



CONSORZIO DI BONIFICA TERRE D'APULIA

LAVORI PER IL RIPRISTINO DELLA CONTINUITA' IDRAULICA DELLA LAMA SAN GIORGIO

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione idraulica - idrologica

Tav. A2	Marzo 2011	
---------	------------	--

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Giovanni MARINELLI

IL PROGETTISTA

Dott. Ing. Giuseppe CORTI

INDICE

1.0	PREMESSA.....	2
2.0	VERIFICHE IDRAULICHE PER LE PORTATE DI TEMPO ASCIUTTO	3
2.1	Verifica della savanella	4
2.2	Verifica attraversamenti di progetto	7
2.3	Verifica tratti tombati	10
3.0	VERIFICA ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI	11
3.1	Analisi morfologica	11
3.2	Determinazione delle portate di piena	14
3.3	Verifiche idrauliche	16

1.0 PREMESSA

Il principale fine della presente progettazione è quello di ripristinare la continuità idraulica della Lama San Giorgio anche al fine di permettere il transito delle portate rilasciate degli impianti di depurazione di Gioia del Colle, Putignano, Casamassima e Sammichele di Bari ed iniziare un contemporaneo processo di riordino e di eliminazione di alcuni degli impedimenti che oggi fanno della lama un sito che non risponde più ai requisiti originari.

Lo scopo principale è infatti quello di restituire continuità idraulica alla lama San Giorgio e ripristinare la naturalità di quei tratti di lama che, a causa di una gestione scellerata protratta negli anni, sono stati fortemente modificati. Vi sono infatti alcuni tratti di lama adibiti a coltivazione di tipo intensiva e altri in cui, la presenza di opere antropiche, riduce pericolosamente la sezione trasversale ed impedisce il naturale transito delle portate.

Il dimensionamento idraulico delle opere, nel seguito esposto, quindi non è riferito al problema della messa in sicurezza idraulica della Lama e delle intersezioni con la viabilità esistente ovvero non consente di eliminare le condizioni di rischio relative alle portate di piena.

Nonostante ciò si è ritenuto opportuno, per completezza di informazione, condurre uno studio idrologico ed una verifica idraulica delle sezioni interessate dagli attraversamenti, anche non oggetto di intervento, al fine di evidenziare quelle situazioni di pericolo che dovranno essere tenute in conto con diversi e successivi interventi.

2.0 VERIFICHE IDRAULICHE PER LE PORTATE DI TEMPO ASCIUTTO

Tutte le verifiche idrauliche sono state svolte in condizione di regime di moto uniforme tramite l'applicazione della formula di Chezy.

Nell'applicazione della formula suddetta è stata adottata l'espressione di Gauckler Strickler per il coefficiente di resistenza al moto, pertanto la formula ha assunto l'espressione:

$$Q = \omega c R^{2/3} i^{1/2}$$

ove

ω è la sezione liquida in m^2 ;

c è il coefficiente di resistenza al moto, $m^{1/3}/s$;

R il raggio idraulico in m ;

i è la pendenza del fondo alveo.

Il coefficiente di resistenza al moto di Gauckler Strickler è stato assunto, pari a $40 m^{1/3}/s$ in relazione alla tipologia di terreno della lama caratterizzata dalla presenza di vegetazione sul fondo e sulla spalle.

Per quanto concerne invece le verifiche degli attraversamenti e dei tratti tombati di progetto è stato considerato un coefficiente di resistenza al moto di Gauckler Strickler pari a $60 m^{1/3}/s$.

Per definire il valore delle portate di verifica in tempo asciutto corrispondenti alle portate scaricate dai depuratori, si è suddivisa la lama in quattro tronchi considerando che, a partire dalla sezione immediatamente a valle di ogni scarico, la portata transitante è data dalla somma della portata dello scarico in questione e di quelle rilasciate dagli impianti posti a monte.

I valori delle portate che saranno rilasciate in lama dai depuratori per i quali è previsto lo scarico in lama sono di seguito elencate:

- Impianto di GIOIA DEL COLLE → $Q_{media\ 24h} = 267 m^3/h$ pari a circa $0,07 m^3/s$;
- Impianto di SAMMICHELE DI BARI → $Q_{media\ 24h} = 92,27 m^3/h$ pari a circa $0,025 m^3/s$,

- Impianto di PUTIGNANO → $Q_{\text{media } 24\text{h}} = 504 \text{ m}^3/\text{h}$ pari a circa $0,014 \text{ m}^3/\text{s}$;
- Impianto di CASAMASSIMA → $Q_{\text{media } 24\text{h}} = 144 \text{ m}^3/\text{h}$ pari a circa $0,04 \text{ m}^3/\text{s}$.

Sommando le quattro portate si ottiene una portata media complessiva nelle 24h di circa $1000 \text{ m}^3/\text{h}$ corrispondente a **$0,28 \text{ m}^3/\text{s}$** , che transita in lama a partire dalla sezione immediatamente a valle del punto di immissione dell'ultimo depuratore (depuratore di Casamassima) ovvero a valle dell'attraversamento indicato nelle tavole con il codice 15.

La verifica effettuata sui vari tratti di lama da sistemare è stata duplice in quanto effettuata valutando il tirante idraulico sia in corrispondenza della pendenza longitudinale massima che di quella minima dell'alveo.

Si è poi proceduto alla verifica idraulica degli attraversamenti e dei tratti tombati di progetto, al fine di attestare l'idoneità degli stessi a garantire senza ostacoli il normale deflusso delle portate che gli impianti depurativi rilasceranno.

2.1 Verifica della savanella

Nei tratti della Lama ove sarà necessario intervenire per la ricostituzione del deflusso, si è prevista la realizzazione di una savanella centrale di forma trapezia, avente base 2 m ed altezza media di 0,5 m con scarpa a 45° , rivestita con mantellate in calcestruzzo articolato (cfr. tav B9).

Tale tipologia di intervento è consigliabile per agevolare le operazioni di manutenzione, impedire che essa venga nuovamente cancellata e limita la crescita spontanea di vegetazione che potrebbe essere favorita dal maggiore apporto di nutrienti. Sotto questo aspetto, peraltro, non vi sono rischi elevati di fenomeni legati all'apporto di nutrienti agli strati agrari del suolo, in quanto tutte le piattaforme depurative sono dotate dei comparti di trattamento di denitrificazione e di defosfatazione.

Nella definizione delle dimensioni della savanella e dei restanti interventi non si è tenuto in conto la perdita di acqua per infiltrazione: le verifiche condotte nel progetto preliminare hanno messo in evidenza la pressochè totale

impermeabilità dello strato superficiale del terreno, avendo riscontrato una permeabilità media dei terreni attraversati dell'ordine di 10^{-7} m/s. Pertanto si è ipotizzato che tutta l'acqua scaricata dai depuratori sarà convogliata verso il mare; ciò, tuttavia, non esclude che localmente possano riscontrarsi valori di permeabilità maggiore che riducano i deflussi, ma di ciò, in via cautelativa, non si è tenuto conto.

Dunque, in caso di reticolo antropizzato, ovvero per i tratti in cui l'alveo si presenta occupato da colture di qualsiasi tipo e non si configuri quale impluvio, si procederà oltre che all'esproprio della fascia a cavallo della traccia originaria della Lama, alla pulizia con estirpazione di alberature e quanto altro impedisca il deflusso confinato delle acque, e alla realizzazione della savanella centrale a sezione trapezia di cui già detto.

La verifica della sezione trasversale caratterizzata dalla savanella è stata effettuata considerando le portate di tempo asciutto transitanti nei quattro tratti di lama compresi fra due scarichi successivi dei depuratori. L'ultimo tratto è quello che si stende tra lo scarico di Casamassima e la foce della lama nel quale transita la portata scaricata complessivamente dai quattro depuratori ovvero, come già detto, $0,28 \text{ m}^3/\text{s}$.

La definizione dei tratti è riportata in tabella 1 ove per ciascuno è specificato il numero delle sezioni estreme che lo delimitano (sezione di monte e sezione di valle) secondo la numerazione assegnata nelle tavole, i depuratori posti a monte e la corrispondente portata di verifica data dalla somma delle portate scaricate da questi ultimi.

Tratto	Sezione di monte	Sezione di valle	Depuratori che scaricano a monte	Portata di verifica [m ³ /s]
1	1	37	Gioia Del Colle	0,077
2	37	45	Gioia Del Colle Sammichele di B.	0,102
3	45	80	Gioia Del Colle, Sammichele di B. Putignano	0,242
4	80	240	Gioia Del Colle, Sammichele di B. Putignano Casamassima	0,282

Tab.1: Portate di tempo asciutto

Come già detto, le verifiche idrauliche sono state condotte in condizioni di moto uniforme, applicando un coefficiente di scabrezza espresso attraverso formula di Gauckler-Stricklert, pari a $40 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, ed utilizzando sia la pendenza massima che quella minima del fondo valutata lungo il tratto di interesse.

In questo modo per ogni tratto si è ottenuto il tirante minimo ed il tirante massimo; i risultati delle verifiche sono riportati nella tabella che segue.

Tratto	Portata di tempo asciutto [m ³ /s]	i max [%]	Tiranti idrici nella savanella di progetto[m]
		i min [%]	
1	0,077	1.00	0.06
		0.11	0.12
2	0,102	1.18	0.07
		0.29	0.11
3	0,242	3.70	0.08
		0.20	0.20
4	0,282	3.50	0.10
		0.20	0.22

Tab. 2: Risultati delle verifiche della savanella di progetto

Le verifiche hanno evidenziato che la sezione trapezia di base 2 m ed altezza media di 0,5 m risulta largamente verificata al transito delle portate di tempo asciutto: i tiranti idrici che si vengono a creare risultano modesti.

2.2 Verifica attraversamenti di progetto

Lungo tutto l'impluvio principale sono state rilevate complessivamente ben **n. 65 interferenze con la viabilità esistente**.

Di tali intersezioni solo **n. 23 sono costituite da opere d'arte di attraversamento**, mentre le **restanti n. 42 sono assenti** ovvero sono rappresentate da interferenze a raso che intersecano la Lama direttamente sul fondo alveo. In corrispondenza delle 42 intersezioni a raso è stata prevista la realizzazione degli attraversamenti di progetto, dimensionati in riferimento alle portate di tempo asciutto. I risultati di tali verifiche sono riportati in tabella 3.

Per quanto concerne le 23 opere d'arte di attraversamento esistenti invece, è risultato che:

- **n.15** sono costituite da ponti in buone condizioni e largamente verificati al transito della portata di tempo asciutto, pertanto su questi non si prevede alcun intervento;
- **n.4** attraversamenti, sebbene risultano verificati al transito della portata di tempo asciutto, riversano in cattive condizioni di manutenzione, pertanto ne è stata prevista la demolizione e ricostruzione;
- **n.4** attraversamenti risultano non verificati al transito della portata dei depuratori, pertanto se ne è prevista, in analogia a quanto previsto sopra, la demolizione e la realizzazione di nuovi.

Gli attraversamenti di progetto dunque risultano in totale pari a **n. 50** (42 + 4 + 4). Essi saranno realizzati con tombini scatolari in calcestruzzo, **mantenendo invariato il livello stradale attuale** ed approfondendo la quota del fondo lama attraverso la realizzazione di uno scivolo al di sotto dell'attraversamento.

La soluzione progettuale suddetta, ed in particolare la scelta di non variare il livello stradale attuale, consentirà di mantenere immutato il livello di pericolosità idraulica relativa al passaggio delle piene con tempo di ritorno elevati in corrispondenza del tratto di intervento e migliorare le condizioni di sicurezza stradale in riferimento alle portate di tempo asciutto.

Gli attraversamenti di progetto saranno tutti caratterizzati da sezione rettangolare, di base 2 m ed altezza 1,50 m. Tale dimensione non rinviene da

necessità idrauliche, ma piuttosto da necessità operative in quanto permette facili operazioni di manutenzione.

Il dimensionamento generoso del tombino in riferimento alle portate di tempo asciutto è messo in evidenza dal valore del franco ottenuto dalle verifiche idrauliche.

In tabella 3 è riportato, oltre al valore della portata di verifica, il tirante idrico che si viene a creare tra pelo libero ed intradosso del tombino ed il relativo franco al transito dei deflussi di tempo asciutto, avendo assunto quale valore del coefficiente di resistenza al moto, nella formulazione di Gauckler Strickler, $60 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$.

Codice intersezione di progetto	Pendenza (%)	Portata di tempo asciutto [m ³ /s]	Tirante idrico [m]	Franco [m]
1	0.2	0.077	0.08	1.42
2	0.2	0.077	0.08	1.42
2'	0.2	0.077	0.08	1.42
3	0.2	0.077	0.08	1.42
3'	0.2	0.077	0.08	1.42
4	0.2	0.077	0.08	1.42
4'	0.2	0.077	0.08	1.42
5	0.2	0.077	0.08	1.42
5'	0.2	0.077	0.08	1.42
5''	0.2	0.077	0.08	1.42
5'''	0.2	0.077	0.08	1.42
6	0.2	0.077	0.08	1.42
10'	0.2	0.102	0.10	1.40
11	0.2	0.242	0.17	1.33
13	0.2	0.242	0.17	1.33
13'	0.2	0.242	0.17	1.33
15	0.2	0.242	0.17	1.33
16	0.2	0.282	0.18	1.32
17	0.2	0.282	0.18	1.32
17'	0.2	0.282	0.18	1.32
18	0.2	0.282	0.18	1.32
19	0.2	0.282	0.18	1.32
20	0.2	0.282	0.18	1.32
21	0.2	0.282	0.18	1.32
21'	0.2	0.282	0.18	1.32
22	0.2	0.282	0.18	1.32
23	0.2	0.282	0.18	1.32
23'	0.2	0.282	0.18	1.32
24	0.2	0.282	0.18	1.32
25	0.2	0.282	0.18	1.32
26	0.2	0.282	0.18	1.32
26'	0.2	0.282	0.18	1.32
28	0.2	0.282	0.18	1.32
28'	0.2	0.282	0.18	1.32
29	0.2	0.282	0.18	1.32
30'	0.2	0.282	0.18	1.32
30''	0.2	0.282	0.18	1.32
34'	0.2	0.282	0.18	1.32
35	0.2	0.282	0.18	1.32
36	0.2	0.282	0.18	1.32
37	0.2	0.282	0.18	1.32
38	0.2	0.282	0.18	1.32
39	0.2	0.282	0.18	1.32
40	0.2	0.282	0.18	1.32
41	0.2	0.282	0.18	1.32
42	0.2	0.282	0.18	1.32
43	0.2	0.282	0.18	1.32
44	0.2	0.282	0.18	1.32
45	0.2	0.282	0.18	1.32
46	0.2	0.282	0.18	1.32

Tab. 3: Risultati delle verifiche degli attraversamenti di progetto

Oltre alla verifica degli attraversamenti di progetto con le portate di tempo asciutto si è valutato anche il valore della portata massima transitabile nel suddetto tombino scatolare.

Da tale verifica in moto uniforme è risultato che tale portata risulta pari a 5,20 m³/s: essa realizza un tirante idrico di circa 1,40 m ovvero un franco tra il pelo libero e l'intradosso della luce pari a 10 cm.

2.3 Verifica tratti tombati

Nei tratti della Lama interni a centri abitati di Sammichele di Bari e Noicattaro si realizzeranno canalizzazioni a contorno chiuso che eviteranno la vista dello scorrere del refluo depurato (all. B 9). Tali canalizzazioni saranno realizzate al fondo dell'alveo attuale.

Per quanto concerne la geometria della sezione trasversale dei tratti tombati, in corrispondenza del tratto che attraversa il centro urbano di Sammichele di Bari si è prevista la posa in opera di una tubazione in C.A.V. del DN 1000 mm, mascherata mediante la realizzazione di un bauletto di copertura realizzato con materiale proveniente dagli scavi.

In merito al tratto che attraversa il centro urbano di Noicattaro, lungo complessivamente circa 1 Km si è previsto di intervallare la posa della tubazione in C.A.V. del DN 1000 mm con la posa di un cunicolo scatolare a sezione rettangolare avente base di 1 m e altezza 1 m.

I risultati delle verifiche sono riportati nella tabella che segue.

Comune in cui ricade il tratto tombato	Sez. monte	Sez. valle	Geometria cunicolo	Portata di tempo asciutto [m ³ /s]	i max (%)	Tirante [m]	Franco [m]
					i min (%)		
Sammichele di Bari	25	36	circolare DN 1000 mm	0,077	5.96	0.10	0.90
					0.20	0.21	0.79
Noicattaro	159	162	circolare DN 1000	0,282	1.36	0.24	0.76
					0.59	0.30	0.70
	162	170	Rettangolare 1m x 1m	0,282	2.53	0.13	0.87
					0.28	0.28	0.72
	170	182	circolare DN 1000 mm	0,282	2.81	0.20	0.80
					0.20	0.40	0.60

Tab. 4: Risultati delle verifiche dei tratti tombati di progetto

3.0 VERIFICA ATTRAVERSAMENTI ESISTENTI

Come detto lo scopo principale della presente progettazione è quello di restituire continuità idraulica alla lama San Giorgio in modo da rendere fattibile lo scarico in lama dei depuratori.

Pertanto la messa in sicurezza dal punto di vista idraulico in relazione al verificarsi degli importanti eventi di piena, non rappresenta l'obiettivo del presente progetto.

Nonostante ciò si è ritenuto opportuno, per completezza di informazione, condurre una verifica idraulica delle sezioni interessate dagli attraversamenti, anche non oggetto di intervento, al fine di evidenziare quelle situazioni di pericolo che dovranno essere tenute in conto con diversi e successivi interventi.

Lo studio idrologico ha avuto come obiettivo la valutazione della idoneità degli attraversamenti esistenti al transito della portata di piena per prefissato tempo di ritorno, sulla base delle caratteristiche geomorfologiche del bacino idrografico.

Nel caso in esame si è proceduto calcolando il valore di portata al colmo occorrente in condizioni ordinarie di deflusso (tempo di ritorno 2 anni) e per un tempo di ritorno pari a 30 e 200 anni, secondo quanto indicato dalle NTA del PAI della Regione Puglia.

3.1 Analisi morfologica

Per poter procedere con lo studio idrologico è stato necessario individuare il bacino idrografico relativo al reticolo idrografico esistente, ovvero quella superficie topografica dalla quale le acque di pioggia, defluendo naturalmente, confluiscono nella sezione d'interesse chiamata sezione di chiusura.

Sulla base della cartografia disponibile, si è proceduto al tracciamento del bacino idrografico della Lama S. Giorgio e dei bacini afferenti a ciascuna opera d'arte di attraversamento con la viabilità esistente, considerando come sezioni di chiusura di riferimento quella poste immediatamente a valle di ogni attraversamento.

In particolare, lungo il tratto di lama interessato dallo studio, la cui asta principale ha una lunghezza di circa 40 km, sono state individuate ben **n. 65** interferenze con la viabilità esistente (cfr. elaborato grafico B6), che sono state numerate procedendo da monte verso valle.

Per ciascuna delle 65 interferenze rilevate, si è proceduto all'individuazione del bacino idrografico di competenza.

Nella tabella che segue si riportano alcune grandezze caratteristiche dei suddetti sottobacini quali superficie, quota media, massima e minima, lunghezza dell'asta a monte della sezione di chiusura e pendenza media della stessa.

N. Bacino / Cod. Attrav.	Superficie (Km²)	h_{media} (m s.l.m.)	h_{min} (m s.l.m.)	h_{max} (m s.l.m.)	L_{asta} (Km)	i_a (%)
1	16,72	335	310	350	2,08	1,92
2	18,95	335	300	350	3,40	1,47
2'	19,00	335	300	350	3,68	1,47
3	115,00	394	293	520	26,10	0,87
3'	116,00	392	291	520	26,30	0,87
4	116,62	392	290	520	26,50	0,87
4'	116,90	292	290	520	26,65	0,87
5	135,00	391	277	520	27,80	0,87
5'	137,00	391	276	520	28,10	0,87
5''	137,25	391	276	520	28,25	0,87
5'''	137,30	391	276	520	28,30	0,86
6	144,30	391	276	520	28,70	0,85
7	157,00	391	276	520	29,30	0,84
8	158,10	390	276	520	30,15	0,81
9	163,60	390	274	520	30,45	0,79
10	196,40	388	270	520	30,85	0,81
10'	200,00	387,9	257	520	32,45	0,82
11	215,80	387,5	215	520	36,50	0,84
12	220,40	387	215	520	37,53	0,81
13	220,56	387	213	520	37,85	0,81
13'	220,57	387	213	520	38,00	0,81
14	220,60	386	205	520	38,60	0,82
15	226,00	386	198	520	39,65	0,81
16	233,00	385	180	520	43,15	0,79
17	260,00	385	171	520	44,95	0,78
17'	537,50	384	170	520	45,15	0,78
18	538,00	384,5	160	520	45,35	0,79
19	539,00	383	145	520	46,50	0,81
20	539,10	383	145	520	46,58	0,81

N. Bacino / Cod. Attrav.	Superficie (Km²)	h_{media} (m s.l.m.)	h_{min} (m s.l.m.)	h_{max} (m s.l.m.)	L_{asta} (Km)	i_a (%)
21	541,00	383	145	520	46,90	0,81
21'	543,30	381	143	520	47,66	0,80
22	543,35	381	141	520	47,82	0,80
23	543,40	381	140	520	48,00	0,80
23'	543,50	381	140	520	48,15	0,80
24	543,55	381	139	520	48,45	0,79
25	543,60	381	137	520	48,61	0,79
26	544,10	380	136	520	49,10	0,78
26'	544,20	380	136	520	49,12	0,78
27	545,10	380	135	520	49,60	0,76
28	545,30	380	130	520	49,90	0,78
28'	546,00	380	129	520	50,20	0,78
29	547,00	375	120	520	50,32	0,78
30	548,15	375	120	520	50,60	0,78
30'	549,50	375	120	520	51,20	0,78
30''	551,10	374	115	520	51,80	0,77
31	551,60	373	115	520	52,00	0,76
32	564,00	371,5	115	520	53,30	0,74
33	564,15	371,5	110	520	53,34	0,74
34	564,30	371	93	520	53,42	0,80
34'	564,60	371	93	520	53,70	0,80
35	565,00	371	93	520	54,25	0,79
36	565,36	370	93	520	54,60	0,78
37	565,50	370	75	520	54,90	0,81
38	566,20	368	65	520	56,30	0,81
39	568,80	367	55	520	57,40	0,81
40	572,00	367	55	520	57,75	0,81
41	575,00	367	53	520	57,90	0,80
42	577,50	366	52	520	58,20	0,80
43	582,50	366	50	520	58,60	0,80
44	584,60	365	35	520	59,80	0,81
45	587,00	365	34	520	60,10	0,81
46	592,00	363	30	520	61,00	0,80
47	595,00	362	15	520	62,70	0,81
48	598,30	362,5	11	520	63,15	0,81
49	599,00	361	10	520	63,30	0,81

Tab. 5: Caratteristiche morfometriche dei sottobacini scolanti aventi sezione di chiusura in corrispondenza delle intersezioni con la viabilità esistente

3.2 Determinazione delle portate di piena

Per ciascuna delle intersezioni individuate si è proceduto al calcolo delle portate secondo le indicazioni fornite dalla Relazione di Piano allegata al Piano di Assetto Idrogeologico.

Nella seguente tabella si riporta, per ciascun bacino considerato, il valore del tempo di ritardo espresso in ore ed i valori calcolati delle portate di piena con riferimento ai tempi di ritorno di 2 (piena ordinaria), 30 e 200 anni:

N. Bacino	$t_{ritardo}$	Q_2	Q_{30}	Q_{200}
	(h)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
1	0,81	3,50	14,80	46,98
2	1,34	3,75	16,77	53,25
2'	1,40	3,85	17,00	53,40
3	8,50	3,95	51,33	124,85
3'	8,53	3,97	51,35	124,86
4	8,54	3,98	51,36	124,88
4'	8,80	4,15	57,00	140,00
5	8,95	4,26	59,02	145,82
5'	8,96	4,27	59,03	145,83
5''	9,00	4,30	59,20	146,50
5'''	9,02	4,32	59,15	146,55
6	9,18	4,35	61,42	148,26
7	9,30	4,58	66,44	160,16
8	9,74	4,60	66,90	161,28
9	9,92	4,62	67,60	161,40
10	9,92	4,76	74,68	176,25
10'	11,00	4,80	79,90	190,00
11	11,30	4,84	82,10	194,00
12	11,59	4,86	83,82	197,82
13	11,80	4,86	83,84	197,90
13'	11,81	4,86	83,86	197,94
14	11,83	4,86	83,89	197,96
15	13,00	4,88	88,00	205,00
16	13,12	4,90	88,60	209,09
17	13,50	4,92	110,00	270,00
17'	13,69	4,92	163,82	372,91
18	13,75	4,94	164,20	373,80
19	13,80	4,95	164,27	373,95
20	14,05	4,97	164,50	376,00
21	14,08	4,98	165,55	376,10
21'	14,10	5,00	165,58	376,20

N. Bacino	$t_{ritardo}$	Q_2	Q_{30}	Q_{200}
	(h)	(m^3/s)	(m^3/s)	(m^3/s)
23	14,42	5,03	166,10	378,05
23'	14,44	5,03	166,10	378,10
24	14,48	5,05	166,15	378,28
25	14,50	5,05	166,15	378,28
26	14,55	5,05	166,15	378,28
26'	14,60	5,05	166,15	378,28
27	14,78	5,07	166,19	378,33
28	14,80	5,09	166,20	378,35
28'	14,90	5,10	167,00	380,00
29	14,92	5,10	167,04	380,30
30	14,95	5,10	167,06	380,30
30'	15,10	5,15	168,00	382,10
30''	15,18	5,18	168,10	382,68
31	15,20	5,20	168,11	382,70
32	15,47	5,55	171,99	391,51
33	15,47	5,50	171,99	391,51
34	15,47	5,35	171,99	391,50
34'	15,60	5,50	172,10	329,10
35	15,65	5,52	172,34	392,30
36	15,72	5,55	172,35	392,34
37	15,72	5,55	172,35	392,34
38	16,06	5,60	172,56	392,83
39	16,30	5,66	173,36	394,63
40	16,55	5,68	175,00	400,00
41	16,60	5,68	175,00	400,00
42	16,62	5,70	177,52	404,10
43	16,64	5,70	177,53	404,13
44	16,83	5,75	178,17	405,59
45	17,15	5,96	180,30	410,60
46	17,17	5,98	180,43	410,73
47	17,60	6,00	182,56	415,58
48	17,63	6,00	182,56	415,58
49	17,66	6,00	182,56	415,58

Tab. 6: Valori del picco di portata corrispondenti ai tempi di ritorno pari a 2, 30 e 200 anni per i sottobacini scolanti afferenti ciascuna intersezione con la viabilità esistente

3.3 Verifiche idrauliche

Come già detto, lungo tutto l'impiuvio principale sono state rilevate complessivamente ben n. 65 interferenze con la viabilità esistente.

Di tali intersezioni solo **n. 23 sono costituite da opere d'arte di attraversamento**, mentre le restanti n. 42 sono assenti ovvero sono interferenze a raso che intersecano la Lama direttamente sul fondo alveo.

Per ciascuno dei **n. 23 attraversamenti esistenti** su molti dei quali non si interviene, è stata condotta la verifica idraulica considerando le portate di piena con tempo di ritorno di 2, 30 e 200 anni, calcolate considerando come sezione di chiusura del bacino quella in corrispondenza dell'attraversamento.

Per ciascuna interferenza con la viabilità esistente è stata inoltre redatta un'apposita monografia nella quale viene indicato se l'attraversamento è esistente o no e, in caso sia presente l'opera di attraversamento, vengono riportati i dati geometri della struttura (cfr. allegato B5 - Monografie Attraversamenti).

La tabella che segue riassume i risultati delle verifiche: per i 50 attraversamenti per i quali è prevista la realizzazione di un'opera d'arte con il presente progetto, le verifiche idrauliche con portate di piena non sono state condotte in quanto sono comunque da considerarsi attraversamenti a raso.

Per i restanti 15 attraversamenti, per i quali non è previsto alcuno intervento, si è valutata la loro capacità di far transitare le piene con tempo di ritorno di 2, 30 e 200 anni.

Codice intersezione	Attraversamenti su cui si interviene	Ponti esistenti su cui non si interviene	Attraversamenti idonei al transito della Q ₂	Attraversamenti idonei al transito della Q ₃₀	Attraversamenti idonei al transito della Q ₂₀₀
1	X				
2	X				
2'	X				
3	X				
3'	X				
4	X				
4'	X				
5	X	esiste attr. pedonale			
5'	X				
5''	X				
5'''	X				
6	X				
7		X	X		
8		X	X		
9		X	X		
10		X	X	X	X
10'	X				
11	X				
12		X	X		
13	X				
13'	X				
14		X	X		
15	X				
16	X				
17	X				
17'	X				
18	X				
19	X				
20	X				
21	X				
21'	X				
22	X				
23	X				
23'	X				
24	X				
25	X				
26	X				
26'	X				
27		X	X	X	
28	X				
28'	X				
29	X				
30		X	X	X	X
30'	X				
30''	X				
31		X	X		
32		X	X		
33		X	X		

Codice intersezione	Attraversamenti su cui si interviene	Ponti esistenti su cui non si interviene	Attraversamenti idonei al transito della Q ₂	Attraversamenti idonei al transito della Q ₃₀	Attraversamenti idonei al transito della Q ₂₀₀
34		X	X	X	
34'	X				
35	X				
36	X				
37	X				
38	X				
39	X				
40	X				
41	X				
42	X				
43	X				
44	X				
45	X				
46	X				
47		X	X	X	X
48		X	X	X	X
49		X	X	X	

Tab. 7: Classificazione degli attraversamenti presenti sulla Lama San Giorgio