idrologico) avente una superficie di 24.3 km<sup>2</sup>. alcuni rii di versante al contrario sebbene di estensioni relativamente più ridotte possono avere una notevole interferenza con le aree abitate.

#### **3.2 DETERMINAZIONE DEI VALORI DI PORTATA IN CONDIZIONI DI MASSIMA PIENA E SINTESI DELLE GRANDEZZE IDROLOGICHE.**

Le verifiche previste impongono la valutazione delle portate di massima piena per i rii e le sezioni di chiusura lungo l'asta principale ove queste sono effettuate.

Come illustrato in precedenza è stato realizzato un modello idrologico generale relativo all'intera Val Germanasca; inoltre nella presente relazione si è proceduto ad un'analisi di ulteriore dettaglio relativa ad alcuni sottobacini minori, per i quali lo studio generale non forniva il valore di portata per ragioni di scala di studio, analisi che ha consentito di caratterizzare da un punto di vista idrologico tutti i corsi d'acqua di interesse alla scala comunale.

In particolare, per il Comune di Perrero, in occasione dello studio idrologico generale i bacini n° A10, e dal n° A18 al n° A24 appartengono quasi totalmente al territorio comunale; pertanto nel seguito verranno riassunte le principali grandezze idrologiche calcolate in tale sede per i suddetti bacini, utilizzando sia il metodo razionale che il modello afflussi deflussi di scala generale. Come detto inoltre, data la necessità di effettuare ulteriori verifiche sui rii minori si dettaglieranno i valori di portata di massima piena per i rii definiti da P1 a P5, adottando per tali rii il solo metodo razionale.

#### **3.3 SCELTA DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA**

Con riferimento al Piano Stralcio, brevemente indicato come PS45, ai fini dell'individuazione dei parametri progettuali di assetto idrogeologico ed idraulico del bacino del Torrente Germanasca, sono state assunte le curve di possibilità climatica regionalizzate che sono state utilizzate sia per la determinazione dei valori di portata attraverso il metodo razionale, che per il metodo afflussi deflussi nella relazione idrologica generale.

Tali curve trovano giustificazione da indagini storiche regolarizzate relative a singole stazioni di misura, successivamente aggregate ai bacini pluviometrici omogenei (sottoprogetto SP1 "Piene e naturalità alvei fluviali") in considerazione delle caratteristiche morfologiche delle zone esaminate, in relazione alla determinazione dei parametri caratteristici della curva di possibilità climatica funzionale al calcolo del volume di piena.

La curva assume pertanto la forma seguente:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = rappresenta l'altezza di precipitazione espressa in mm

t = rappresenta la durata della precipitazione espressa in giorni

a ed n = rappresentano parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche.

Il bacino in oggetto ricade nell'area omogenea n 13 e che comprende l'intera Val Germanasca, la Val Chisone e l'alta Val Sangone.

In conclusione le curve segnalatrici di possibilità climatica sono state assunte come di seguito:

### Bacino 13

$$Tr = 100 \text{ anni} \quad h = 199.39 \cdot t^{0.424}$$

$$Tr = 200 \text{ anni} \quad h = 218.73 \cdot t^{0.422}$$

$$Tr = 500 \text{ anni} \quad h = 244.30 \cdot t^{0.419}$$

Ove "Tr" rappresenta il tempo di ritorno.

### 3.4 IL METODO RAZIONALE

Sulla base delle curve individuate, la determinazione della portata di progetto é stata condotta mediante l'adozione del modello cinematico o di corrivazione, per quanto attiene la trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena.

Come noto, il modello si basa sulle seguenti ipotesi di linearità del modello fisico:

- la formazione della piena risulta essenzialmente legata ad un fenomeno di trasferimento della massa liquida;
- ogni particella d'acqua presenta un movimento sulla superficie del bacino tributario invariabile nel tempo che risulta legato esclusivamente alla posizione assunta dalla particella medesima;
- ogni particella d'acqua nel proprio moto di trasferimento lungo il bacino non risulta influenzata dalla presenza di altre particelle;
- la portata si ottiene quale somma dei contributi elementari delle singole particelle precipitate che nello stesso istante si trovano nella sezione di chiusura considerata.

Tale assunzione deriva dalla analisi delle caratteristiche orografiche e morfologiche del bacino che presenta conformazioni tali da rendere trascurabili gli effetti di invaso mentre appaiono evidenti condizioni (pendenze, conformazioni degli alvei) simulabili con l'approccio cinematico.

Il modello assunto a base progettuale per la determinazione della portata di piena individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.

La determinazione di tale tempo caratteristico del bacino può essere effettuata, per bacini con caratteristiche analoghe a quelle in esame, mediante l'utilizzo della formulazione di Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{(H - h)}} \text{ (ore)}$$

dove.

S = rappresenta l'estensione del bacino in Km<sup>2</sup>, (in corrispondenza di ogni sezione di chiusura)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale in km, nel caso del sottobacino considerato

H = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, espresso in m s.l.m.

h = rappresenta la quota della sezione considerata

Sostituendo i valori sopra espressi si ottiene un tempo di corrivazione per ogni sottobacino oppure per ogni sezione di chiusura individuata. Nel caso in cui il tempo di corrivazione sia significativamente inferiore all'ora a causa delle dimensioni ridotte del bacino e della forte pendenza, la formula di Giandotti si ritiene che perda valenza fisica perlomeno per i bacini montani oggetto del presente studio, pertanto si adotta una ulteriore condizione per cui il tempo di corrivazione di 1 ora risulta il limite minimo per i bacini in oggetto.

Il calcolo della portata di piena deriva dalla seguente formulazione:  $Q_{\max} = \frac{1}{3,6} \cdot \left( \frac{C \cdot h \cdot S}{T_c} \right)$

dove:

C<sub>i</sub> = coefficiente di deflusso relativo all'area sottesa dalla sezione di chiusura analizzata.

h<sub>i</sub> = altezza di pioggia, relativa all'area omogenea considerata, per un tempo t = t<sub>c</sub>

S<sub>i</sub> = superficie del bacino in Km<sup>2</sup> relativa all'area considerata

### **3.5 TABELLE RIASSUNTIVE DEL METODO RAZIONALE PER I BACINI INDAGATI NEL PRESENTE STUDIO DI DETTAGLIO**

Facendo riferimento alla planimetria di dettaglio relativa al territorio comunale ove sono indicati i bacini perimetrati si ha:

### Rio P1

TR	a	n	h	i	
100	199.39	0.424	30.00	108.86	
200	218.73	0.422	33.21	120.49	
500	244.30	0.419	37.59	136.39	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	0.28		100	4.9	21.17
L=	0.80		200	5.4	23.43
S =	0.23		500	6.1	26.52
Hm=	1100				
h chiu=	900		C 0.7		
dH =	200				

### Rio P2

TR	a	n	h	i	
100	199.39	0.424	41.83	69.31	
200	218.73	0.422	46.23	76.60	
500	244.30	0.419	52.21	86.51	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	0.60		100	38.4	11.55
L=	3.41		200	42.4	12.77
S =	3.32		500	47.9	14.42
Hm=	1660				
h chiu=	1000		C 0.6		
dH =	660				

### Rio P3

TR	a	n	h	i	
100	199.39	0.424	33.84	92.43	
200	218.73	0.422	37.44	102.25	
500	244.30	0.419	42.34	115.64	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	0.37		100	16.18	17.97
L=	2.05		200	17.89	19.88
S =	0.90		500	20.24	22.49
Hm=	1650				
h chiu=	1100		C 0.7		
dH =	550				

### Rio P4

TR	a	n	h	i	
100	199.39	0.424	38.91	76.48	
200	218.73	0.422	43.01	84.55	
500	244.30	0.419	48.60	95.53	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	0.51		100	25.49	12.75
L =	2.93		200	28.18	14.09
S =	2.00		500	31.84	15.92
Hm =	1660		C 0.6		
h chiu =	1050				
dH =	610				

### Rio P5

TR	a	n	h	i	
100	199.39	0.424	38.78	76.82	
200	218.73	0.422	42.87	84.93	
500	244.30	0.419	48.44	95.96	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	0.50		100	25.61	12.80
L =	2.60		200	28.31	14.15
S =	2.00		500	31.99	15.99
Hm =	1340		C 0.6		
h chiu =	780				
dH =	560				

Dove

A ed n = coefficienti delle curve di possibilità climatica

h = precipitazione per tempo  $t=T_c$  e di intensità i

$T_c$  = tempo di corrivazione mediante l'utilizzo della formulazione di Giandotti:

S = rappresenta l'estensione del bacino in  $Km^2$  in corrispondenza di ogni sezione di chiusura

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale in km, nel caso del sottobacino considerato

$H_m$  = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, espresso in m s.l.m.

$h_{chiu}$  = rappresenta la quota della sezione considerata

C = coefficiente di deflusso valido per la sezione considerata

Q = valore di portata calcolato mediante il metodo razionale

q = Contributo specifico in  $m^3/km^2$

### 3.6 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEI BACINI E VALORI DI PORTATA DI MASSIMA PIENA SULLA BASE DELLO STUDIO IDROLOGICO GENERALE.

Nello studio idrologico generale erano già stati definiti i seguenti bacini per i quali si riportano i risultati cui si era giunti in tale sede in termini dei valori di massima piena, Si erano inoltre confrontati i risultati relativi al metodo razionale (applicato con le medesime modalità ricordate anche nel paragrafo precedente) con quelli relativi al metodo Afflussi deflussi Hec 1 per le cui indicazioni teoriche si rimanda alla relazione generale.

#### C8 Germanasca a valle confluenza Rodoretto

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				BACINO	
TR	a	n	h	i	
100	199.39	0.424	73.45	32.25	
200	218.73	0.422	81.03	35.58	
500	244.30	0.419	91.08	40.00	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	2.28		100	310.	4.48
L=	11.6		200	341.99	4.94
S =	69.2		500	384.41	5.56
Hm=	2044				
h chiu=	1270		C 0.5		
dH =	774				

#### C9 Germanasca a monte confluenza Massello

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				BACINO		C9
TR	a	n	h	i		A10+T10
100	199.39	0.424	72.83	32.63		
200	218.73	0.422	80.34	36.00		
500	244.30	0.419	90.32	40.47		
			PORTATE			
Caratteristiche bacino			TR	Q	q	
Tc =	2.23		100	354.85	4.53	
L=	16.1		200	391.48	5.00	
S =	78.3		500	440.07	5.62	
Hm=	1982					
h chiu=	870		C 0.5			
dH =	1112					

### C15 Massello a valle confluenza Salza

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				BACINO		C15 C13+C14
TR	a	n	h	i		
100	199.39	0.424	66.19	37.15		
200	218.73	0.422	73.07	41.00		
500	244.30	0.419	82.19	46.12		
Caratteristiche bacino			PORTATE			
			TR	Q	q	
Tc =	1.78		100	267.21	5.16	
L=	9.2		200	294.95	5.70	
S =	51.79		500	331.76	6.41	
Hm=	1952		C			0.5
h chiu=	1060					
dH =	892					

### C16 Massello a monte confluenza Germanasca

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				BACINO		C16 (T18+A18)
TR	a	n	h	i		
100	199.39	0.424	69.73	34.61		
200	218.73	0.422	76.95	38.19		
500	244.30	0.419	86.53	42.95		
Caratteristiche bacino			PORTATE			
			TR	Q	q	
Tc =	2.01		100	303.76	4.81	
L=	12.7		200	335.2	5.30	
S =	63.19		500	376.9	5.96	
Hm=	1865		C			0.5
h chiu=	870					
dH =	995					

### C17 Germanasca a valle confluenza Massello

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA					BACINO	C17 (C16+C9)
TR	a	n	h	i		
100	199.39	0.424	79.62	28.91		
200	218.73	0.422	87.79	31.88		
500	244.30	0.419	98.63	35.81		
Caratteristiche bacino			PORTATE			
Tc =	2.75		TR	Q	q	
L=	16.1		100	568.09	4.02	
S =	141.49		200	626.42	4.43	
Hm=	1930		500	703.77	4.97	
h chiu=	870		C		0.5	
dH =	1060					

### C18 Germanasca a monte confluenza Faetto

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA					BACINO	C18 (T19+A19)
TR	a	n	h	i		
100	199.39	0.424	80.38	28.54		
200	218.73	0.422	88.63	31.47		
500	244.30	0.419	99.57	35.35		
Caratteristiche bacino			PORTATE			
Tc =	2.82		TR	Q	q	
L=	18.6		100	571.09	3.96	
S =	144.09		200	629.69	4.37	
Hm=	1915		500	707.4	4.91	
h chiu=	780		C		0.5	
dH =	1135					

### C19 Rio di Faetto

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA					BACINO	C19 (T21+A21)
TR	a	n	h	i		
100	199.39	0.424	57.99	44.46		
200	218.73	0.422	64.06	49.11		
500	244.30	0.419	72.12	55.29		
Caratteristiche bacino			PORTATE			
Tc =	1.30		TR	Q	q	
L=	8.8		100	150.05	6.17	
S =	24.3		200	165.75	6.82	
Hm=	1775		500	186.59	7.68	
h chiu=	780		C		0.5	
dH =	995					

**C20 Germanasca a valle confluenza Faetto**

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA				BACINO (C18+C19)	
TR	a	n	h	C20	
				i	
100	199.39	0.424	82.41	27.58	
200	218.73	0.422	90.86	30.41	
500	244.30	0.419	102.06	34.16	
			PORTATE		
Caratteristiche bacino			TR	Q	q
Tc =	2.99		100	645.11	3.83
L=	18.6		200	711.22	4.22
S =	168.39		500	798.86	4.74
Hm=	1894				
h chiu=	780				
dH =	1114				
			C	0.5	

Una sintesi dei risultati relativi al modello idrologico generale per il modello afflussi deflussi fornisce i seguenti dati di portata per il territorio comunale di Perrero

Principali sigle di riferimento della sezione di chiusura. Posizione geografica e tratto di validità dei valori calcolati	Valore di portata (m <sup>3</sup> /s) calcolato con il modello Afflussi deflussi TR 100 anni	Valore di portata (m <sup>3</sup> /s) calcolato con il modello Afflussi deflussi TR 200 anni	Valore di portata (m <sup>3</sup> /s) calcolato con il modello Afflussi deflussi TR 500 anni
	C8 T Germanasca a valle confluenza Germanasca di Rodoretto	247	292
C9 T Germanasca a monte confluenza rio di Massello	243	292	359
C15 Massello a valle confluenza Salza	174	209	258
C16 Massello a monte confluenza in Germanasca	187	228	286
C17 Germanasca a valle confluenza Massello	427	511	631
C18 Germanasca a monte confluenza Faetto	401	486	604
C19 Rio di Faetto	87	101	121
C20 Germanasca a valle confluenza Faetto	450	546	689

## 4 STUDIO IDRAULICO

### 4.1 STUDIO IDRAULICO

Il problema idraulico consiste generalmente nel calcolo del profilo liquido corrispondente all'assegnata portata di piena, in modo da verificare le sezioni o i manufatti di interesse.

Per quanto riguarda il territorio del Comune di Perrero sono state effettuate verifiche idrauliche di dettaglio sia utilizzando la modellazione di moto permanente (lungo l'asta del Torrente Germanasca) sia utilizzando la modellazione di moto uniforme limitatamente a singoli manufatti ove tale ipotesi potesse ritenersi valida ai soli fini di stimare la capacità di deflusso del manufatto.

Lo schema di calcolo adottato nel presente studio può essere indifferentemente quello del moto uniforme (ove questo sia una condizione che si realizza effettivamente nel corso d'acqua) oppure quello del moto permanente, che consente di considerare la variazione graduale delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti, restringimenti e rapide variazioni di sezione. Per quanto riguarda il moto uniforme è possibile fare riferimento alla seguente formulazione

$$u = X \cdot \sqrt{(R_m \cdot i_f)}$$

ovvero:

$$Q = u \cdot \Omega = X \cdot \Omega \cdot \sqrt{(R_m \cdot i_f)}$$

dove

$u$  = è la velocità in m/s;

$\Omega$  = è la sezione di deflusso in m<sup>2</sup>

$R_m$  = è il raggio idraulico in m

$i_f$  = è la pendenza della sezione considerata

$X = C R_m^{1/6}$  adottando la scabrezza di Strickler  $C$  (m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>)

Nota la geometria della sezione, con questo procedimento si è in grado di valutare la portata massima che può defluire. I risultati dell'elaborazione sono riportati sotto forma di scale di deflusso e tabulati.

La determinazione del profilo di moto permanente è realizzata utilizzando il codice HECRAS "River Analysis System" Versione (U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center).

Il calcolo del profilo idraulico della corrente avviene in condizioni di moto unidimensionale gradualmente vario a portata costante, mediante la risoluzione delle equazioni di bilancio energetico; il codice applicato consente anche di calcolare rapide variazioni di profilo (dovute alla presenza d'ostacoli al deflusso, restringimenti di sezione, passaggio di stato di una corrente).

Le elaborazioni relative sono riportate in allegato al termine della relazione. il significato dei dati riportati nelle tabelle risulta il seguente:

River Sta	=	codice della sezione d'elaborazione. La numerazione procede in ordine decrescente da monte a valle.
Qtotal	=	portata di calcolo
Min Ch El	=	quota di fondo alveo
W.S. Elev.	=	altezza idrometrica calcolata
E.G. Slope	=	pendenza motrice
Vel Chnl	=	velocità di deflusso
Froude # Chl	=	numero di Froude della corrente
Area	=	sezione interessata dal deflusso
Top Width	=	larghezza pelo libero in sommità
Lenght Chnl	=	distanza tra le sezioni

La modellazione geometrica delle sezioni d'alveo è stata effettuata sulla base dei rilievi topografici di dettaglio.

Nel seguito vengono dettagliate le verifiche effettuate per ogni sezione o tratto significativo.

## **4.2 VALUTAZIONE RELATIVE AL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE**

La valutazione del possibile apporto in termini di trasporto solido di corsi d'acqua a carattere torrentizio alpino, quali quelli oggetto di studio, risulta di estrema complessità, sia per il gran numero di parametri in gioco e per l'estrema difficoltà a darne una corretta valutazione, sia per il carattere discontinuo dei fenomeni, legati a processi di monte e alle condizioni dei bacini tributari; nel presente studio pertanto si è tralasciata una trattazione teorica di tali fenomeni, valida ai fini accademici ma di difficile applicabilità nella pratica.

Tuttavia, con riferimento alle indicazioni fornite dalla Regione Piemonte a seguito degli eventi alluvionali del settembre 1993 e del novembre 1994, valide per i corsi d'acqua minori, i livelli calcolati vanno incrementati di un termine pari ad 1/3 del tirante idrometrico, riservando in pratica al trasporto solido una quota di sezione pari ad 1/3 della sezione necessaria per il deflusso della portata idrologica.

Per la definizione delle considerazioni finali sui risultati ottenuti si è quindi tenuto conto qualitativamente dei reali livelli idraulici di riferimento.

Tale assunzione, pur grezza nella sua applicazione, consente di effettuare alcune considerazioni nella pratica, altrimenti difficilmente realizzabili.

## **4.3 CALCOLI DI VERIFICA**

### **A) Verifiche in moto uniforme sul rio P2 (PER 01)**

Il rio intercetta lungo il suo percorso la strada di accesso a Salza e Massello, nei pressi della l'attraversamento è costituito da un ponte ad arco e presenta luce di 3 m ed altezza di intradosso in chiave pari a m 2 rispetto al fondo alveo. Pendenza nel tratto 4% minimo lunghezza 4.5 m .

Nel seguito è allegata la scala di deflusso calcolata da cui si evince che il manufatto risulta non verificato.

Larghezza fondo alveo (m)	2.9	raggio di curvatura arco (m)	1.50
Larghezza alla base arco (corda) (m)	3	angolo al centro (rad)	3.14
altezza da fondo alveo a base arco (m)	0.5	superficie libera totale (m <sup>2</sup> )	5.01
Saetta (h arco) (m)	1.5	perimetro totale (m)	8.62
Pendenza (m/m)	0.04	altezza equivalente impalcato dal fondo (m)	1.68
C di Strickler (m <sup>1/3</sup> s-1)	40	altezza totale da fondo alveo a chiave (m)	2.00
		scarpa delle sponde (dy/dx)	5.00

livello (m)	riempimento (l/h)	Larghezza pelo Libero (m)	superficie bagnata (mq)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0%	2.90	0.00	2.90	0.00	0.00	0.0
0.07	3%	2.91	0.19	3.03	0.06	1.28	0.2
0.13	7%	2.93	0.39	3.17	0.12	1.97	0.8
0.20	10%	2.94	0.58	3.30	0.18	2.52	1.5
0.27	13%	2.95	0.78	3.44	0.23	2.98	2.3
0.33	17%	2.97	0.98	3.57	0.27	3.37	3.3
0.40	20%	2.98	1.18	3.70	0.32	3.72	4.4
0.47	23%	2.99	1.38	3.84	0.36	4.04	5.5
0.53	27%	3.00	1.57	3.97	0.40	4.32	6.8
0.60	30%	2.99	1.77	4.11	0.43	4.57	8.1
0.67	33%	2.98	1.97	4.24	0.47	4.81	9.5
0.73	37%	2.96	2.17	4.37	0.50	5.02	10.9
0.80	40%	2.94	2.37	4.51	0.53	5.21	12.3
0.87	43%	2.91	2.56	4.65	0.55	5.38	13.8
0.93	47%	2.87	2.76	4.78	0.58	5.54	15.3
1.00	50%	2.83	2.95	4.92	0.60	5.68	16.7
1.07	53%	2.78	3.13	5.07	0.62	5.81	18.2
1.13	57%	2.72	3.32	5.21	0.64	5.92	19.6
1.20	60%	2.65	3.50	5.36	0.65	6.02	21.0
1.27	63%	2.58	3.67	5.51	0.67	6.10	22.4
1.33	67%	2.49	3.84	5.67	0.68	6.17	23.7
1.40	70%	2.40	4.00	5.84	0.69	6.22	24.9
1.47	73%	2.29	4.16	6.01	0.69	6.26	26.0
1.53	77%	2.17	4.31	6.18	0.70	6.29	27.1
1.60	80%	2.04	4.45	6.37	0.70	6.29	28.0
1.67	83%	1.89	4.58	6.58	0.70	6.28	28.8
1.73	87%	1.71	4.70	6.80	0.69	6.25	29.4
1.80	90%	1.50	4.81	7.05	0.68	6.20	29.8
1.87	93%	1.24	4.90	7.34	0.67	6.11	29.9
1.93	97%	0.88	4.97	7.72	0.64	5.96	29.6
2.00	100%	0.00	5.01	8.62	0.58	5.57	27.9

## B) Verifiche in moto uniforme sul T Germanasca di Massello (PER 02)

Il Torrente intercetta lungo il suo percorso la strada di accesso a Salza e Massello, nei pressi l'attraversamento è costituito da un ponte ad arco e presenta luce di 14.5 m ed altezza di intradosso in chiave pari a m 11.5 rispetto al fondo alveo. Pendenza nel tratto 4% minimo

lunghezza 4.5 m .Nel seguito è allegata la scala di deflusso calcolata da cui si evince che il manufatto risulta verificato.

Larghezza fondo alveo (m)	14	raggio di curvatura arco (m)	7.25
Larghezza alla base arco (corda) (m)	14.5	angolo al centro (rad)	3.14
altezza da fondo alveo a base arco (m)	4.3	superficie libera totale (m <sup>2</sup> )	143.13
Saetta (h arco) (m)	7.25	perimetro totale (m)	45.29
Pendenza (m/m)	0.04	altezza equivalente impalcato dal fondo (m)	9.94
C di Strickler (m <sup>1/3</sup> s-1)	40	altezza totale da fondo alveo a chiave (m)	11.50
		scarpa delle sponde (dy/dx )	8.50

livello (m)	riempimento (l/h)	Larghezza pelo Libero (m)	superficie bagnata (mq)	perimetro bagnato (m)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0%	14.00	0.00	14.00	0.00	0.00	0.0
0.38	3%	14.05	5.38	14.77	0.36	4.08	21.9
0.77	7%	14.09	10.77	15.54	0.69	6.27	67.5
1.15	10%	14.14	16.18	16.30	0.99	7.96	128.8
1.53	13%	14.18	21.60	17.07	1.27	9.36	202.2
1.92	17%	14.23	27.05	17.84	1.52	10.56	285.6
2.30	20%	14.27	32.51	18.61	1.75	11.61	377.3
2.68	23%	14.32	37.99	19.38	1.96	12.53	476.1
3.07	27%	14.36	43.49	20.14	2.16	13.36	581.1
3.45	30%	14.41	49.00	20.91	2.34	14.11	691.5
3.83	33%	14.45	54.53	21.68	2.52	14.80	806.8
4.22	37%	14.50	60.08	22.45	2.68	15.42	926.5
4.60	40%	14.48	65.64	23.21	2.83	16.00	1049.9
4.98	43%	14.43	71.18	23.98	2.97	16.52	1175.9
5.37	47%	14.33	76.69	24.76	3.10	17.00	1303.7
5.75	50%	14.19	82.16	25.54	3.22	17.43	1432.4
6.13	53%	14.00	87.56	26.33	3.33	17.83	1560.8
6.52	57%	13.77	92.89	27.13	3.42	18.17	1688.2
6.90	60%	13.50	98.11	27.94	3.51	18.48	1813.4
7.28	63%	13.17	103.23	28.77	3.59	18.75	1935.3
7.67	67%	12.79	108.20	29.63	3.65	18.97	2052.8
8.05	70%	12.35	113.02	30.51	3.70	19.15	2164.6
8.43	73%	11.84	117.66	31.43	3.74	19.29	2269.3
8.82	77%	11.26	122.09	32.40	3.77	19.37	2365.5
9.20	80%	10.59	126.29	33.41	3.78	19.41	2451.4
9.58	83%	9.82	130.20	34.50	3.77	19.39	2524.9
9.97	87%	8.92	133.80	35.69	3.75	19.31	2583.3
10.35	90%	7.84	137.02	37.01	3.70	19.14	2623.1
10.73	93%	6.49	139.77	38.56	3.62	18.88	2638.5
11.12	97%	4.65	141.93	40.55	3.50	18.44	2617.3
11.50	100%	0.00	143.13	45.29	3.16	17.23	2465.8

### C) Verifiche in moto uniforme sul rio P3 (PER 03)

Il rio intercetta lungo il suo percorso la strada di accesso alle borgate Forengo e Baissa , l'attraversamento è costituito da un ponte a sezione rettangolare e presenta luce di 2.3 m ed

altezza di intradosso pari a m 1.2 rispetto al fondo alveo. Pendenza nel tratto 4% minimo lunghezza 4.5 m .

Nel seguito è allegata la scala di deflusso calcolata da cui si evince che il manufatto risulta non verificato sebbene sia in grado di smaltire la sola portata liquida con franco nullo.

Larghezza del fondo (m)	2.30
Pendenza (m/m)	0.04
C di Strickler (m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )	50
Altezza massima dal fondo	1.2

livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.06	0.14	0.06	1.48	0.2
0.12	0.28	0.11	2.28	0.6
0.18	0.41	0.16	2.89	1.2
0.24	0.55	0.20	3.40	1.9
0.30	0.69	0.24	3.84	2.6
0.36	0.83	0.27	4.22	3.5
0.42	0.97	0.31	4.56	4.4
0.48	1.10	0.34	4.86	5.4
0.54	1.24	0.37	5.13	6.4
0.60	1.38	0.39	5.38	7.4
0.66	1.52	0.42	5.60	8.5
0.72	1.66	0.44	5.81	9.6
0.78	1.79	0.46	6.00	10.8
0.84	1.93	0.49	6.18	11.9
0.90	2.07	0.50	6.34	13.1
0.96	2.21	0.52	6.49	14.3
1.02	2.35	0.54	6.64	15.6
1.08	2.48	0.56	6.77	16.8
1.14	2.62	0.57	6.89	18.1
1.20	2.76	0.59	7.01	19.4

#### D) Verifiche in moto uniforme sul rio P4 (PER 04)

Il rio intercetta lungo il suo percorso la strada di accesso alle borgate Forengo e Chiabrano , l'attraversamento è costituito da un ponte a sezione rettangolare e presenta luce di 2 m ed altezza di intradosso pari a m 2 rispetto al fondo alveo. Pendenza nel tratto 4% minimo lunghezza 5 m .

Nel seguito è allegata la scala di deflusso calcolata da cui si evince che il manufatto risulta non verificato.

Larghezza del fondo (m)	2.00
Pendenza (m/m)	0.04
C di Strickler (m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )	40
Altezza massima dal fondo	2.00

livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.10	0.20	0.09	1.62	0.3
0.20	0.40	0.17	2.42	1.0
0.30	0.60	0.23	3.01	1.8
0.40	0.80	0.29	3.47	2.8
0.50	1.00	0.33	3.85	3.8
0.60	1.20	0.38	4.16	5.0
0.70	1.40	0.41	4.43	6.2
0.80	1.60	0.44	4.66	7.5
0.90	1.80	0.47	4.86	8.8
1.00	2.00	0.50	5.04	10.1
1.10	2.20	0.52	5.20	11.4
1.20	2.40	0.55	5.34	12.8
1.30	2.60	0.57	5.47	14.2
1.40	2.80	0.58	5.59	15.6
1.50	3.00	0.60	5.69	17.1
1.60	3.20	0.62	5.79	18.5
1.70	3.40	0.63	5.88	20.0
1.80	3.60	0.64	5.96	21.5
1.90	3.80	0.66	6.03	22.9
2.00	4.00	0.67	6.11	24.4

#### **E) T Germanasca di Massello (PER 05)**

Manufatto verificato, si tratta di un viadotto di altezza superiore a m 15 sul fondo alveo del Germanasca, non interessato per sua collocazione dagli eventi di piena.

#### **F) Verifiche in moto uniforme sul rio P1 (PER 06)**

Si segnala inoltre la situazione del rio denominato nel presente studio P1, che drena il versante sinistra nei pressi dell'abitato di Perrero; alla data del sopralluogo il suo alveo risulta completamente asciutto, con presenza di vegetazione stabile nell'alveo; tuttavia la presenza di alcune opere (briglia selettiva, alcune briglie di regolazione della pendenza) nel tratto mediano e più ancora l'intubamento del tratto terminale fino allo sbocco in Germanasca (con sezione non rilevabile in imbocco e costituito da tubazione in acciaio a piastre multiple del diametro di circa 1.00 m allo sbocco) evidenziano quanto meno una situazione di criticità dal punto di vista idraulico, che richiede interventi di manutenzione continua e programmati nel tempo e controllo di efficienza delle sezioni in occasione di eventi meteorici ad elevata criticità.

Nel seguito è allegata la scala di deflusso calcolata da cui si evince che il tratto incubato con diametro del 1000 risulta non verificato.

diametro interno (m)	=	1
pendenza (m/m)	=	0.03
C di Strickler (m <sup>1/3</sup> /s)	=	70

livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.050	0.05	0.01	0.45	0.03	1.24	18.15
0.100	0.1	0.04	0.64	0.06	1.93	78.90
0.150	0.15	0.07	0.80	0.09	2.49	183.69
0.200	0.2	0.11	0.93	0.12	2.96	330.93
0.250	0.25	0.15	1.05	0.15	3.37	517.65
0.300	0.3	0.20	1.16	0.17	3.73	740.04
0.350	0.35	0.24	1.27	0.19	4.06	993.65
0.400	0.4	0.29	1.37	0.21	4.34	1273.47
0.450	0.45	0.34	1.47	0.23	4.59	1574.06
0.500	0.5	0.39	1.57	0.25	4.81	1889.49
0.550	0.55	0.44	1.67	0.26	5.00	2213.39
0.600	0.6	0.49	1.77	0.28	5.16	2538.87
0.650	0.65	0.54	1.88	0.29	5.29	2858.46
0.700	0.700	0.587	1.982	0.296	5.388	3163.91
0.750	0.75	0.63	2.09	0.30	5.45	3445.97
0.800	0.8	0.67	2.21	0.30	5.48	3693.83
0.850	0.85	0.71	2.35	0.30	5.47	3894.02
0.900	0.9	0.74	2.50	0.30	5.41	4027.63
0.950	0.95	0.77	2.69	0.29	5.27	4060.57
1.000	1	0.79	3.14	0.25	4.81	3780.26

### G) Verifiche in moto permanente sul T. Germanasca (COD PER 07)

Sono state rilevate 5 sezioni per un tratto complessivo di circa 1300 m; la pendenza media del tratto risulta 7.8 %; le condizioni al contorno ipotizzate risultano:

- Altezze di moto uniforme a monte e valle del tratto modellizzato, calcolato sulla base delle pendenze costanti che rispettivamente valgono: a monte 8.2 % ed a valle valgono 8.5 %;
- Il coefficiente di scabrezza (*n* di Manning) viene assunto costante e cautelativamente posto pari a 0.045 m<sup>-1/3</sup> s. corrispondente ad una C di strickler pari a 22 m<sup>1/3</sup> s<sup>-1</sup>.

La portata di piena adottata risulta:

Tempo di ritorno (anni)	Portata m <sup>3</sup> /s
100	401
200	486
500	604

Si allegano i tabulati ed i grafici relativi ai calcoli effettuati.

Dai calcoli effettuati e dagli allegati si osserva come il livelli sono sostanzialmente contenuti dalle sezioni in tutto il tratto indagato. Il risultato delle elaborazioni effettuate consente in sostanza di ritenere corrette, alla luce dell'analisi di maggior dettaglio attualmente eseguita, le valutazioni relative al tracciamento delle fasce fluviali proposte in occasione del Piano di Bacino del Torrente Chisone; si conferma inoltre la problematica relativa non tanto ai tiranti idrici quanto alle possibili erosioni dovute alle forti pendenze e conseguentemente alle velocità rilevanti nel corso d'acqua lungo tutto il tratto in esame.

I valori relativi ad altezza cinetica sulla base delle velocità calcolate risultano tali per cui il franco richiesto risulta sempre superiore ad 1 m. i dati di verifica risultano riassunti nella seguente tabella.

<b>Tempo di ritorno</b>	<b>Quota di fondo (msm)</b>	<b>Livello Idrometrico (msm)</b>	<b>Livello comprensivo del Trasporto solido (msm)</b>	<b>Franco richiesto (m)</b>	<b>Quota intradosso (msm)</b>	<b>Franco esistente (m)</b>
100	741	743.5	744.33	3.50	749	4.67
200	741	743.85	744.80	3.96	749	4.20
500	741	744.31	745.41	4.55	749	3.59

In conclusione si può affermare che il ponte risulta verificato per il tempo di ritorno di 200 anni.

#### **H) Verifiche in moto uniforme sul rio P5 (PER 08)**

attraversamento è realizzato attraverso una tubazione di diametro 1 m. Pendenza della tubazione 2% lunghezza 7 m.

Nel seguito è allegata la scala di deflusso calcolata da cui si evince che il manufatto risulta non verificato.

diametro interno (m)	=	1.00
pendenza (m/m)	=	0.02
C di Strickler (m <sup>1/3</sup> /s)	=	70

0.050	0.05	0.01	0.45	0.03	1.01	15
0.100	0.1	0.04	0.64	0.06	1.58	64
0.150	0.15	0.07	0.80	0.09	2.03	150
0.200	0.2	0.11	0.93	0.12	2.42	270
0.250	0.25	0.15	1.05	0.15	2.75	423
0.300	0.3	0.20	1.16	0.17	3.05	604
0.350	0.35	0.24	1.27	0.19	3.31	811
0.400	0.4	0.29	1.37	0.21	3.54	1040
0.450	0.45	0.34	1.47	0.23	3.75	1285
0.500	0.5	0.39	1.57	0.25	3.93	1543
0.550	0.55	0.44	1.67	0.26	4.08	1807
0.600	0.6	0.49	1.77	0.28	4.21	2073
0.650	0.65	0.54	1.88	0.29	4.32	2334
0.700	0.700	0.587	1.982	0.296	4.399	2583
0.750	0.75	0.63	2.09	0.30	4.45	2814
0.800	0.8	0.67	2.21	0.30	4.48	3016
0.850	0.85	0.71	2.35	0.30	4.47	3179
0.900	0.9	0.74	2.50	0.30	4.42	3289
0.950	0.95	0.77	2.69	0.29	4.30	3315
1.000	1	0.79	3.14	0.25	3.93	3087

#### I) T Germanasca (PER 09-10-11-12)

Manufatti verificati, si tratta di viadotti di altezza superiore a m 10 sul fondo alveo del Germanasca, non interessati per loro collocazione dagli eventi di piena.

## 5 ANALISI DEI RISULTATI E INDICAZIONI DELLE MISURE DA ADOTTARE

In generale sia lungo il torrente Germanasca sia lungo i tributari minori non si sono rilevate situazioni di criticità idraulica rilevanti in funzione di problematiche connesse con i livelli idrometrici; infatti il torrente Germanasca scorre per lo più piuttosto incassato, in sezioni che risultano sufficienti a contenere i livelli di piena; le problematiche rilevate risultano fondamentalmente connesse con l'azione erosiva del corso d'acqua che interessa le sponde, come accaduto anche recentemente durante l'evento dell'ottobre 2000; in particolare in prossimità del piazzale di stazionamento degli autobus in Perrero si rileva una spiccata tendenza all'erosione della sponda sinistra, in parte già protetta con opere di difesa realizzate certamente in tempi successivi.

Anche a valle dell'abitato si rilevano alcune situazioni di erosione della sponda sinistra con interessamento della viabilità provinciale.

Le analisi effettuate non hanno evidenziato elementi ad elevata criticità da un punto di vista idraulico connessi con il deflusso delle piene; come indicato in precedenza le criticità

rilevate sono connesse con la dinamica torrentizia e relative fondamentalmente a fenomeni erosivi, per lo più già in fase di controllo; inoltre il rio P1, pur risultando adeguato in termini di sezioni teoriche a monte dell'intubamento, allo smaltimento dei deflussi, richiede comunque una particolare attenzione in termini di interventi manutentivi che consentano la piena efficienza delle sezioni di deflusso; nella planimetria allegata sono individuati i punti a maggiore criticità.

Localmente, e con gradi diversi di insufficienza, sussistono criticità legate ai rii di versante ove in corrispondenza degli attraversamenti con la viabilità esistente presentino sezioni di attraversamento ridotte, tali interferenze tuttavia interessano la sola viabilità.

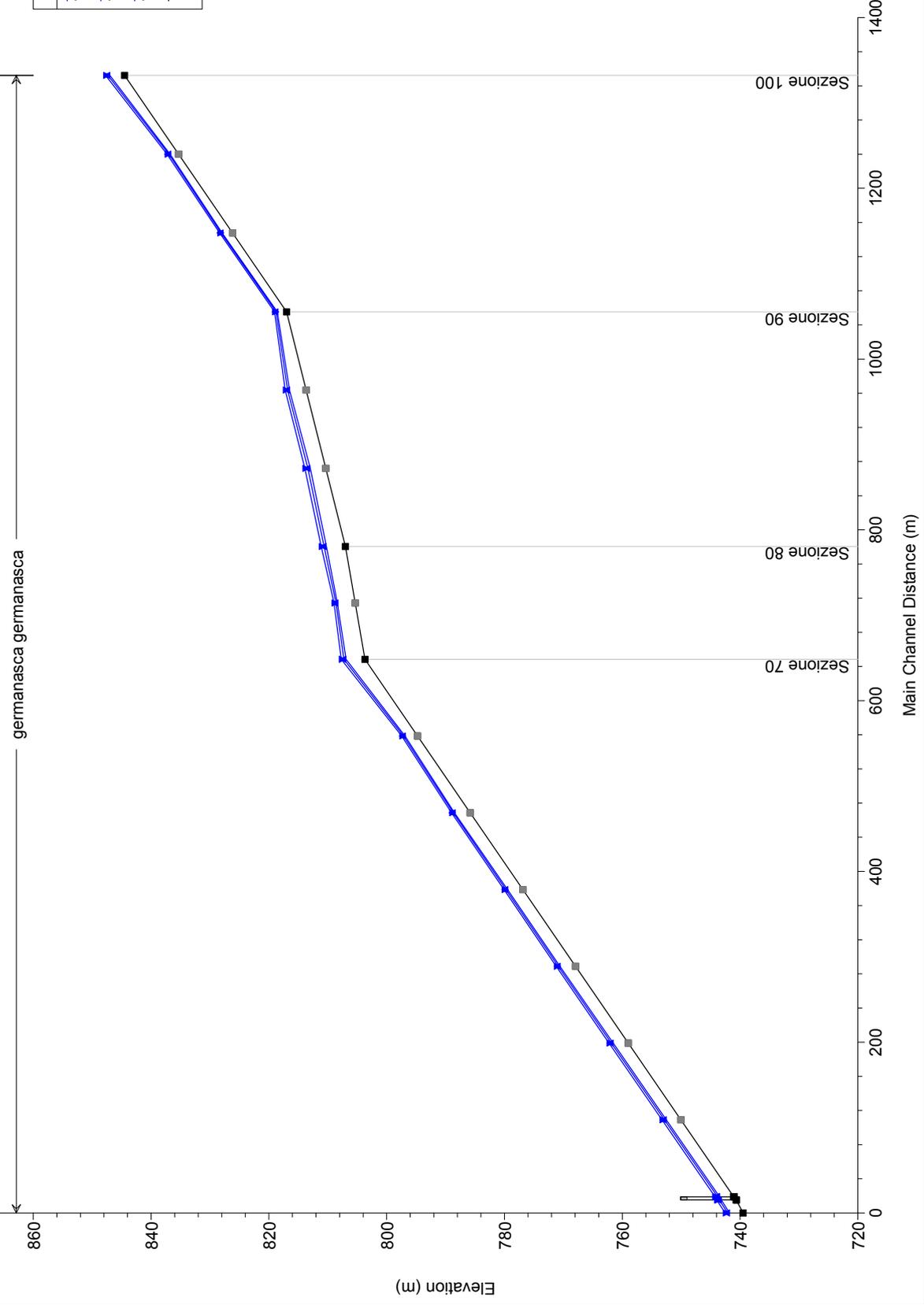
Da un punto di vista della compatibilità delle situazioni di rischio idrogeologico in rapporto con le previsioni urbanistiche si può concludere che non vi sono interferenze rilevanti, senza tuttavia trascurare la necessità di interventi manutentivi programmati nel tempo.

## **ALLEGATO 1 TABULATI DEL MODELLO HEC RAS GERMANASCA A PERRERO**

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: germanasca Reach: germanasca

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m <sup>3</sup> /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 <sup>2</sup> )	Top Width (m)	Froude # Chl
germanasca	100	lv TR 100 anni	401.00	844.50	847.01	847.49	849.05	0.030029	6.33	63.35	26.51	1.31
germanasca	100	lv TR 200 anni	486.00	844.50	847.33	847.88	849.66	0.030031	6.77	71.81	26.83	1.32
germanasca	100	lv TR 500 anni	604.00	844.50	847.73	848.40	850.44	0.030031	7.29	82.85	27.23	1.33
germanasca	90	lv TR 100 anni	401.00	817.00	818.56	819.77	822.91	0.109187	9.24	43.41	28.56	2.39
germanasca	90	lv TR 200 anni	486.00	817.00	818.78	820.14	823.69	0.105859	9.82	49.50	28.78	2.39
germanasca	90	lv TR 500 anni	604.00	817.00	819.04	820.61	824.71	0.103407	10.55	57.26	29.04	2.40
germanasca	80	lv TR 100 anni	401.00	807.00	810.23	810.70	812.50	0.027735	6.68	60.06	20.23	1.24
germanasca	80	lv TR 200 anni	486.00	807.00	810.61	811.18	813.22	0.028376	7.15	67.94	20.61	1.26
germanasca	80	lv TR 500 anni	604.00	807.00	811.12	811.80	814.13	0.028738	7.69	78.57	21.12	1.27
germanasca	70	lv TR 100 anni	401.00	803.70	806.89	807.15	808.55	0.022540	5.70	70.33	28.20	1.15
germanasca	70	lv TR 200 anni	486.00	803.70	807.26	807.53	809.11	0.021687	6.02	80.74	28.57	1.14
germanasca	70	lv TR 500 anni	604.00	803.70	807.71	808.02	809.83	0.021356	6.45	93.63	29.02	1.15
germanasca	60	lv TR 100 anni	401.00	741.10	743.51	745.17	749.35	0.102352	10.70	37.46	15.62	2.21
germanasca	60	lv TR 200 anni	486.00	741.10	743.84	745.72	750.49	0.102679	11.43	42.54	15.64	2.21
germanasca	60	lv TR 500 anni	604.00	741.10	744.26	746.44	751.93	0.102776	12.27	49.23	15.67	2.21
germanasca	50	lv TR 100 anni	401.00	741.00	743.50	745.17	749.33	0.083831	10.70	37.52	15.00	2.16
germanasca	50	lv TR 200 anni	486.00	741.00	743.85	745.73	750.45	0.081942	11.38	42.73	15.00	2.15
germanasca	50	lv TR 500 anni	604.00	741.00	744.31	746.48	751.87	0.079700	12.19	49.58	15.00	2.14
germanasca	45	Bridge										
germanasca	40	lv TR 100 anni	401.00	740.65	743.16	744.82	748.94	0.082705	10.65	37.68	15.00	2.15
germanasca	40	lv TR 200 anni	486.00	740.65	743.51	745.38	750.07	0.081139	11.35	42.86	15.00	2.14
germanasca	40	lv TR 500 anni	604.00	740.65	743.96	746.13	751.50	0.079175	12.16	49.69	15.00	2.13
germanasca	30	lv TR 100 anni	401.00	739.48	741.80	743.46	747.64	0.089381	10.70	37.49	16.26	2.25
germanasca	30	lv TR 200 anni	486.00	739.48	742.11	744.00	748.77	0.088215	11.43	42.53	16.29	2.26
germanasca	30	lv TR 500 anni	604.00	739.48	742.52	744.70	750.22	0.086627	12.30	49.14	16.34	2.26

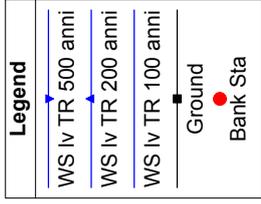
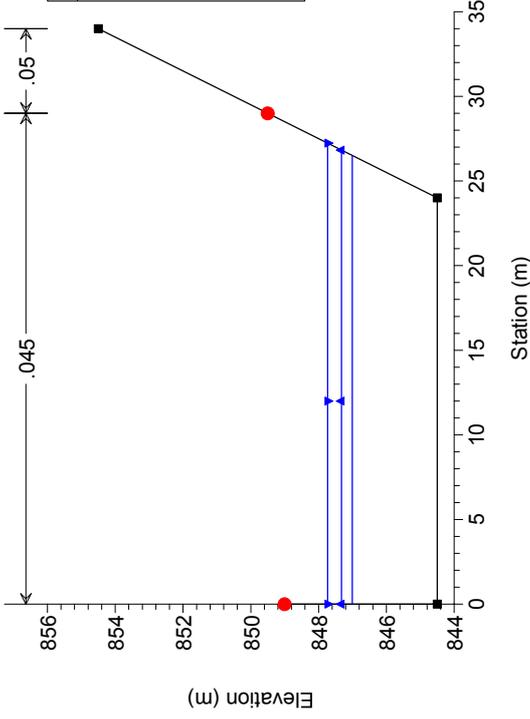
perrero 14-12-05 germanasca germanasca Plan: Plan 01 12/01/2006



Legend	
WS IV TR 500 anni	Blue line with triangle markers
WS IV TR 200 anni	Blue line with triangle markers
WS IV TR 100 anni	Blue line with triangle markers
Ground	Black line with square markers

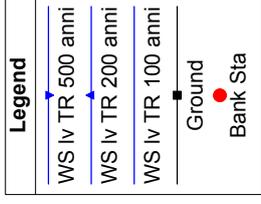
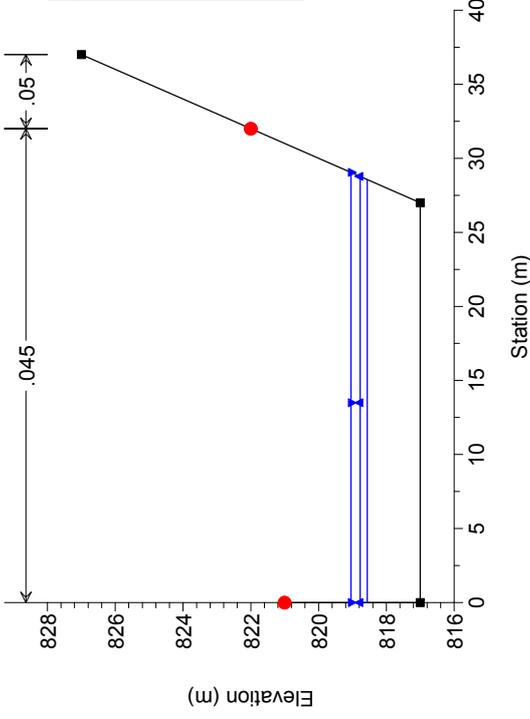
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 100 Sezione 100



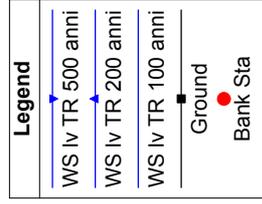
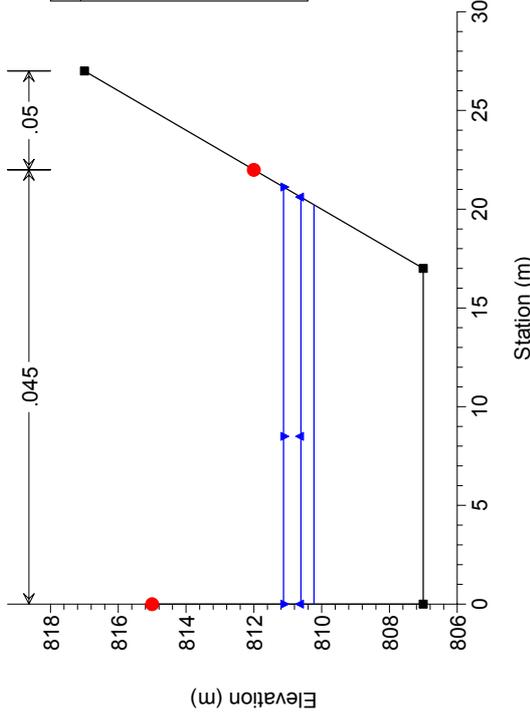
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 90 Sezione 90



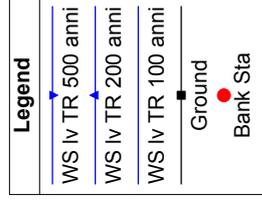
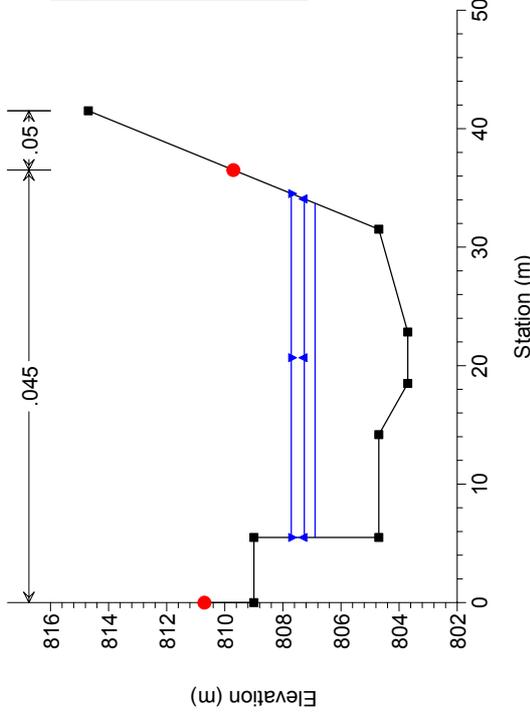
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 80 Sezione 80



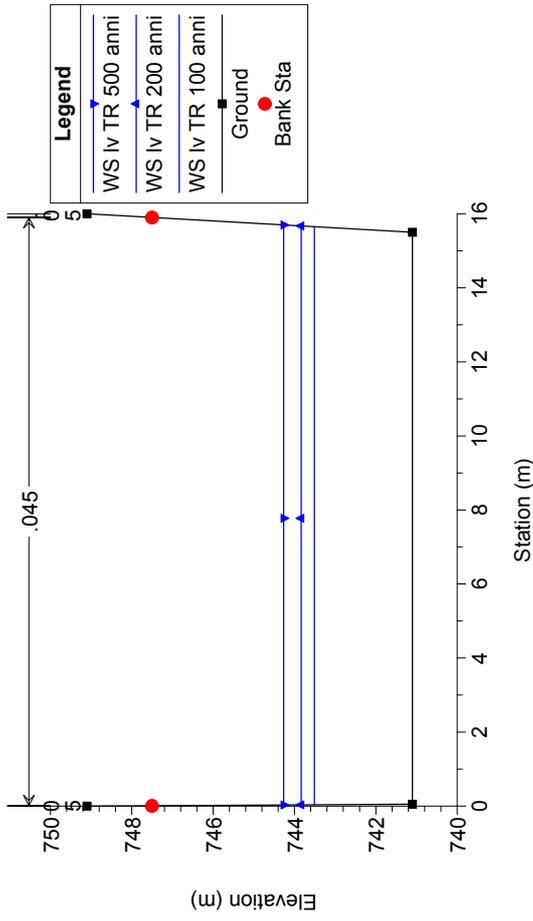
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 70 Sezione 70



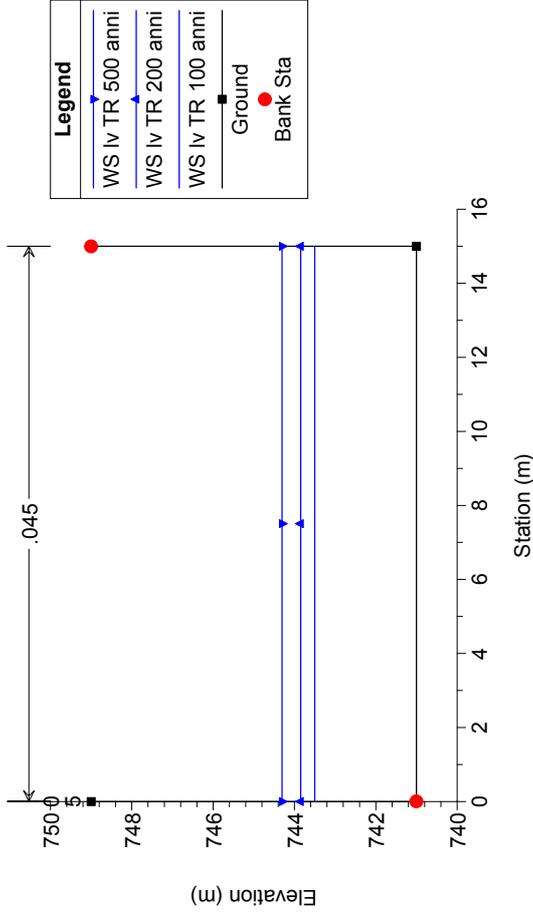
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 60 Sezione 60



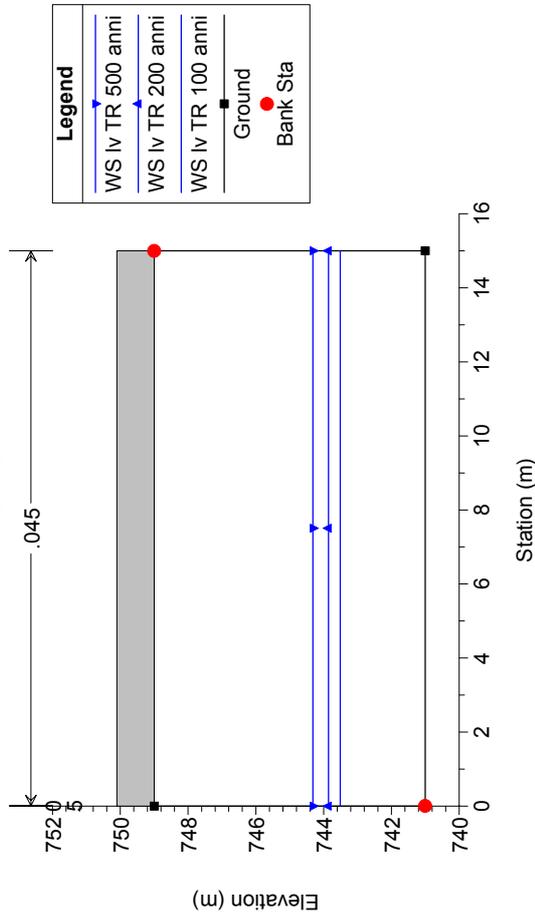
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 50 Sezione 50



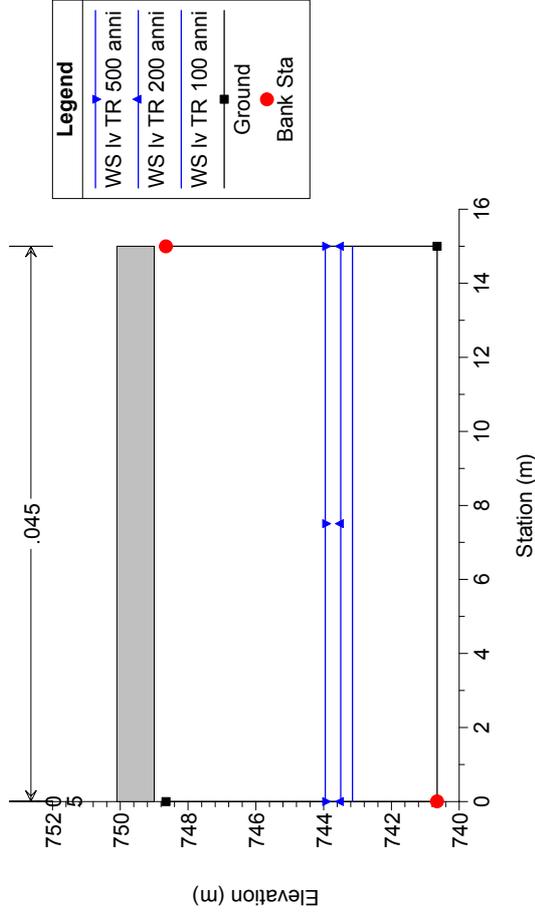
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 45 BR



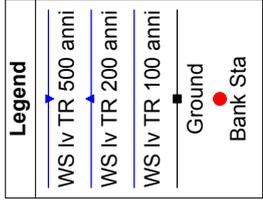
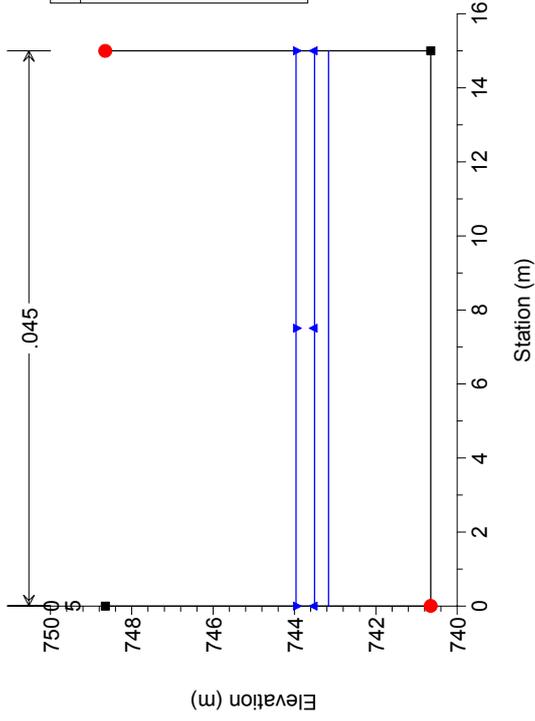
perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 45 BR



perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 40 sezione 40



perrero 14-12-05 Plan: Plan 01 12/01/2006

RS = 30 Sezione 30

