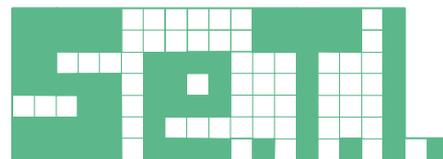


ACQUA NOVARA VCO S.p.A.
via Triggiani n° 8 - 28100
Novara



SERVIZI TECNICI PER L'INGEGNERIA S.r.l.

SEDE
Corte dei Calderai, 1 - 28100 NOVARA
TELEFONO
0321.612691
E-MAIL
info@setisrl.eu

LAVORO

**COMUNE STRESA
LAVORI DI COLLEGAMENTO RETI
FOGNARIE DI MAGOGNINO -
BRISINO - CAMPINO E LOITA
ALLA DEPURAZIONE
CENTRALIZZATA**

PROGETTISTA

Dott. ing. Ferdinando ZOLESI



OGGETTO

Relazione tecnica

**LABORATORIO
di ARCHITETTURA**

**FABIO BUCAIDA
ROBERTO BRISEDA**

SEDE OPERATIVA
Corte dei Calderai, 1 - 28100 NOVARA

E-MAIL
info@farolab.eu

COD.
FaRo_127_16

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. arch.
Fabio BUCAIDA

Dott. arch.
Roberto BRISEDA

PROGETTO DEFINITIVO

MODIFICA	DESCRIZIONE	DATA

DATA		GRAFICA		SCALA	
INCARICO	CODICE	ANNO	TIPOLOGIA	ELABORATO	REVISIONE
ZF	0392	16	DF	002	D0

ELABORATO

002

INDICE

1. PREMESSE	2
2. QUADRO TECNICO	5
2.1 POPOLAZIONE SERVITA	5
2.2 DOTAZIONE IDRICA	5
2.3 PORTATE REFLUE	5
2.4 TUBAZIONE A GRAVITA' MAGOGNINO - BRISINO	6
2.5 TUBAZIONE A GRAVITA' DI RACCORDO INTERNO DI BRISINO	7
2.6 SOLLEVAMENTO BRISINO	8
2.7 CONDOTTA DI POMPAGGIO	10
2.8 CONDOTTA A PRESSIONE NATURALE BRISINO - PASSERA	11
2.9 CONDOTTA A GRAVITA' IN PASSERA	12
2.10 CONDOTTA A GRAVITA' RICEVENTE IN PASSERA	13
2.11 CONDOTTA A GRAVITA' CAMPINO - LOITA	15
3. VERIFICA STATICA ponte canale SUL RIO DELLA SACCA	19
4. ATTRAVERSAMENTO DEL RIO DELLA SACCA	21

1. PREMESSE

La presente relazione idraulica illustra il dimensionamento delle varie componenti a gravità ed in pressione relative agli interventi per il collegamento delle reti fognarie delle frazioni Magognino, Brisino e Campino di Stresa al sistema delle canalizzazioni afferenti alla depurazione centralizzata.

A compendio viene redatta anche una verifica idraulica del rio della Sacca nella sezione del ponte della s.p. n° 38, a dimostrazione della fattibilità idraulica dell'attraversamento.

Si richiama integralmente la relazione tecnica illustrativa (elaborato 001) per la piena comprensione dei contenuti della presente.

Magognino attualmente recapita le acque reflue in due piccoli corsi d'acqua superficiali:

- il Rio d'Ostino (solo per la porzione del centro storico afferente alla tombinatura di vicolo Carreto);
- un affluente senza nome in dx del rio della Sacca (la maggior parte della rete fognaria mista e/o nera della frazione).

Il presente progetto per la frazione Magognino attiene al solo collegamento di quanto afferente al rio della Sacca, in quanto il collettamento dei pochi reflui scaricati nel rio d'Ostino risulta al momento anti economico, anche per la presenza di abbondanti apporti idrici derivanti dal rio stesso, che entro l'abitato è stato tombinato anticamente ed ha sempre svolto la funzione di collettore per le abitazioni ad esso attigue.

Viceversa il collettamento e l'invio alla depurazione di quanto oggi scaricato nel rio della Sacca costituisce un elevato miglioramento ambientale, in quanto si avvierà alla depurazione circa il 90% degli scarichi di Magognino raccolti dalla attuale rete fognaria (si tenga presente che Magognino è servita di fognatura per circa il 60% dello sviluppo urbano).

Brisino è dotata, diversamente da Magognino, di un solo punto di scarico di tutta la rete fognaria mista nel rio della Sacca, lungo la via S. Albino appena a valle del campo da tennis.

Il collettamento alla depurazione per Brisino consente di inviare a depurazione il 100% degli scarichi della frazione al momento raccolti nella rete fognaria.

Dopo attento studio del territorio si è valutata, come unica possibilità economicamente sostenibile per portare a depurazione i reflui delle due frazioni, quella di collettare le acque reflue nel sistema di canalizzazioni esistente che afferisce alla frazione Passera, orograficamente più bassa di Brisino.

In sostanza i reflui di Magognino saranno collettati nella rete di Brisino (tracciato sulla strada provinciale n° 38 - tubazione a gravità). I reflui riuniti di Magognino e Brisino saranno collettati a Passera (tracciato che prevede un pompaggio, un tratto a pressione naturale in area boscata ed un tratto terminale di tubazione a gravità).

Nella frazione Passera esiste una rete nera, di recente realizzazione, che scarica le acque reflue direttamente nella canalizzazione consortile sulla litoranea del lago, per tramite della quale le acque troveranno poi il trattamento depurativo presso l'impianto centralizzato di Solcio di Lesa.

All'interno di Brisino l'attuale condotta principale di scarico è in realtà una vecchia tombinatura di un riale afferente in sx al rio della Sacca. Tale funzione si accompagna ad una forte raccolta di acque meteoriche "pulite", che per la depurazione costituiscono in realtà delle acque parassite.

Da qui la necessità di realizzare per Brisino una condotta interna di raccordo per aggirare la raccolta di queste acque, in sostanza costruendo una tubazione parallela di by pass.

Detta tubazione raccoglie quindi tutte le acque nere di Brisino e Magognino derivandole dalla vecchia tombinatura. Lungo il percorso la nuova tubazione sottende la fognatura mista di via Santa Caterina, che verrà recapitata direttamente nella stazione di pompaggio, avendo un bacino colante piccolissimo. Lo sfioro dell'eventuale surplus meteorico avverrà direttamente dal troppo pieno della stazione di pompaggio.

La frazione di Campino attualmente recapita i propri liquami in una piccola fossa tipo Imhoff, dove subiscono un blando trattamento di decantazione e poi vengono scaricati nel reticolo idraulico di superficie (rio Valeggio).

L'intervento consiste nella realizzazione del collegamento diretto (per sole acque nere) alla rete della frazione Loita di Baveno.

Questa soluzione è ancora oggi assolutamente valida e sostanzialmente l'unica percorribile tecnicamente.

Con le opere in progetto i liquami saranno avviati, tramite la rete di Baveno ed i collettori dell'ex consorzio di Gravellona Toce – Casale C. C. e Baveno, verso la depurazione presso l'impianto di trattamento centralizzato di Gravellona Toce.

Le portate nere scaricate verso Loita, pari ad un massimo di 1,7 l/s in tempo asciutto, sono pressoché ininfluenti sul regime funzionale della rete di Loita e del collegamento su Baveno città. La fognatura esistente nella frazione Loita è infatti in gres ceramico di diametro interno 350 mm, è risultata essere in grado di sopportare pienamente l'immissione di quella in progetto.

Per quanto riguarda la fognatura esistente in Baveno, si deve fare riferimento al progetto del 1986 delle opere di integrazione delle canalizzazione consortili, nel quale i collettori di tutta la linea litoranea erano stati progettati per accogliere anche i reflui della frazione Carciano di Stresa, del "peso" di circa 800 abitanti civili residenti.

La frazione Carciano, per vari motivi, non è stata allacciata a Baveno ma alla rete interna di Stresa, per cui non grava sulla rete di Baveno, la quale ha quindi una capienza residuale atta a raccogliere i reflui di Campino. Peraltro la popolazione delle frazioni di Campino e Loita unite raggiunge gli 851 abitanti. Si ritiene quindi che l'intervento di cui al presente progetto possa essere pienamente sopportato dalla rete esistente in Baveno.

2. QUADRO TECNICO

2.1 POPOLAZIONE SERVITA

La stima della popolazione civile (residente o fluttuante turistica) per le frazioni di Magognino, Brisino e Campino è stata acquisita direttamente dallo studio della sistemazione dell'acquedottistica della zona dell'Alto Vergante, redatto dallo scrivente nell'ottobre del 2009:

- Magognino: 508 ab (stima al 2060)
- Brisino: 358 ab (stima al 2060).
- Campino: 481 ab (stima 2060)

A parte è stata valutata la frazione Loita per 370 ab (progetto collettori ex consorzio Gravellona Toce – Casale C. C. – Baveno).

2.2 DOTAZIONE IDRICA

Sempre in proiezione al 2060, la stima dello "Studio Vergante" ha permesso di definire come dotazione idrica media annua pro capite per il territorio del comune di Stresa il valore:

- dotazione media annua: 374 lt/ab*gg

2.3 PORTATE REFLUE

Il dimensionamento delle canalizzazioni e delle pompe del sistema di collettori in progetto è stato valutato riferendo i calcoli all'intera popolazione delle due frazioni, non considerando quindi l'attuale situazione di collettamento parziale.

Assunto come di norma che solo lo 80% del consumo di acquedotto venga scaricato in fognatura, la portata media annua scaricata per le tre frazioni vale:

- **Magognino: $508 \cdot 374 \cdot 0,8 / 86400 = 1,8 \text{ l/s}$**
- **Brisino: $358 \cdot 374 \cdot 0,8 / 86400 = 1,2 \text{ l/s}$**
- **Campino: $481 \cdot 374 \cdot 0,8 / 86400 = 1,7 \text{ l/s}$**

La portata massima in tempo di pioggia da addurre alla depurazione è convenzionalmente assunta pari a $5 Q_n = Q_{pp}$, dunque:

- **Magognino: 9,0 l/s**

- **Brisino: 6,0 l/s**
- **Campino: 8,3 l/s**

Per la frazione Loita le due portate valgono rispettivamente $Q_n = 1,3$ l/s e $Q_{pp} = 6,4$ l/s.

2.4 TUBAZIONE A GRAVITA' MAGOGNINO - BRISINO

Si tratta di una canalizzazione in PEAD Strutturale Corrugato SN 8 di diametro esterno 250 mm (interno 218 mm) di lunghezza 324 m circa, che trae origine nell'attuale punto ove la rete fognaria di Magognino devia verso il rio della Sacca. In sezione 1 sarà costruito un manufatto sfioratore per derivare esclusivamente le acque fino alla concorrenza della portata Q_{pp} (9 l/s).

TRATTO 1		MAGOGNINO
da sez. a sez.		1..18
n° civili diretti	N	508
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	508
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	1.759
punta massima diretta	Qpp	8.796
portata minima diretta	Qmin	0.880
n° civili totali	N	508
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	508
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	1.759
punta massima totale	Qpp	8.796
portata minima totale	Qmin	0.880
Qm a monte tronco	Qm	0.000
Qpp a monte tronco	Qpp	0.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.218
tipo materiale	250	CORR
pendenza		0.015
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.055
m di Kutter	m	0.120
c	c	66.049
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.037
contorno bagn. Co	Co	0.685
Qo (mc/s)	Qo	0.070
Qm di calcolo		1.759
Qpp di calcolo		8.796
Qmin di calcolo		0.880
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	218
Qo finale (l/s)	Qo	70.45
Qm/Qo %		2.497
Qpp/Qo %		12.485
Qmin/Qo %		1.248

Il tratto con minore pendenza è quello di superamento del rio della Sacca, ove il ponte canale avrà una livelletta dello 1,5%. La tabella soprastante illustra la verifica idraulica della tubazione, che risulta positiva.

2.5 TUBAZIONE A GRAVITA' DI RACCORDO INTERNO DI BRISINO

Si tratta di una canalizzazione in PEAD Strutturale Corrugato SN 8 di diametro esterno 315 mm (interno 273 mm) di lunghezza 130 m circa, che trae origine all'incrocio tra la via S. Caterina e la via S. Albino, punto ove sarà realizzato un manufatto sfioratore per derivare dalla vecchia tombinatura di Brisino le sole acque nere reflue (fino a 5Qm).

TRATTO 5	BRISINO RACCOR.	
da sez. a sez.		24..19
n° civili diretti	N	0
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	0
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	0.000
punta massima diretta	Qpp	0.000
portata minima diretta	Qmin	0.000
n° civili totali	N	866
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	866
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	2.999
punta massima totale	Qpp	14.995
portata minima totale	Qmin	1.499
Qm a monte tronco	Qm	0.000
Qpp a monte tronco	Qpp	76.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diámetro interno (m)	d	0.273
tipo materiale	315	CORR
pendenza		0.058
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.068
m di Kutter	m	0.120
c	c	68.524
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.059
contorno bagn. Co	Co	0.857
Qo (mc/s)	Qo	0.252
Qm di calcolo		2.999
Qpp di calcolo		90.995
Qmin di calcolo		1.499
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	273
Qo finale (l/s)	Qo	252.23
Qm/Qo %		1.189
Qpp/Qo %		36.075
Qmin/Qo %		0.594

La condotta sottende tutti i reflui di Brisino e Magognino (Qpp 15 l/s), oltre poi anche le poche acque meteoriche della recente fognatura mista di via S. Caterina (DE 315 mm PEAD str. corr.), per cui è stata dimensionata per il collettamento delle due portate.

La portata meteorica massima derivata dalla via S. Caterina vale 76 l/s, come da relazione idraulica del progetto in data 21/03/2007 del comune di Stresa.

Il tratto di raccordo interno ha pendenza costante del 5,8%.

La tabella soprastante illustra la verifica idraulica della tubazione, che risulta positiva.

2.6 SOLLEVAMENTO BRISINO

La stazione di pompaggio da realizzare a Brisino deve sollevare le acque reflue delle due frazioni (Magognino e Brisino) fino al punto di inizio della condotta a pressione naturale verso Passera.

La portata massima di dimensionamento delle pompe corrisponde alla QPP complessiva di progetto, vale a dire 15 l/s. Altre portate di riferimento sono la Qm complessiva (3 l/s) e la Qmin, cioè la portata minima di afflusso notturna, valutata ad 1 l/s complessivamente.

La stazione di pompaggio è strutturata con una vasca di accumulo dei liquami con capacità netta di 4 mc (dimensioni interne m 1,40 * 2,30 * h 1,25), dotata di due elettropompe sommergibili per acque cariche, funzionanti singolarmente (A on e B off) o in simultanea (A+B on).

Le elettropompe scelte come modello di riferimento sono le Caprari KCW080HW-005522N1 (5,5 kW ciascuna), che presentano le seguenti curve di funzionamento $H = aQ^2 + bQ + c$ (H in m e Q in l/s):

- pompa singola $a = -0,011189$
 $b = -0,40783$
 $c = 23,853$
- pompe in parallelo $a = -0,0027972$
 $b = -0,20392$

$$c=23,853$$

Le due elettropompe possono erogare portate variabili da 11,1 a 15,4 l/s rispettivamente in funzionalità singola o simultanea.

La condotta in pressione presenta una lunghezza di m 260 (tratto da sezione 19 a sezione 28) ed è stata dimensionata con DN 140 mm in PEAD PN10 (diametro interno 123,4 mm).

FUNZIONALITA' A POMPA SINGOLA

TABELLA DEI RISULTATI AI NODI				
NODO	QUOTA (m)	CARICO (m)	PRESSIONE (m)	PORTATA (l/s)*
1	366.9	384.8	17.9	-11.12
2	381.8	382.5	0.8	11.12
* = positiva se uscente dal nodo				

TABELLA DEI RISULTATI AI LATI									
LATO	NODO INIZ.	NODO FIN.	DIAMETRO (mm)	LUNGHEZZA (m)	PERDITE (m)		PORTATA (l/s)	VELOCITA' (m/s)	CADENTE (m/Km)
					CONTINUE	VALVOLA			
1	1	2	123	260	2.32		11.12	0.93	8.94
* = positiva se diretta dal nodo iniziale al nodo finale									
** = dislivello piezometrico / lunghezza del tronco									
*** = distanza dal nodo iniziale									

TABELLA DEI RISULTATI ALLE POMPE					
NODO	RILANCIO IN RETE	POMPA ESTERNA	FUNZIONAMENTO	DELTA H (m)	Q (l/s)
1		X	NORMALE	17.9	11.12

FUNZIONALITA' IN SIMULTANEA POMPE IN PARALLELO

TABELLA DEI RISULTATI AI NODI				
NODO	QUOTA (m)	CARICO (m)	PRESSIONE (m)	PORTATA (l/s)*
1	366.9	386.9	20.1	-15.38
2	381.8	382.5	0.8	15.38
* = positiva se uscente dal nodo				

TABELLA DEI RISULTATI AI LATI									
LATO	NODO INIZ.	NODO FIN.	DIAMETRO (mm)	LUNGHEZZA (m)	PERDITE (m)		PORTATA (l/s)	VELOCITA' (m/s)	CADENTE (m/Km)
					CONTINUE	VALVOLA			
1	1	2	123	260	4.45		15.38	1.29	17.1
* = positiva se diretta dal nodo iniziale al nodo finale									
** = dislivello piezometrico / lunghezza del tronco									
*** = distanza dal nodo iniziale									

TABELLA DEI RISULTATI ALLE POMPE					
NODO	RILANCIO IN RETE	POMPA ESTERNA	FUNZIONAMENTO	DELTA H (m)	Q (l/s)
1		X	NORMALE	20.1	15.38

Come si evince il sistema è in grado di sollevare 11,1 l/s oppure 15,4 l/s, a seconda della portata affluente alla stazione.

In caso di tempo asciutto e portata Q_m si avrà un afflusso da 3 l/s ed entrerà in funzione una sola pompa. Si avrà, considerando che il volume di accumulo previsto per la vasca liquami è di 4 mc:

- tempo di riempimento = 0,37 ore
- tempo di svuotamento (pompa A o B) = 0,137 ore
- tempo di ciclo = 0,507 ore
- n° orario di accensioni = 1,97

In caso di tempo asciutto e portata Q_{min} si avrà un afflusso da 1 l/s ed entrerà in funzione una sola pompa. Si avrà, considerando che il volume di accumulo previsto per la vasca liquami è di 4 mc:

- tempo di riempimento = 1,11 ore
- tempo di svuotamento (pompa A o B) = 0,137 ore
- tempo di ciclo = 1,248 ore
- n° orario di accensioni = 0,80

In caso di tempo piovoso e portata Q_{pp} si avrà un afflusso da 15 l/s ed entreranno in funzione due pompe in simultanea. Si avrà, considerando che il volume di accumulo previsto per la vasca liquami è di 4 mc:

- tempo di riempimento = 0,074 ore
- tempo di svuotamento (pompa A + B) = 0,072 ore
- tempo di ciclo = 0,146 ore
- n° orario di accensioni = 6,83

Le pompe sommergibili sono progettate per sopportare fino ad un massimo di 9 avviamenti orari e quindi i parametri di progetto appaiono assolutamente corretti.

2.7 CONDOTTA DI POMPAGGIO

La condotta, come detto, è in PEAD PN 10 DN 140 mm, di lunghezza 260 m circa.

In condizioni di portata con una sola pompa la perdita di carico complessiva risulta di 2,32 m (cadente di 8,94 m/Km).

In condizioni di portata con le pompe in simultanea la perdita di carico complessiva risulta di 4,45 m (cadente di 17,1 m/Km).

2.8 CONDOTTA A PRESSIONE NATURALE BRISINO - PASSERA

In sezione 28 il tracciato abbandona la via S. Caterina e si inoltra per un tratto nella strada comunale della Sacca, per poi dirigersi, dalla sezione 37, entro una zona boscata di proprietà privata, che con una ripida discesa raggiunge la sottostante strada comunale del Bo (sezione 42). Da sezione 28 a sezione 42, in circa 212 m di percorso, viene coperto in discesa un dislivello di 73,5 m. Si dispone quindi di una pressione naturale che ha condotto alla scelta di installare, nel tratto, una condotta funzionante in pressione sfruttando la disponibilità predetta.

La condotta progettata è in PEAD PN 10 DN 140 mm (diametro interno mm 123,4), che con la cadente disponibile di 73,6 m è in grado di trasferire una portata massima di ben 69,3 l/s. Si è deciso di mantenere un diametro abbondante per facilitare eventuali operazioni di spurgo e/o di manutenzione, pur potendo installare in realtà una tubazione di diametro inferiore.

CONDOTTA A PRESSIONE NATURALE

TABELLA DEI RISULTATI AI NODI				
NODO	QUOTA (m)	CARICO (m)	PRESSIONE (m)	PORTATA (l/s)*
1	382.7	382.8	0.1	-69.26
2	309.1	309.2	0.1	69.26
* = positiva se uscente dal nodo				

TABELLA DEI RISULTATI AI LATI									
LATO	NODO INIZ	NODO FIN.	DIAMETRO (mm)	LUNGHEZZA (m)	PERDITE (m)		PORTATA (l/s)	VELOCITA' (m/s)	CADENTE (m/Km)
					CONTINUE	VALVOLA			
1	1	2	123	212	73.6		69.26	5.79	346.65
* = positiva se diretta dal nodo iniziale al nodo finale									
** = dislivello piezometrico / lunghezza del tronco									
*** = distanza dal nodo iniziale									

2.9 CONDOTTA A GRAVITA' IN PASSERA

Il tratto finale del sistema di tubazioni di collettamento è realizzato sulla strada comunale del Bo e poi sulla via Lombartino in Passera. Da sezione 42 a sezione 57, per una distanza di circa 285 m si installerà una condotta in PEAD strutturale corrugato DE 250 mm SN8, che scaricherà direttamente nel manufatto di origine della tubazione che da Passera scende verso la litoranea. Il tratto con minore pendenza è quello sulla via Lombartino, con livelletta dello 0,3%. La tabella sottostante illustra la verifica idraulica della tubazione, che risulta positiva.

TRATTO 2		BRI + MAG
da sez. a sez.		42..57
n° civili diretti	N	358
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	358
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	1.240
punta massima diretta	Qpp	6.199
portata minima diretta	Qmin	0.620
n° civili totali	N	866
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	866
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	2.999
punta massima totale	Qpp	14.995
portata minima totale	Qmin	1.499
Qm a monte tronco	Qm	0.000
Qpp a monte tronco	Qpp	0.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.218
tipo materiale	250	CORR
pendenza		0.003
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.055
m di Kutter	m	0.120
c	c	66.049
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.037
contorno bagn. Co	Co	0.685
Qo (mc/s)	Qo	0.032
Qm di calcolo		2.999
Qpp di calcolo		14.995
Qmin di calcolo		1.499
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	218
Qo finale (l/s)	Qo	31.51
Qm/Qo %		9.518
Qpp/Qo %		47.591
Qmin/Qo %		4.759

2.10 CONDOTTA A GRAVITA' RICEVENTE IN PASSERA

Il sistema di condotte che sottenderà anche gli scarichi di Magognino e Brisino è stato progettato e realizzato tra il 2008 ed il 2010 per collegare la frazione Passera ai collettori della strada litoranea del lago Maggiore, che afferiscono al depuratore centralizzato di Solcio di Lesa.

La tratta delle canalizzazioni che riceveranno le acque in progetto, che sono suddivise nelle seguenti porzioni:

- canalizzazione in sx del rio Vignolino,
- canalizzazione sulla via Vignolo.

Esaminati gli atti di progetto delle suddette opere, i tratti con minore pendenza risultano i seguenti:

- canalizzazione in sx del rio Vignolino - tratto in PEAD Strutturale Corrugato DN 250 mm - pendenza 5,21%
- canalizzazione sulla via Vignolo - tratto in PEAD Strutturale Corrugato DN 300 mm - pendenza 0,5%.

La portata massima di progetto è stata fissata all'epoca ai seguenti valori:

- canalizzazione in sx del rio Vignolino - 3,0 l/s
- canalizzazione sulla via Vignolo - 6,3 l/s

Le verifiche idrauliche condotte, considerando i maggiori apporti di 15 l/s in condizioni Q_{pp} , mostrano parametri funzionali assolutamente accettabili, come dimostrato nelle seguenti tabelle.

TRATTO 3		VIGNOLINO
da sez. a sez.		
n° civili diretti	N	0
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	0
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	0.000
punta massima diretta	Qpp	0.000
portata minima diretta	Qmin	0.000
n° civili totali	N	866
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	866
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	2.999
punta massima totale	Qpp	14.995
portata minima totale	Qmin	1.499
Qm a monte tronco	Qm	0.600
Qpp a monte tronco	Qpp	3.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.218
tipo materiale	250	CORR
pendenza		0.052
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.055
m di Kutter	m	0.120
c	c	66.049
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.037
contorno bagn. Co	Co	0.685
Qo (mc/s)	Qo	0.131
Qm di calcolo		3.599
Qpp di calcolo		17.995
Qmin di calcolo		1.499
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	218
Qo finale (l/s)	Qo	131.30
Qm/Qo %		2.741
Qpp/Qo %		13.705
Qmin/Qo %		1.142

TRATTO 4		VIGNOLO
da sez. a sez.		
n° civili diretti	N	0
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	0
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	0.000
punta massima diretta	Qpp	0.000
portata minima diretta	Qmin	0.000
n° civili totali	N	866
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	866
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	2.999
punta massima totale	Qpp	14.995
portata minima totale	Qmin	1.499
Qm a monte tronco	Qm	1.260
Qpp a monte tronco	Qpp	6.300
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.271
tipo materiale	315	CORR
pendenza		0.005
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.068
m di Kutter	m	0.120
c	c	68.445
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.058
contorno bagn. Co	Co	0.851
Qo (mc/s)	Qo	0.073
Qm di calcolo		4.259
Qpp di calcolo		21.295
Qmin di calcolo		1.499
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	271
Qo finale (l/s)	Qo	72.63
Qm/Qo %		5.864
Qpp/Qo %		29.321
Qmin/Qo %		2.065

Si osserva che nel progetto richiamato la stima della portata scaricata da Passera è stata effettuata con estrema abbondanza, in quanto le tabelle dello "studio dell'acquedottistica dell'alto Vergante" mostrano per Passera una popolazione di soli 254 ab (compresa la località La Sacca), cui corrisponderebbero portate dell'ordine di $Q_n = 0,9$ l/s, $Q_{pp} = 4,5$ l/s, di molto inferiori a quelle di dimensionamento assunte nei progetti di fine anni 2000.

2.11 CONDOTTA A GRAVITA' CAMPINO - LOITA

Per la fognatura da Campino a Loita si espongono le tabelle relative ai due tratti con maggiore o minore pendenza di posa, rispettivamente pari a 19,5% (tratto immediatamente a valle del

sovrappasso autostradale) e 0,1% (tratto di massima soggiacenza a monte del sovrappasso delle gallerie autostradali).

Per la rete esistente di Loita si è verificata la tubazione in gres ceramico DN 350 mm esistente con pendenza 1%, come tratto significativo dell'intero collegamento ai collettori ex consorzio di Baveno.

Per questi ultimi si è già giustificata l'idoneità al ricevimento dei reflui, in quanto prevista nel progetto originario del 1986.

TRATTO 1		Campino max pendenza
da sez. a sez.		50 - 52
n° civili diretti	N	481
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	481
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	1.666
punta massima diretta	Qpp	8.328
portata minima diretta	Qmin	0.833
n° civili totali	N	481
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	481
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	1.666
punta massima totale	Qpp	8.328
portata minima totale	Qmin	0.833
Qm a monte tronco	Qm	0.000
Qpp a monte tronco	Qpp	0.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.3
tipo materiale	300	PEAD
pendenza		0.195
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.075
m di Kutter	m	0.250
c	c	52.277
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.071
contorno bagn. Co	Co	0.942
Qo (mc/s)	Qo	0.447
Qm di calcolo		1.666
Qpp di calcolo		8.328
Qmin di calcolo		0.833
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	300
Qo finale (l/s)	Qo	446.66
Qm/Qo %		0.373
Qpp/Qo %		1.865
Qmin/Qo %		0.186

TRATTO 2		Campino
da sez. a sez.		min pendenza
n° civili diretti	N	481
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	481
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	1.666
punta massima diretta	Qpp	8.328
portata minima diretta	Qmin	0.833
n° civili totali	N	481
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	481
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	1.666
punta massima totale	Qpp	8.328
portata minima totale	Qmin	0.833
Qm a monte tronco	Qm	0.000
Qpp a monte tronco	Qpp	0.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.3
tipo materiale	300	PEAD
pendenza		0.001
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.075
m di Kutter	m	0.250
c	c	52.277
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.071
contorno bagn. Co	Co	0.942
Qo (mc/s)	Qo	0.032
Qm di calcolo		1.666
Qpp di calcolo		8.328
Qmin di calcolo		0.833
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	300
Qo finale (l/s)	Qo	31.99
Qm/Qo %		5.208
Qpp/Qo %		26.038
Qmin/Qo %		2.604

TRATTO 3		Loita
da sez. a sez.		esistente
n° civili diretti	N	370
n° eq.nti diretti	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	370
dotazione idrica (l/ab gg)	d	374
coefficiente di scarico	fi	0.80
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media diretta	Qm	1.281
punta massima diretta	Qpp	6.406
portata minima diretta	Qmin	0.641
n° civili totali	N	851
n° eq.nti totali	Ne	0
n° totali serviti diretti	Nt	851
durata scarico civile (ore/24)	ore	24
durata scarico ind. (ore/24)	ore	24
coeff. Punta massima	pc	5
coeff. Punta massima	pi	5
portata nera media totale	Qm	2.947
punta massima totale	Qpp	14.735
portata minima totale	Qmin	1.473
Qm a monte tronco	Qm	0.000
Qpp a monte tronco	Qpp	0.000
Qmin a monte tronco	Qmin	0.000
diametro interno (m)	d	0.35
tipo materiale	350	GRES
pendenza		0.010
raggio idr. Ro (m)	Ro	0.088
m di Kutter	m	0.250
c	c	54.196
sez. tot. tubo (mq)	Ao	0.096
contorno bagn. Co	Co	1.099
Qo (mc/s)	Qo	0.154
Qm di calcolo		2.947
Qpp di calcolo		14.735
Qmin di calcolo		1.473
risultato		regolare
diam. scelto (mm)	d	350
Qo finale (l/s)	Qo	154.16
Qm/Qo %		1.912
Qpp/Qo %		9.558
Qmin/Qo %		0.956

Come si evince dalla lettura delle tabelle, la canalizzazione di collegamento sopporta una portata massima di punta di circa 8 l/s, che portano ad un riempimento variabile nella canalizzazione da un minimo del 1,8% ad un massimo del 26% (tratto a minima pendenza).

La tubazione esistente a valle di Loita (collegamento verso Baveno) ha una portata massima dell'ordine dei 15 l/s, che si traducono in un riempimento di poco inferiore al 10%.

Se ne deduce la piena idoneità di questa all'accoglimento delle maggiori portate immesse, che riducono in modo marginale la capacità di portata complessiva del sistema.

In condizioni di scarico normali le percentuali scendono fortemente, attestandosi al 0,4% per il tratto a maggiore pendenza del collettore, al 5% circa per il tratto a minore pendenza ed a solo il 2% per la rete esistente in Loita.

3. VERIFICA STATICA PONTE CANALE SUL RIO DELLA SACCA

Il ponte canale con cui la fognatura Magognino - Brisino scavalca il rio della Sacca (s.p. n° 38 Km 1+230) utilizzerà come trave portante una tubazione in acciaio DN 450 mm di spessore 8 mm, in grado di sostenere abbondantemente tutti i carichi di progetto con una freccia di inflessione molto bassa, compatibile quindi con l'esigenza di mantenere una deformata minima della livelletta di progetto della condotta fognaria.

La tabella sottostante illustra i risultati delle verifiche statiche.

GUAINA 450 MM				
luce libera di inflessione	m	17.7		
tubo guaina in acciaio	mm	457		
spessore guaina	mm	8		
peso guaina	Kg/m	88.6		
sezione	cmq	113		
I	cm ⁴	284446		
W	cm ³	1245		
superficie esterna	mq/m	1.44		
peso tubo PEAD 250 mm	Kg/m	17		
diametro interno	mm	218		
peso interno acqua a tubo pieno	Kg/m	37.30634		
peso rivestimento coibente	Kg/m	10		
peso totale lineare q	Kg/m	152.90634		
momento flettente	Kgm	5988.003407		
	Kgcm	598800.3407		
taglio	Kg	1353.221109		
sollecitazione per flettente	Kg/cm ^q	480.9641291	<	1600
sollecitazione per taglio	Kg/cm ^q	11.97540804	<	1600
sollecitazione composta	Kg/cm ^q		<	1600
inflessione centro ponte	cm	0.327143438		
blocco di fondazione 1*1*1				
peso	Kg	2500		
taglio	Kg	1353.221109		
sforzo normale complessivo	Kg	3853.221109		
sollecitazione al terreno	Kg/cm ^q	0.385322111		

Come si evince il tubo/trave, in schema statico di semplice appoggio alle estremità, presenta sollecitazioni flessionali di circa 480 Kg/cm^q molto inferiori alla resistenza ammissibile di 1.600

Kg/cm^q. In questo senso il coefficiente di sicurezza è pari ad oltre 3.

L'inflessione a centro ponte è di circa 3 mm, ininfluyente rispetto alla livelletta della condotta fognaria.

4. ATTRAVERSAMENTO DEL RIO DELLA SACCA

La condotta fognaria tra Magognino e Brisino scavalcherà in posizione aerea il rio della Sacca tra le sezioni 11 e 14.

In tale punto il rio presenta un ponte stradale ad arco con larghezza dell'alveo "netta" di circa 3 m ed altezza libera di deflusso di circa 5,7 m, essendo l'intradosso dell'arco a quota +432,70 m slm ed il fondo a circa +427,00 m slm.

La pendenza dell'alveo nel tratto è molto forte, ed è stata stimata al valore del 14%.

La tubazione di attraversamento presenta l'intradosso (punto più basso) a quota 432,20 m slm, per cui l'altezza libera rispetto al fondo misura circa m 5,20, valore molto elevato per le condizioni di deflusso del rio.

Il rio della Sacca è stato verificato in termini idrologici nella relazione geologica redatta a compendio del PRG comunale di Stresa nell'anno 2013. Si riportano di seguito le caratteristiche morfologiche ed idrologiche del rio così come direttamente tratte dalla predetta relazione.

6. IDROLOGIA

6.1. PARAMETRI MORFOMETRICI

Vengono di seguito rappresentati i parametri morfometrici dei bacini dei rii presenti nel territorio comunale di Stresa:

	S_b	h_{max}	h_{sez}	h_{med}	L_{ap}	L_{tot}	P_{ap}	D_{dr}	E_{rib}	M_b
I° Senza nome	0.21	600	220	410	0.2	0.2	42,0	0,0	380	0,84
II° Senza nome	0.038	445	250	348	0.24	0.24	45,0	6,3	195	0,97
III° Senza nome	0.10	605	255	430	0.3	0.36	46,0	3,5	350	1,11
IV° Senza nome	0.023	445	270	358	0.14	0.14		6,0	175	1,14
V° Senza nome	0.17	850	355	603	0.52	0.52		3,0	495	1,18
R. Castagno	0.17	755	335	545	1.12	1.12		6,7	420	1,03
R. Confine	0.53	980	390	770	1.25	1.46		2,7	590	0,81
R. Ghetto	0.37	990	196	593	2.01	2.11		5,7	794	1,30
R. Ghidogna	0.59	975	340	658	1.54	1.54		2,6	635	0,83
R. Loyta	0.21	850	380	615	1.16	1.16		5,4	470	1,01
R. Madonna della Neve	0.19	850	350	600	0.98	0.98		5,0	500	1,13
R. Rampolino	0.9	980	250	710	1.66	3.32	29,0	3,7	730	0,77
T. Roddo apice (S1)	1.24	845	260	555	1.83	4.75	21,2	3,8	585	0,52
T. Roddo ponte (S2)	2.21	920	220	545	2.36	8.19	13,0	3,7		-
T. Roddo foce (S3)	2.39	920	196	520	2.84	8.68	11,2	3,6		-
R. Monti	0.11	520	210	365	0.49	0.72	35,0	6,3	310	0,92
R. Selvalunga apice (S4)	0.76	920	305	597	1.32	2.53	33,0	3,3	615	0,71
R. Selvalunga foce (S5)	0.85	920	238	565	1.69	2.91	17,2	3,4		-
R. Valeggio	0.17	720	335	528	0.41	0.41		2,4	385	0,94
VI° Senza nome	0.024	335	225	280	0.2	0.2		8,4	110	0,70
R. Gabuso	0.08	405	209	310	0.37	0.4	27,0	6,0	196	0,69
R. Rosmini	0.031	320	210	265	0.19	0.2	21,8	8,0	110	0,63
R. Falchetti	0.26	585	194	390	0.68	0.7		2,9	391	0,77
VII° Senza nome	0.28	575	194	385	0.76	1.22		4,4	381	0,72
R. Berta	0.28	565	210	401	0.65	0.65	20,2	2,8	355	0,74
T. Crèe	1.18	572	217	393	1.53	2.25	21,2	1,9	355	0,33
T. Fiumetta	0.62	595	250	423	1.05	1.48	25,7	2,4	345	0,44
R. Morasca Miseria	0.21	600	228	414	0.6	0.6	27,0	2,9	372	0,81
R. Ostino	0.24	545	210	378	0.86	0.86	26,8	3,6	335	0,68
R. Percareccia	0.093	530	375	453	0.39	0.47		5,0	155	0,51
R. Ranco	0.62	560	194	377	1.75	1.88		3,0	366	0,47
R. Roggetta	0.3	580	210	395	1.14	1.54		5,1	370	0,68
R. Ronco	0.013	305	200	253	0.16	0.16		11,9	105	0,90
R. della Sacca	0.44	555	210	383	1.68	2.8	20,0	6,4	345	0,52
R. Sale	0.09	515	194	355	0.38	0.38		4,2	321	1,07
R. Vignolino	0.028	385	225	305	0.16	0.16		5,8	160	0,96
R. Vignolo	0.032	315	194	255	0.31	0.31		9,7	121	0,68

Tabella 1 – Parametri morfometrici dei bacini

dove:

S_b : superficie bacino (km²)

h_{max} : altezza massima bacino (m s.l.m.)

h_{med} : altezza media bacino (m s.l.m.)

h_{sez} : altezza sezione (m s.l.m.)

L_{ap} : lunghezza asta principale (km)

L_{tot} : lunghezza totale aste torrentizie (km)

P_{ap} : pendenza asta principale (%)

D_{dr} : densità di drenaggio (1/km)

E_{rib} : energia del rilievo del bacino (m)
 M_b : indice di Melton

Nella seguente tabella sono indicati i parametri morfometrici delle conoidi ricadenti nel territorio di Stresa:

	S_c	h_{apex}	h_{min}	L_{ac}	P_{ac}	P_c	E_{rilc}	Rapporto S_b/S_c
R. Rampolino	0.37	250	194	0.4	13	15.1	56	24,4
T. Roddo completa	0.60	260	194	1.0	6.0	6.2	66	2,1
T. Roddo attiva	0.17	218	194	0.52	4.6	4.6	24	
R. Monti	0.003	210	194	0.1	14.3	14.5	16	32,2
R. Selvalunga	0.17	305	205	0.41	16.1	16.9	100	4,3
R. Ostino	0.008	210	194	100	16.0	17.7	16	29,3
R. Roggetta	0.006	210	194				16	46,4
R. della Sacca	0.009	210	194	140	11,4	11,4	16	47,5

Tabella 2 – Parametri morfometrici delle conoidi

S_c : superficie conoide (km²)
 L_{ac} : lunghezza asta principale (km)
 h_{apex} : altezza apice di conoide (m s.l.m.)
 h_{min} : altezza minima bacino (m s.l.m.)
 E_{rilc} : energia del rilievo della conoide (m)
 P_{ac} : pendenza asta in conoide (%)
 P_c : pendenza conoide (%)

6.2. ANALISI IDROLOGICA: AFFLUSSI - DEFLUSSI

Per quanto concerne le precipitazioni i dati raccolti dall'Istituto Idrobiologico di Pallanza indicano per il territorio in esame una piovosità media annua variabile dai 2100 ai 2400 mm annui e decrescente da O verso E; tale piovosità corrisponde ad un afflusso medio di 71 l/s per km² di bacino. Per quanto riguarda il regime delle precipitazioni si può osservare che esistono due minimi in corrispondenza dell'estate e dell'inverno. Tuttavia, mentre il massimo primaverile è sempre presente, il massimo autunnale può a volte mancare. Il periodo più asciutto è in genere quello invernale, anche se bisogna osservare che, a causa delle notevoli presenze turistiche, è la siccità estiva a provocare i disagi maggiori.

Un'ulteriore analisi degli afflussi è quella relativa all'evento verificatosi l'8 luglio 1996 che ha interessato principalmente i corsi d'acqua dell'adiacente comune di Baveno è illustrato nella "Analisi delle precipitazioni dell'evento alluvionale dell'8 luglio 1996" a cura di I. Isoli e A. Sassi a cui si rimanda. Dall'esame degli afflussi, tramite elaborazioni statistiche è stato possibile ricavare le relazioni rappresentative delle curve di possibilità climatica relative all'areale interessato dall'evento, per durate comprese tra a 10' e 60'. Sono stati anche ricavati i parametri "a" e "n" validi per lo stesso areale per diversi tempi di ritorno e riportati nella seguente tabella:

10		50		100		200		500	
a	n	a	n	a	n	a	n	a	n
62.1	0.68	79.8	0.63	89.0	0.64	96.8	0.64	107.0	0.63

Tabella n. 3 - Parametri a ed n a diversi tempi di ritorno per durate comprese tra 10' e 60''

I parametri sopraindicati devono essere considerati come cautelativi per il metodo con cui sono stati ricavati (analisi probabilistica su più stazioni), ma si ritiene che, per la tipologia delle precipitazioni che interessano questa zona, sia più opportuno osservare criteri assai

conservativi. Per confronto, solamente nel caso dei bacini più grandi: Rio Roddo, Rio Selvalunga (o Molino), Rio Rampolino (o Fosso del Buco Marcio) e Rio Crée, si sono anche utilizzati i valori di "a" e "n" ricavati con il metodo della regionalizzazione proposto dall'Autorità di Bacino del Po per l'areale in questione.

Nella tabella successiva sono riportati i valori di "a" ed "n" per i bacini menzionati ottenuti con questo metodo; le celle (aree omogenee ad ugual valore di "a" e "n") identificate dal PAI in cui sono compresi i bacini sono la CC59, CC60, CD59 e CD60.

	20		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	a	n
R. Rampolino	65,06	0,417	83,20	0,414	90,93	0,413	101,16	0,413
T. Roddo	64,81	0,406	82,92	0,403	90,63	0,402	100,84	0,401
R. Selvalunga (Molino)	64,84	0,408	82,95	0,405	90,67	0,404	100,88	0,404
T. Crée	64,05	0,385	82,00	0,380	89,65	0,379	99,77	0,377

Tabella n. 4 – Parametri a ed n ottenuti con il metodo della regionalizzazione a diversi tempi di ritorno

Tali valori sono stati ottenuti moltiplicando il valore di "a" e "n" della cella di riferimento per la superficie della porzione di bacino che la occupa, sono stati sommati tra loro e successivamente divisi per la superficie totale del bacino: i valori ricavati di "a" ed "n" per ogni tempo di ritorno risultano derivare quindi dalla media ponderata dei valori del PAI presenti nell'areale occupato da ogni bacino.

Si può osservare che i valori a delle precipitazioni di durata oraria sono assolutamente simili nei due metodi proposti mentre sono molto diversi i valori dell'esponente n. Ciò dipende dal fatto che il metodo regionale riguarda corsi d'acqua con tempi di corrivazione compresi fra 1 e 24 ore, mentre il metodo proposto è tarato sull'evento dell'8 Luglio 96 (confermato fra l'altro dall'evento del 17 Luglio 2009), riguarda prevalentemente corsi d'acqua con tempi di corrivazione compresi fra 10' e 60'.

6.2.1. CALCOLO DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Il calcolo delle portate di massima piena determinate dai vari prevedibili afflussi alla rete può essere effettuato in vari modi. Per tale calcolo, in carenza di una serie di misure sufficientemente lunga e affidabile, si è utilizzato il metodo cinematico ritenuto il più affidabile per le caratteristiche dei corsi d'acqua in esame. Tale metodo consente di valutare la massima portata di un corso d'acqua in relazione ad un evento critico attraverso la seguente relazione:

$$Q_{max} = 0.277 \varphi C_r \varepsilon P_c S / t_c$$

dove:

- S: superficie del bacino
- φ : coefficiente di deflusso
- C_r : coefficiente di ragguaglio
- ε : coefficiente di evapotraspirazione
- t_c : tempo di corrivazione
- P_c : pioggia critica

Il metodo si basa sulle considerazione che una precipitazione, purché uniformemente distribuita, produce colmi di piena sempre crescenti fintanto che la sua durata non superi il

tempo di corrivazione mentre per durate $t_r > t_c$ la portata, una volta raggiunta la portata massima, si mantiene approssimativamente costante per un intervallo $\Delta = t_r - t_c$ (onda di piena trapezia).

Di seguito sono illustrate le metodologie utilizzate per la valutazione dei parametri necessari all'applicazione di tale metodo.

Coefficiente di ragguaglio

Sulla base di esperienze precedenti per bacini con caratteristiche morfometriche simili a quelle dei rii in esame e secondo quanto consigliato dal Weather Bureau si è ritenuto opportuno utilizzare un coefficiente di ragguaglio di 0.9.

Coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso si definisce come il rapporto fra il volume dell'acqua che defluisce attraverso una data sezione e il corrispondente afflusso in un certo arco di tempo. Il coefficiente di deflusso ϕ può essere considerato come il prodotto di numerosi coefficienti, tra cui i principali sono i seguenti (Gabella):

$$\phi = \phi_c \phi_p \phi_i$$

dove :

ϕ_c : coefficiente dipendente dalla copertura vegetale

ϕ_p : coefficiente dipendente dalla permeabilità dei terreni

ϕ_i : coefficiente dipendente dalla pendenza del terreno

I risultati ottenuti per i corsi d'acqua in esame si aggirano attorno a valori di circa 0.8, superiori a quello annuo.

Coefficiente di evapotraspirazione

Il coefficiente di evapotraspirazione ε si definisce come rapporto fra gli afflussi che effettivamente alimentano la rete e gli afflussi piovuti e sta ad indicare la frazione di acqua perduta per evapotraspirazione. Trattandosi di scrosci di elevatissime intensità che avvengono in genere nell'ambito di precipitazioni intense della durata di qualche ora e che determinano condizioni di umidità relativa dell'area prossime al 100%, si può ritenere trascurabile la percentuale di pioggia evaporata durante la durata critica, e quindi di può assumere $\varepsilon = 1$.

Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è il tempo necessario perché, in un dato bacino tutte le particelle d'acqua defluenti giungano alla sezione sottesa. In mancanza di disponibilità di ietogrammi e di idrogrammi di ciascun evento, che consentirebbe una misura diretta del tempo di corrivazione (attraverso la differenza dei tempi intercorrenti fra i massimi degli scrosci e gli inizi dei colmi di piena) occorre ricorrere ai metodi alternativi basati sulle analisi delle velocità di movimento delle particelle liquide.

Il metodo qui utilizzato è quello di Visentini e Giandotti:

$$t_c = \frac{4 \sqrt{S} + 1.5 L}{0.8 \sqrt{H_{med} - H_{min}}}$$

Si tratta di una formula tarata su numerose esperienze reali che utilizza parametri facilmente misurabili. Di seguito sono riportate le tabelle riassuntive che raccolgono i risultati ottenuti, con i valori di pioggia critica e di portata ottenuti per i corsi d'acqua dell'area; la prima tabella riporta tali valori per tutti i corsi d'acqua, la seconda riporta, per confronto, i valori di pioggia critica e di portata calcolati, per i bacini maggiori, partendo dai valori di "a" e "n" ottenuti con il metodo della regionalizzazione.

	10		50		100		200		500		
	t_c	P_c	Q_{max}								
I° Senza nome	0,16	18,2	4,5	25,6	6,4	28,1	7,0	30,5	7,6	34,3	8,6
II° Senza nome	0,14	16,7	0,9	23,6	1,2	25,8	1,4	28,1	1,5	31,6	1,7
III° Senza nome	0,16	18,1	2,3	25,5	3,2	27,9	3,5	30,4	3,8	34,2	4,3
IV° Senza nome	0,11	13,8	0,6	19,8	0,8	21,6	0,9	23,5	1,0	26,6	1,1
V° Senza nome	0,20	20,5	3,7	28,6	5,1	31,4	5,6	34,1	6,1	38,3	6,9
Rio Castagno	0,29	26,5	3,1	36,3	4,2	39,9	4,6	43,4	5,1	48,6	5,7
Rio Confine	0,31	27,9	9,7	38,0	13,2	41,9	14,5	45,5	15,8	50,9	17,6
Rio Ghetto	0,34	30,0	6,5	40,6	8,8	44,9	9,7	48,8	10,6	54,5	12,0
Rio Ghidogna	0,38	32,0	9,9	43,2	13,4	47,7	14,8	51,8	16,1	57,9	18,0
Rio Loyta	0,29	27,0	3,9	36,9	5,4	40,6	5,9	44,2	6,4	49,4	7,2
Rio Madonna della Neve	0,26	24,6	3,8	33,8	5,2	37,2	5,7	40,5	6,2	45,4	6,9
Rio Rampolino	0,37	31,3	15,3	42,4	20,7	46,8	22,9	50,9	24,9	56,8	28,8
T. Roddo apice (S1)	0,52	39,8	19,0	52,8	25,2	58,6	27,9	63,7	30,4	70,9	34,8
T. Roddo ponte (S2)	0,66	46,7	31,2	61,3	41,0	68,0	45,5	74,0	49,5	82,1	55,0
T. Roddo foce (S3)	0,73	49,9	32,8	65,2	42,8	72,5	47,6	78,8	51,7	87,4	57,4
Rio Monti	0,21	21,5	2,3	29,9	3,2	32,8	3,6	35,7	3,9	40,1	4,4
Rio Selvalunga apice (S4)	0,40	33,1	12,7	44,6	17,1	49,3	18,9	53,6	20,5	59,8	22,9
Rio Selvalunga foce (S5)	0,43	35,1	13,8	47,1	18,5	52,1	20,5	56,6	22,3	63,1	24,8
Rio Valeggio	0,20	21,0	3,4	29,2	4,8	32,1	5,3	34,9	5,7	39,2	6,4
VI° Senza nome	0,16	16,7	0,5	23,7	0,6	25,9	0,7	28,2	0,8	31,8	0,9
Rio Gabuso	0,22	21,9	1,6	30,4	2,3	33,4	2,5	36,2	2,7	40,7	3,0
Rio Rosmini	0,17	18,3	0,6	25,7	0,9	28,3	1,0	30,8	1,1	34,7	1,2
Rio Falchetti	0,27	25,7	4,8	35,2	6,6	38,7	7,3	42,1	8,0	47,2	8,9
VII° Senza nome	0,29	27,1	5,1	37,0	7,0	40,7	7,7	44,3	8,3	49,6	9,3
Rio Berta	0,30	27,5	4,2	37,5	5,7	41,3	6,3	44,9	6,9	50,3	7,7
T. Crèe	0,62	45,0	17,0	59,3	22,4	65,8	24,9	71,5	27,1	79,5	30,1
T. Fiumetta	0,45	36,1	9,9	48,2	13,2	53,4	14,7	58,0	15,9	64,7	17,8
Rio Morasca Miseria	0,25	24,4	4,0	33,6	5,6	36,9	6,1	40,2	6,7	45,0	7,5
Rio Ostino	0,31	28,2	4,3	38,4	5,9	42,4	6,5	46,1	7,0	51,5	7,9
Rio Percareccia	0,26	24,6	1,8	33,8	2,4	37,2	2,7	40,4	2,9	45,3	3,3
Rio Ranco	0,53	40,5	9,3	53,7	12,4	59,5	13,7	64,7	14,9	72,0	16,6
Rio Roggetta	0,36	30,9	5,2	41,8	7,0	46,2	7,1	50,2	8,4	56,1	9,4
Rio Ronco	0,12	14,8	0,3	21,1	0,5	23,1	0,5	25,1	0,6	28,4	0,6
Rio della Sacca	0,49	38,3	6,8	51,0	9,1	56,5	10,0	61,5	10,9	68,4	12,2
Rio Sale	0,17	18,9	1,9	26,6	2,7	29,1	3,0	31,7	3,2	35,6	3,7
Rio Vignolino	0,13	15,2	0,7	21,7	0,9	23,7	1,0	25,7	1,1	29,1	1,3
Rio Vignolo	0,19	20,0	0,7	28,0	0,9	30,7	1,0	33,4	1,1	37,5	1,3

Tabella n. 5 – Tempi di corrivazione, pioggia critica e portate di massima piena dei bacini esaminati utilizzando i parametri "a" ed "n" ricavati da Isoli e Sassi

Come si può evincere dalla lettura delle pagine estratte dalla relazione geologica, il rio della Sacca ha un bacino di 0,44 Km² che produce, con tempo di ritorno di 200 anni, una portata al colmo di piena valutata in 10,9 mc/s alla foce a lago.

Assumendo che detta portata sia la stessa al ponte della s.p. 38 (ipotesi molto cautelativa), nella sezione del ponte questa transiterà con una altezza idrometrica che dipende dalla sezione netta, dalla scabrezza e dalla pendenza del fondo alveo.

Implementando un calcolo in moto uniforme con i dati esposti ad inizio capitolo, anch'essi tutti presi con cautela rispetto allo stato dei luoghi, l'altezza idrometrica si attesterebbe a circa 1,4 m, valore molto basso rispetto alla luce libera di deflusso tra la nuova condotta ed il fondo.

Il franco di sicurezza risulterebbe in tali circostanze di 3,8 m, valore di molto superiore al 1 richiesto dalla vigente normativa.

L'attraversamento risulta quindi idraulicamente compatibile pur essendo collocato leggermente al di sotto del punto di volta del ponte.

Di seguito si riporta la scala di deflusso elaborata per il ponte (in ascisse la portata in mc/s, in ordinate l'altezza idrometrica in m).

