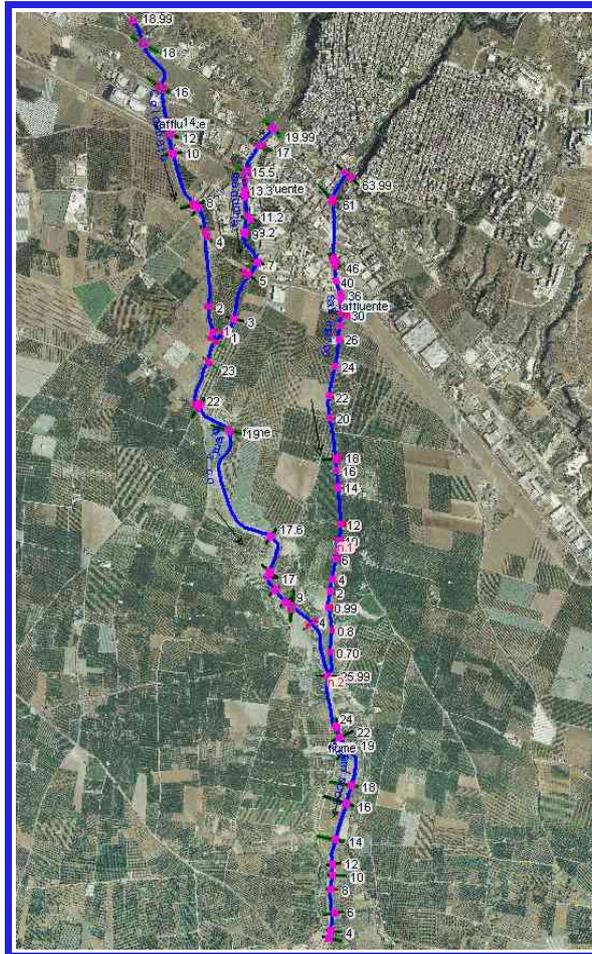


## ***COMUNE DI MASSAFRA***

***Analisi del rischio idraulico nel bacino del canale  
Patemisco e dei suoi principali affluenti***

***Il Parte – Tratto di monte del Patemisco  
e Gravine Madonna della Scala, Colombato e San Marco***



***ELABORATO : RELAZIONE GENERALE - SINTESI***

***Agosto 2008***

***Consulente: Ing. Dario Tricoli***

***Comune di Massafra***

***Analisi del rischio idraulico nel bacino del canale Patemisco  
e dei suoi principali affluenti***

***Il Parte – Tratto di monte del Patemisco  
e Gravine Madonna della Scala, Colombato e San Marco***

**Agosto 2008**

**Consulente: Ing. Dario Tricoli**

## 1 Premessa

Il presente studio è finalizzato all'analisi del rischio idraulico nel bacino idrografico del Canale Patemisco nel comune di Massafra, provincia di Taranto.

Il canale Patemisco presenta il tratto terminale sistemato artificialmente, completamente rivestito in lastre di cemento, della lunghezza di circa 3 Km, con una sezione a doppio trapezio. Nella parte più alta del bacino, il reticolo idrografico è costituito dalle tre gravine principali **Colombato**, **Madonna della Scala** e **San Marco**, che attraversano il centro abitato di Massafra, posto a monte della SS 7, e la zona industriale, posta a valle della medesima statale. In quest'ultima zona in particolare, il reticolo idrografico non risulta in grado di simulazione le portate che si registrano in occasione di eventi di piena di importanza media e alta, per cui va in crisi, con conseguenti danni alle infrastrutture ed al patrimonio edilizio, come verificatosi negli ultimi anni, in particolare negli eventi del settembre 2003 e dicembre 2005. Per ovviare in parte a questa situazione, sono attualmente in fase di avvio alcuni interventi per i quali il comune di Massafra ha ottenuto un finanziamento CIPE.

Una soluzione definitiva alle problematiche del rischio idraulico del comune di Massafra potrà aversi solo a seguito di un'analisi del rischio idraulico di dettaglio sul territorio, che prima evidenzii le cause del dissesto allo stato attuale, quindi delimiti le aree attualmente a rischio ed individui, infine, le tipologie di intervento da mettere in atto al fine della mitigazione del rischio idraulico.

In questa ottica si inserisce il presente studio, che costituisce un primo stralcio dell'Analisi del rischio idraulico nel bacino del canale Patemisco, ed è finalizzato a perimetrare le aree soggette a diversa pericolosità idraulica nel tratto terminale dello stesso canale, al fine di chiedere una ripermutazione del rischio idraulico indicato sulla cartografia del PAI Puglia.

L'analisi del rischio idraulico è stata condotta attraverso una prima fase propedeutica di reperimento dati cartografici e meteorologici. E' stata quindi condotta una modellazione idrologica dell'intero bacino idrografico del canale Patemisco e quindi una modellazione idraulica del suo tratto terminale.

Le metodologie utilizzate nelle varie fasi, che saranno nel seguito descritte in dettaglio, sono in pieno accordo con le indicazioni contenute nel PAI Puglia. In particolare, per la modellazione idrologica è stato utilizzato un modello a parametri concentrati con l'ausilio del software HEC – HMS. Per la valutazione del profilo idrico nel reticolo e la perimetrazione, sono stati invece utilizzati un modello idraulico in regime di moto vario con schema quasi bidimensionale con l'ausilio del software HEC – RAS e uno con schema bidimensionale dove le caratteristiche morfologiche lo richiedevano.

L'analisi del rischio idraulico nel territorio comunale di Massafra è stata svolta in tre fasi temporali distinte che hanno riguardato porzioni del reticolo idraulico sempre nel bacino del canale Patemisco e precisamente:

- I. 2005 - tratto terminale del Canale Patemisco, dalla Masseria Patemisco fino alla foce, condotta con un modello di calcolo in regime di moto vario con schema quasi-bidimensionale;
- II. 2008 - tratto di monte del Canale Patemisco, comprendente anche le gravine Colombato, Madonna della Scala e San Marco, condotta con un modello di calcolo in regime di moto permanente con schema monodimensionale;
- III. 2009 – Gravina del Palombaro e Gravina delle Cave di Tufo, condotta con un modello di calcolo in regime di moto vario con schema bidimensionale.

Nel seguito vengono descritte le attività condotte e i principali risultati conseguiti nella seconda fase di attività.

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – Il parte

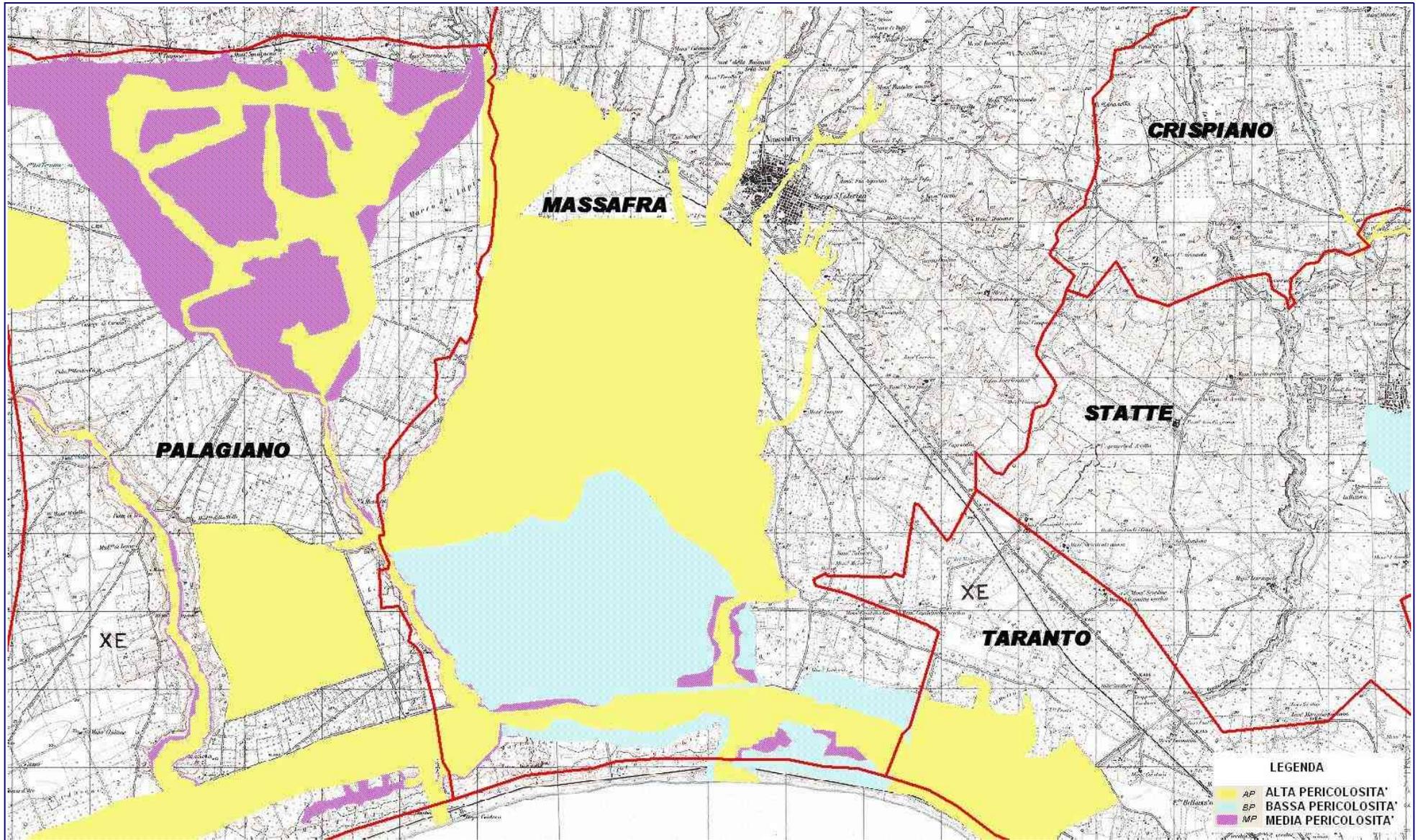


FIG. 1.1a - COMUNE DI MASSAFRA - PERIMETRAZIONE PAI – STATO ATTUALE

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

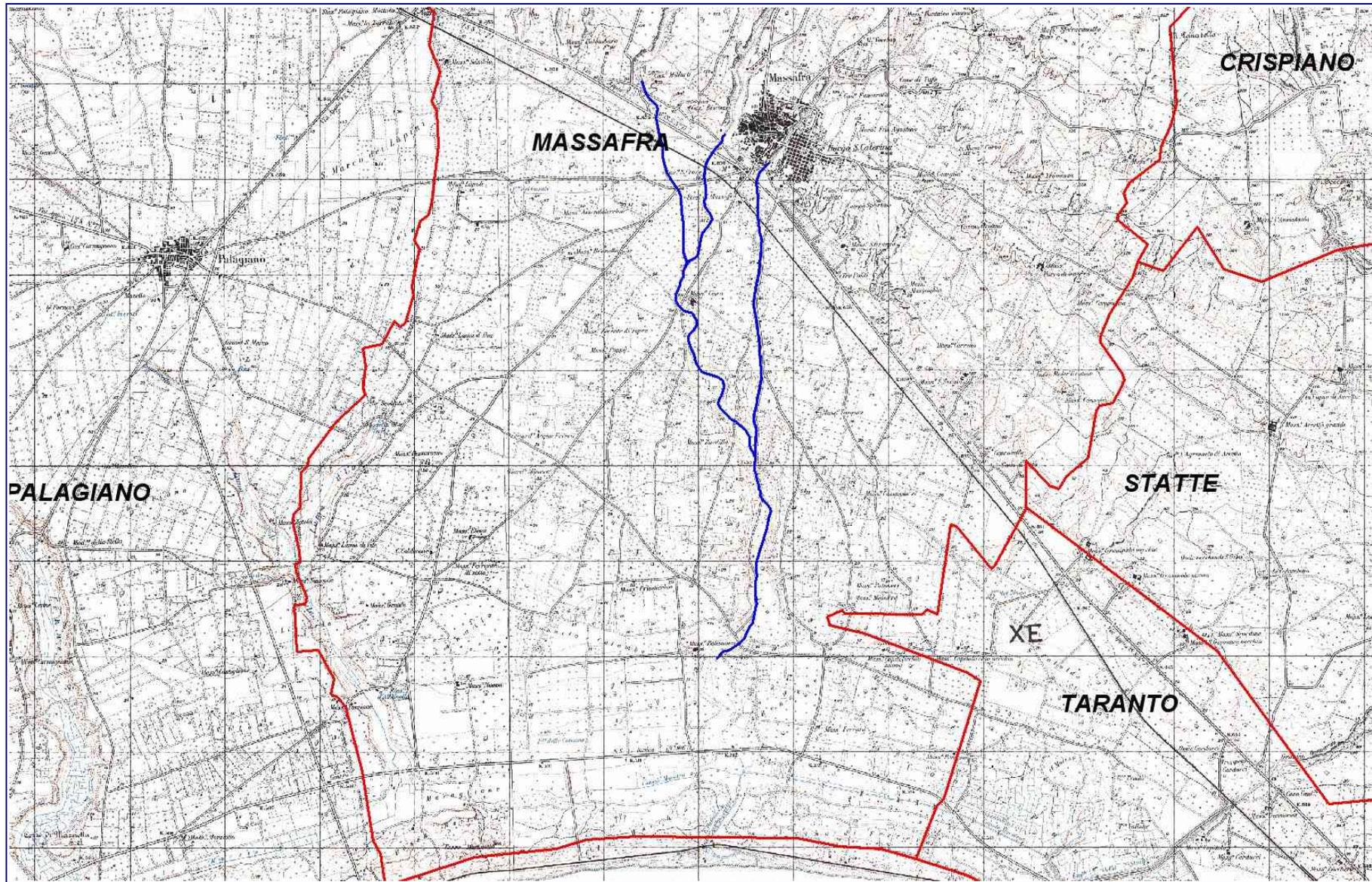


FIG. 1.1b COMUNE DI MASSAFRA – RETICOLO IDRAULICO STUDIATO

### **Breve descrizione dello studio realizzato**

Si tratta di uno studio idrologico sull'intero bacino del Patemisco e di uno studio idraulico esteso al reticolo principale del Patemisco, a partire da valle dalla Masseria Patemisco fino alle gravine di Colombato, della Madonna della Scala e di San Marco, in corrispondenza della SS 7. lo studio comprende:

- esecuzione del rilievo topografico del reticolo idrografico da studiare;
- studio idrologico del bacino del Patemisco per la determinazione delle portate attese con diversi tempi di ritorno (30, 200 e 500 anni);
- verifica idraulica del reticolo principale del bacino del Patemisco, per una lunghezza complessiva di circa 11 km, per la perimetrazione delle aree a diversa probabilità di inondazione (alta, moderata e bassa).

Il predetto studio si raccorda a quello già realizzato per definire il rischio idraulico nella zona di valle del bacino, nel tratto del Canale Patemisco che si estende dalla Masseria Patemisco fino alla foce. Resta esclusa dallo studio unicamente la gravina Tre Ponti in quanto l'incertezza sulla soluzione progettuale da adottare per la sua sistemazione, tuttora in corso, non permette al momento di condurre uno studio appropriato.

Ciò nonostante nei tratti di monte di alcune gravine che confluiscono nella Gravina Tre Ponti la particolare conformazione del terreno ha permesso la ripermetrazione del rischio idraulico unicamente su base morfologica.

Le verifiche idrauliche eseguite hanno dimostrato in generale l'efficacia degli interventi di adeguamento del reticolo idraulico principale fino ad oggi realizzati, l'unica criticità che permane è rappresentata dal ponte sulla Gravina Madonna della Scala a valle dell'attraversamento ferroviario, che ad oggi non risulta completato.

Notevoli criticità permangono peraltro nella zone attraversate dalla Gravina San Marco, non interessate dagli interventi di sistemazione idraulica, e dalla Gravina Tre Ponti; in particolare in quest'ultima gravina sono attualmente in corso lavori di adeguamento della rete idrografica.

Il canale Patemisco presenta il tratto terminale sistemato artificialmente, completamente rivestito in lastre di cemento, della lunghezza di circa 3 Km, con una sezione a doppio trapezio. Nella parte più alta del bacino, il reticolo idrografico è costituito dalle tre gravine principali Colombato, Madonna della Scala e San Marco, che attraversano il centro abitato di Massafra, posto a monte della SS 7, e la zona industriale, posta a valle della medesima statale. In quest'ultima zona in particolare, il reticolo idrografico non risultava in grado di smaltire le portate che si registrano in occasione di eventi di piena di importanza media e alta, per cui va in crisi, con conseguenti danni alle infrastrutture ed al patrimonio edilizio, come verificatosi negli ultimi anni, in particolare negli eventi del settembre 2003 e dicembre 2005.

Per ovviare in parte a questa situazione, sono attualmente in fase di ultimazione alcuni interventi per i quali il comune di Massafra ha ottenuto un finanziamento CIPE.

L'analisi del rischio idraulico è stata condotta attraverso una prima fase propedeutica di reperimento dati cartografici e meteorologici. E' stata quindi condotta una modellazione idrologica dell'intero bacino idrografico del canale Patemisco e quindi una modellazione idraulica dei tratti di reticolo sopra descritti.

Le metodologie utilizzate nelle varie fasi, che saranno nel seguito descritte in dettaglio, sono in pieno accordo con le indicazioni contenute nel PAI Puglia. In particolare, per la modellazione idrologica è stato utilizzato un modello a parametri concentrati con l'ausilio del software HEC-HMS. Per la valutazione del profilo idrico nel reticolo e la perimetrazione, è stato invece utilizzato un modello idraulico in regime di moto permanente con schema monodimensionale con l'ausilio del software HEC – RAS.

## 2 Studio idrologico

### 2.1 Reperimento dati idro-pluviometrici eventi “storici” per taratura modellistica

La prima fase dello studio è stata completamente dedicata alla raccolta dei dati disponibili per la zona di interesse, in particolare sono stati reperiti da varie fonti dati cartografici, dati pluviometrici e dati relativi agli eventi alluvionali occorsi negli ultimi anni. Per caratterizzare il regime pluviometrico della zona sono stati utilizzati in particolare i dati provenienti dal Rapporto del VaPi e i dati contenuti nella Relazione del PAI Puglia. Per conoscere invece le zone storicamente inondate sono state utilizzate tutte le fonti disponibili a livello comunale.

### 2.2 Modello idrologico

Il fenomeno della trasformazione afflussi-deflussi che avviene in un bacino idrografico investito da un evento pluviometrico può essere studiato con vari metodi a secondo dei dati disponibili e del grado di dettaglio ed accuratezza del risultato che si intende ottenere. Tutti questi metodi sono riconducibili alle seguenti tipologie:

- concettuali: quando il fenomeno viene schematizzato nel dettaglio e scomposto nelle sue varie componenti per ciascuna delle quali si adotta un modello matematico che simula quanto avviene nella componente stessa (es: metodo dell'idrogramma unitario o il metodo cinematico);
- statistici: quando si fa unicamente un'analisi statistica dei deflussi e quindi le portate di piena del bacino idrografico vengono valutate sulla base di equazioni matematiche che possono dipendere anche da caratteristiche morfologiche del bacino stesso (es. : metodi di regionalizzazione delle piene del VaPi);
- formule empiriche: quando le portate massime vengono calcolate sulla base di semplici relazioni tarate sulla base di dati sperimentali (es: formule di Gherardelli-Marchetti, Mongiardini, Forti, De Marchi e Pagliaro).

Nel presente studio ci occuperemo esclusivamente dei metodi concettuali che sono quelli implementati nel software HEC-HMS utilizzato per condurre le simulazioni idrologiche. Tali metodi analizzano separatamente le varie fasi in cui il fenomeno di trasformazione afflussi-deflussi può essere scomposto e che sono:

- separazione delle piogge;
- formazione della piena;
- propagazione della piene;
- deflusso di base.

Di seguito si da una breve descrizione teorica dei metodi utilizzati per per schematizzare ognuna delle fasi sopra elencate.

## Separazione delle piogge

Il massimo volume specifico di acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione o capacità di ritenzione del suolo (S) deriva dalla seguente relazione:

$$S = 254 \times (100/CN - 1)$$

dall'analisi del risultato di molte osservazioni sperimentali ne deriva che la perdita iniziale (Ia) è legata alla capacità di ritenzione del suolo (S) dalla relazione

$$Ia = 0.2 \times S$$

che è quindi il valore da utilizzare in mancanza di altri dati disponibili.

Il valore del Curve Number (CN) va, invece, rilevato in funzione dei dati contenuti nella tabella sotto riportata in funzione del tipo di copertura e uso del suolo e del tipo di suolo.

TIPO DI COPERTURA E USO DEL SUOLO	TIPO DI SUOLO			
	A	B	C	D
<b>TERRENO COLTIVATO</b>				
senza trattamento di conservazione	72	81	88	91
con interventi di conservazione	62	71	78	81
<b>TERRENO DA PASCOLO</b>				
cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
<b>PRATERIE</b>				
buone condizioni	30	58	71	78
<b>TERRENI BOSCOSI O FORESTATI</b>				
terreno sottile, sottobosco povero, senza foglie	45	66	77	83
sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
<b>SPAZI APERTI, PRATI RASATI, PARCHI</b>				
buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84
<b>AREE COMMERCIALI (Impermeabilità 85%)</b>	89	92	94	95
<b>DISTRETTI INDUSTRIALI (Imp. 72%)</b>	81	88	91	93
<b>AREE RESIDENZIALI</b>				
Impermeabilità media	77	85	90	92
	65	61	75	83
	38	57	72	81
	30	54	70	80
	25	51	68	79
<b>PARCHEGGI IMPERMEABILIZZATI, TETTI</b>	98	98	98	98
<b>STRADE</b>				
Pavimentate con cordoli e fognature	98	98	98	
Inghiaiate o selciate con buche	76	85	89	91
In terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Le classi di suolo sono riportate nella tabella successiva. In generale il valore del CN del bacino risulterà da una media pesata dei CN delle singole unità fisiografiche omogenee in cui il bacino può essere scomposto.

CLASSI DI SUOLI PERMEABILITA'
GRUPPO A - Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
GRUPPO B - Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
GRUPPO C - Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
GRUPPO D - Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

Ogni metodo di separazione delle piogge è influenzato dal grado di saturazione del suolo al momento del verificarsi dell'evento di pioggia. Il valore del CN del Soil Conservation Service come sopra descritto è associabile a condizioni medie di saturazione che corrispondono al valore 2 di Antecedent Moisture Condition (AMC) che come indicato nella tabella seguente è ricavabile in funzione dell'altezza di pioggia registrata nei cinque giorni che precedono l'evento e dello stato vegetativo.

Classe AMC	Precipitazione nei 5 giorni precedenti [mm]	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	<13	<36
II	13-28	36-54
III	>28	>54

Per ottenere il valore di CN relativo alle altre due condizioni di saturazione si usano le relazioni seguenti:

$$CN(I) = \frac{4,2 \text{ CN(II)}}{10 - 0,058 \text{ CN(II)}}$$

$$CN(III) = \frac{23 \text{ CN(II)}}{10 + 0,13 \text{ CN(II)}}$$

### **Formazione della piena**

Per definire l'idrogramma unitario di Clark come metodo per la formazione della piena occorre stimare i relativi parametri che sono :

Tc = tempo di concentrazione (**Time of Concentration hr**);  
 Sc = coefficiente di immagazzinamento (**Storage Coefficient hr.**);

Per la stima iniziale del parametro Tc si utilizza lo stesso metodo utilizzato nel caso dell'idrogramma unitario del **Soil Conservation Service**. Per il parametro Sc, invece, un'espressione che si trova in letteratura è la seguente:

$$Sc = c \times Tc \text{ (Russel, Kenning, Sumcell, 1979)}$$

dove **c** è un parametro di calibrazione che, in funzione dell'uso del suolo, assume i seguenti valori:

area densamente forestata	8 – 12
area prevalentemente agricola	1.5 – 2.8
centri abitati	1.1 – 2.1

### ***Propagazione della piene***

Con il metodo del tempo di ritardo la stima dell'idrogramma di piena alla sezione di chiusura è fatta con una semplice composizione degli idrogrammi dei singoli sottobacini. A tale proposito è necessario stimare i ritardi con cui gli idrogrammi dei vari sottobacini arrivano alla sezione di chiusura.

Un tale metodo presenta una grave limitazione nel fatto che la propagazione dei singoli idrogrammi lungo l'asta principale è indipendente dalle condizioni della stessa, si trascura in pratica l'effetto di laminazione e concentrazione che può avere in realtà l'asta principale.

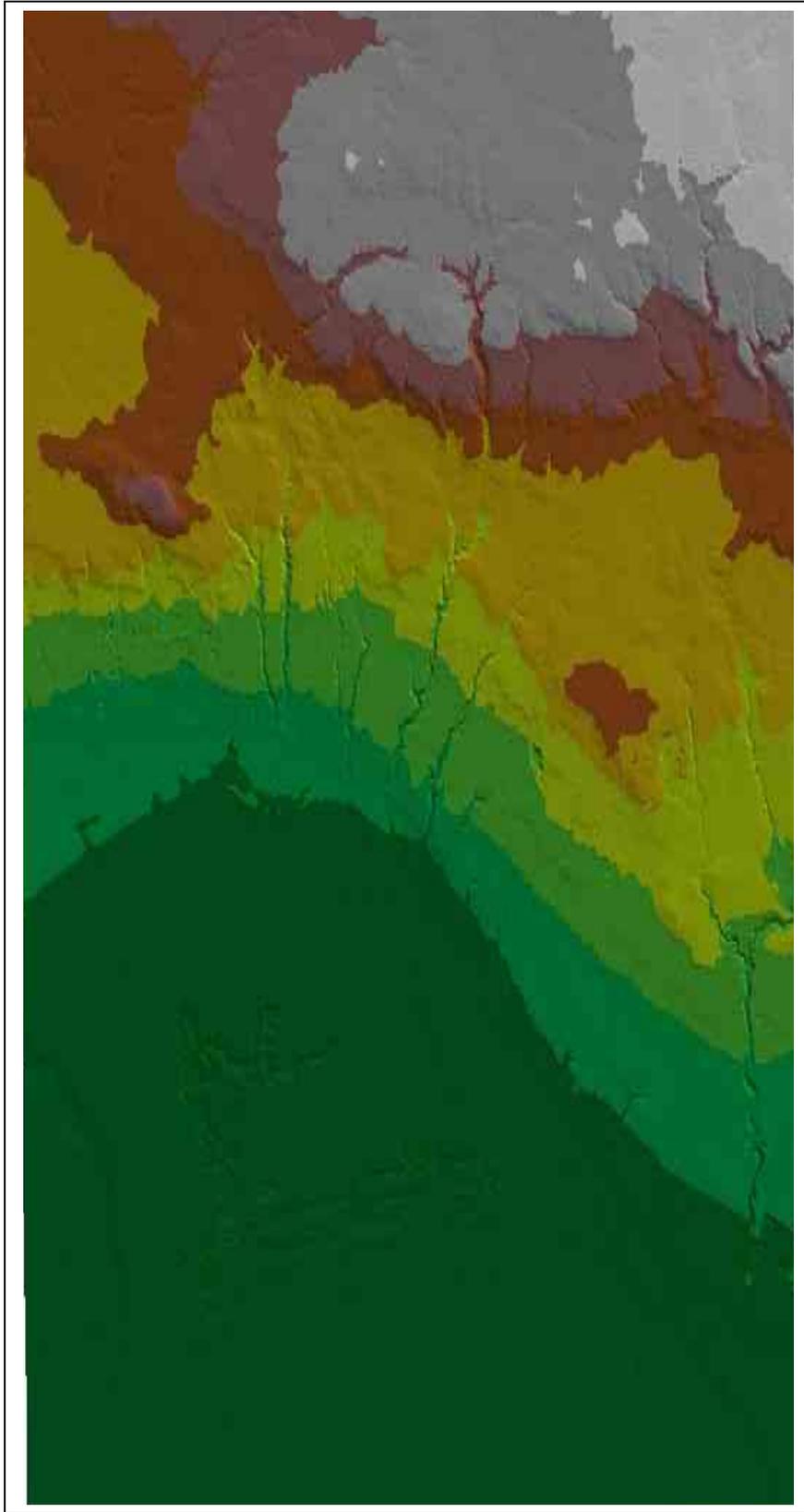
Tale ipotesi può sembrare eccessivamente esemplificativa, in realtà, con una buona stima del tempo di ritardo dei singoli sottobacini, può portare a dei risultati abbastanza soddisfacenti. Occorre però considerare che questo metodo è molto più semplice ed immediato da applicare, rispetto a quello della propagazione delle piene, e quindi ben si presta ad una prima stima delle caratteristiche del deflusso nella sezione di chiusura.

---

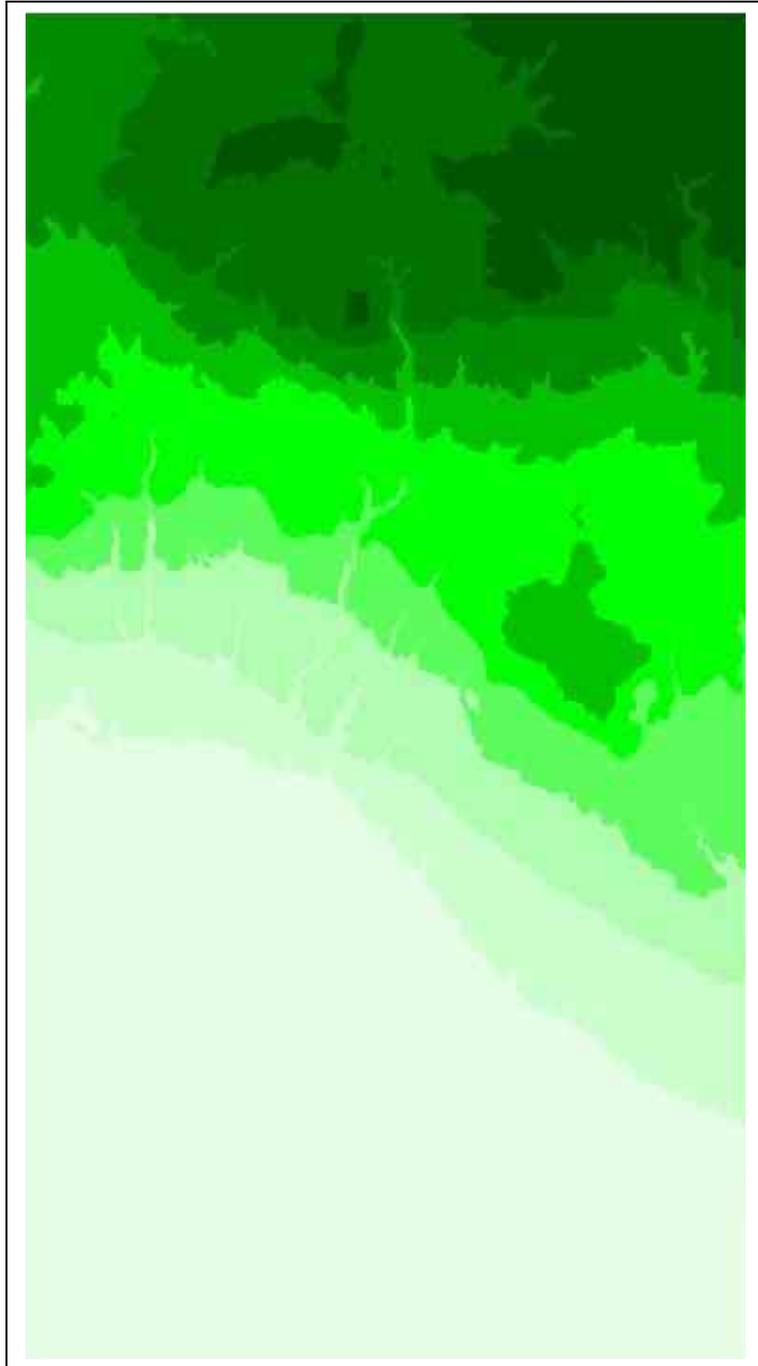
## **2.3 Preparazione dem**

Al fine di estrarre i dati morfologici ed altimetrici del bacino idrografico oggetto di studio dai dati cartografici esistenti, è stato implementato un sistema informativo territoriale della zona nel quale sono state inserite tutte le banche dati geografiche disponibili.

In particolare, al fine di ricostruire l'altimetria del bacino è stata utilizzata la Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:5000 ed in formato digitale di recente realizzazione per la zona. E' stato quindi generato un modello digitale del terreno in forma di Triangolar Irregular Network (TIN), vedi fig. 2.1.a. E quindi di Digital Elevation Model (DEM), vedi fig. 2.1.b. In una seconda fase il DEM è stato predisposto per le elaborazioni idrologiche successive attraverso un procedimento di riempimento delle depressioni e marcatura con il reticolo idraulico.



*Fig. 2.1.a – Modello digitale del terreno a maglia triangolare irregolare (TIN)*



*Fig. 2.1.b - Modello digitale del terreno a maglia quadrata regolare (DEM)*

## **2.4 Scomposizione in sottobacini**

Sulla base del modello digitale del terreno (DEM) è stata individuata, attraverso un procedimento automatico, la scomposizione in sottobacini del bacino idrografico del Canale Patemisco utilizzando un valore minimo di superficie pari a 1 kmq.

La fig. 2.2.a mostra la scomposizione in sottobacini, i cui parametri morfologici sono riportati nella tabella Tab. 2.2.a

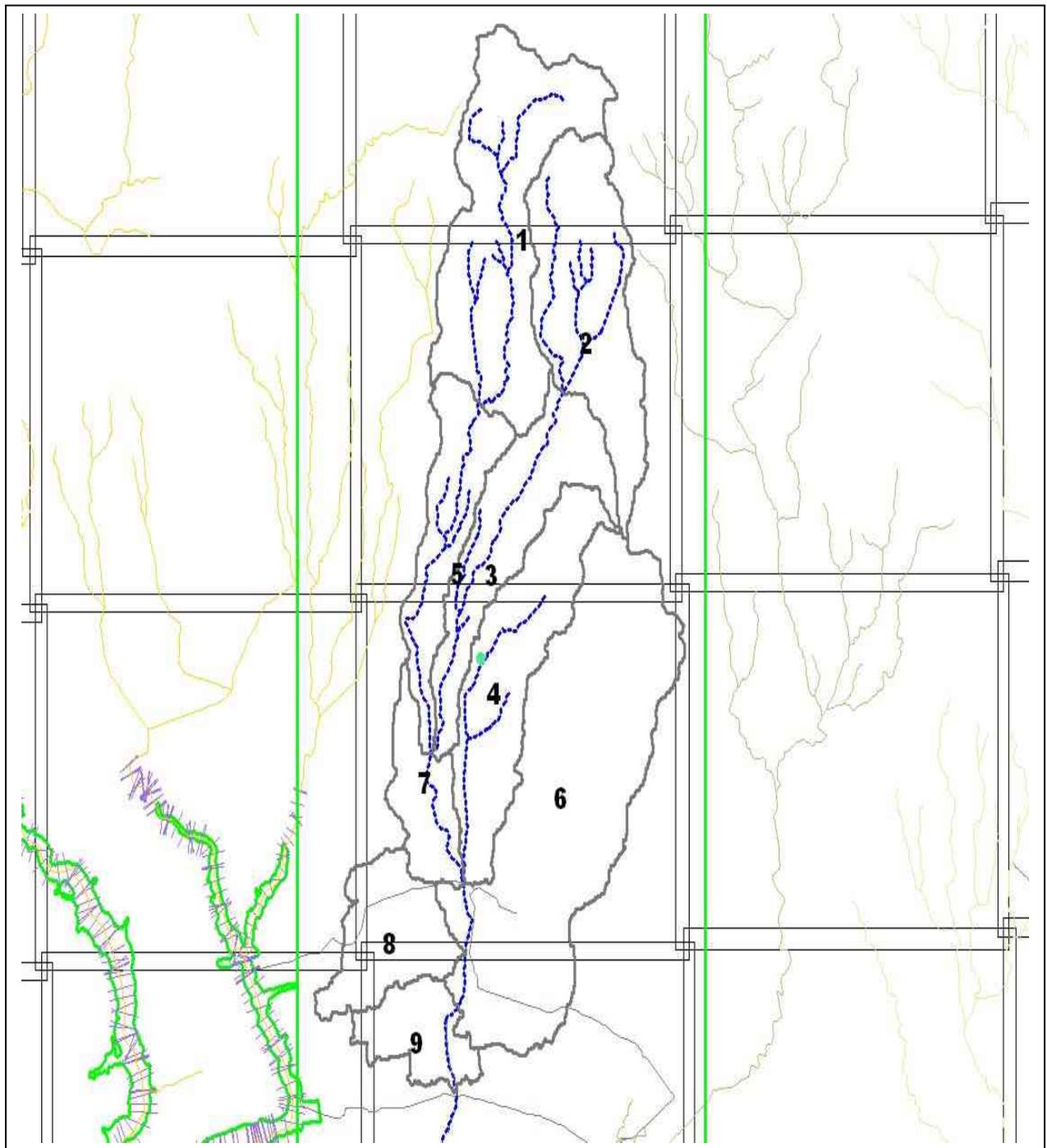


Fig. 2.2.a

C O D I C E, N, 4, 0	ARE A_H MS,N ,12,3	%	C N	G R I D C O D E, N, 10, ,0	W S H I D, N, 11, ,0	PERIM ETER,N ,11,9	EL EV AT IO N, N, 12, 4	SLP _EN DPT ,N,1 2,3	SLP _108 5,N, 12,3	LONGE STFL,N ,12,3	CENTR OIDAL, N,12,3	BAS INS LP, N,8, 2	NAME,C, 20
1	12.34 6	16.69 %	87	1	1	25950	35 1	0.03	0.03 8	8311.57 5	4155.78 7	11.5 3	R70W10
2	9.349	12.64 %	85	4	4	20450	33 8	0.04	0.05	5368.07 2	2684.03 6	9.03	R40W40
3	7.146	9.66%	82	11	11	23632.5 9	15 9	0.03	0.03 6	9205.81 3	4602.90 7	11.3 7	R170W11 0
4	8.261	11.17 %	81	13	13	22400	11 5	0.03	0.03 6	8959.06 2	4479.53 1	7.61	R220W13 0
5	5.28	7.14%	80	12	12	18850	11 4	0.03	0.03 4	7745.88 9	3872.94 5	13.7 5	R120W12 0
6	20.67 4	27.95 %	80	18	18	32000	10 9	0.03	0.02 6	10616.9 1	5308.45 2	5.27	R360W18 0
7	3.136	4.24%	67	23	23	11850	37	0.01 4	0.01 5	4450.61	2225.30 5	4.18	R270W23 0
8	4.74	6.41%	66	33	33	13800	33	0.00 8	0.00 6	4549.56 9	2274.78 4	3.4	R340W33 0
9	3.042	4.11%	65	38	38	12200	29	0.00 7	0.00 4	3947.05 6	1973.52 8	5.97	R410W38 0

Tab. 2.2.a

La schematizzazione del bacino è stata quindi realizzata (fig. 2.2.b) inserendo opportunamente giunzioni e tronchi.

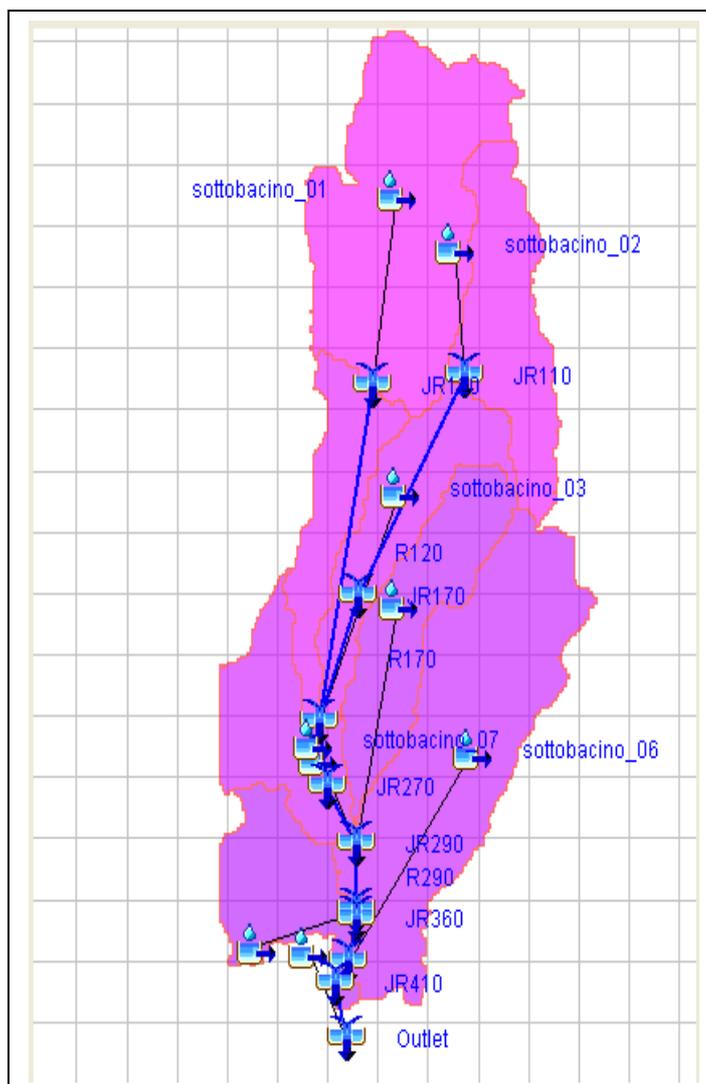


Fig. 2.2.b - Schema modello completo

## 2.5 Valutazione CN (uso del suolo – litologia)

Per la valutazione del Curver Number (CN), parametro del relativo metodo del Soil Conservation Service per la simulazione del fenomeno della separazione delle piogge sono state utilizzate le banche dati relative ad uso del suolo (Corine – terzo livello – vedi fig. 2.3.a) e litologica (fig.2.3.b) derivate su base geologica (vedi fig. 2.3.c).

La Tab. 2.3.a mostra le classi di uso del suolo presenti nei vari sottobacini; la Tab 2.3.b mostra le classi geologiche e litologiche. Al fine della determinazione del CN, le classi litologiche sono state quindi riclassificate ed accorpate secondo la classificazione dei suoli, basata essenzialmente sulle velocità di infiltrazione, riportate in tab. 2.3.c.

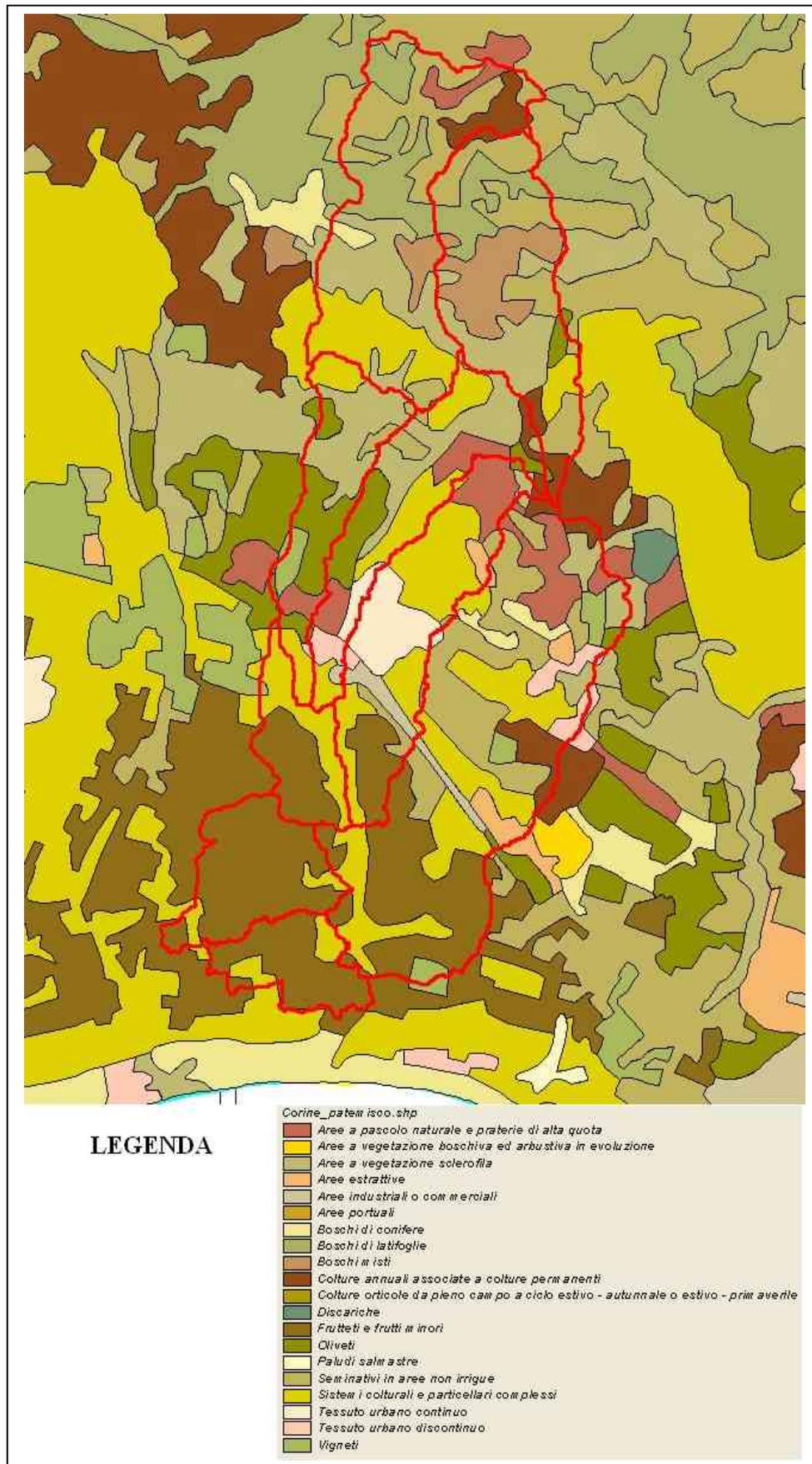


Fig. 2.3.a - CORINE

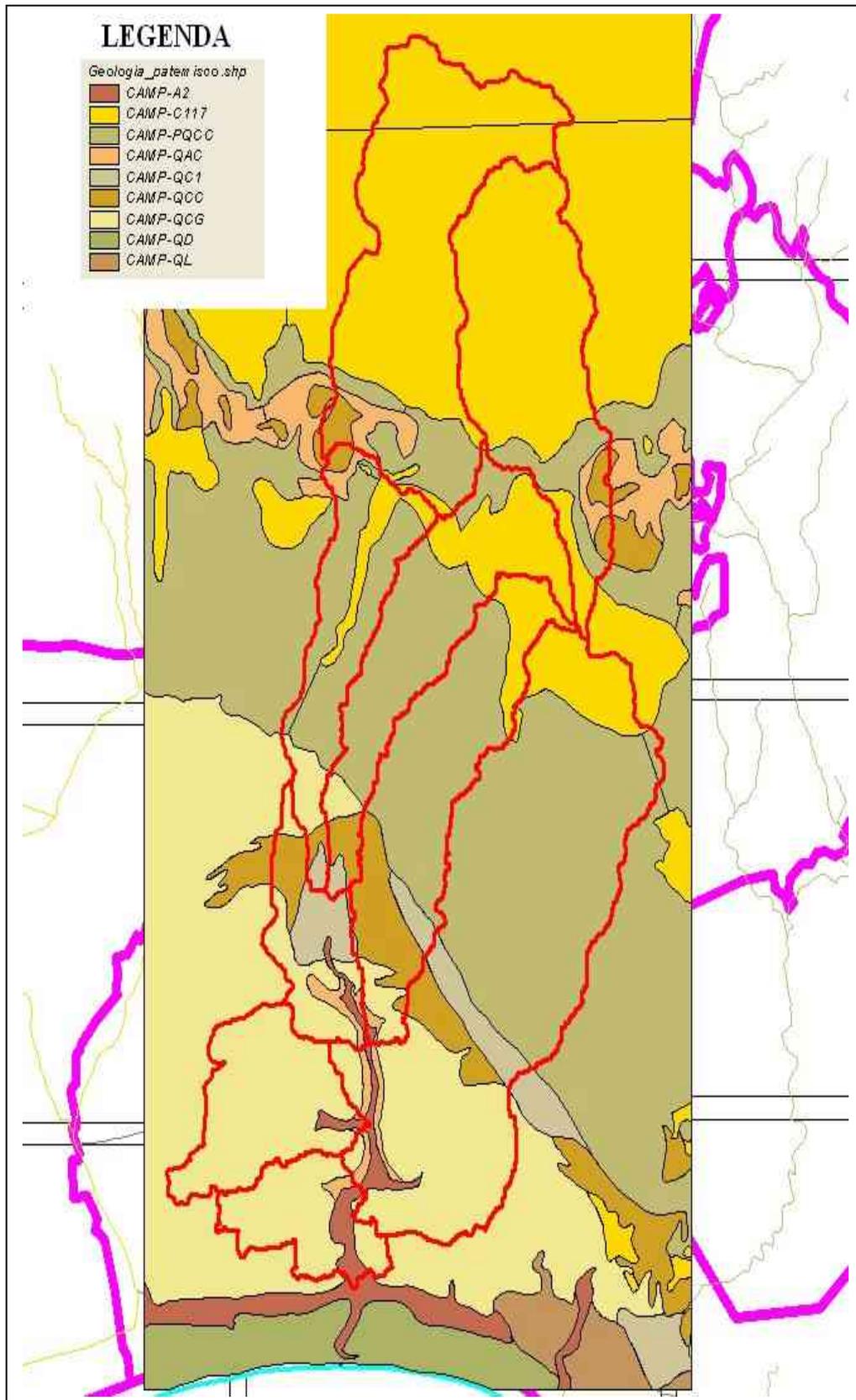


Fig. 2.3.b – Carta Geologica

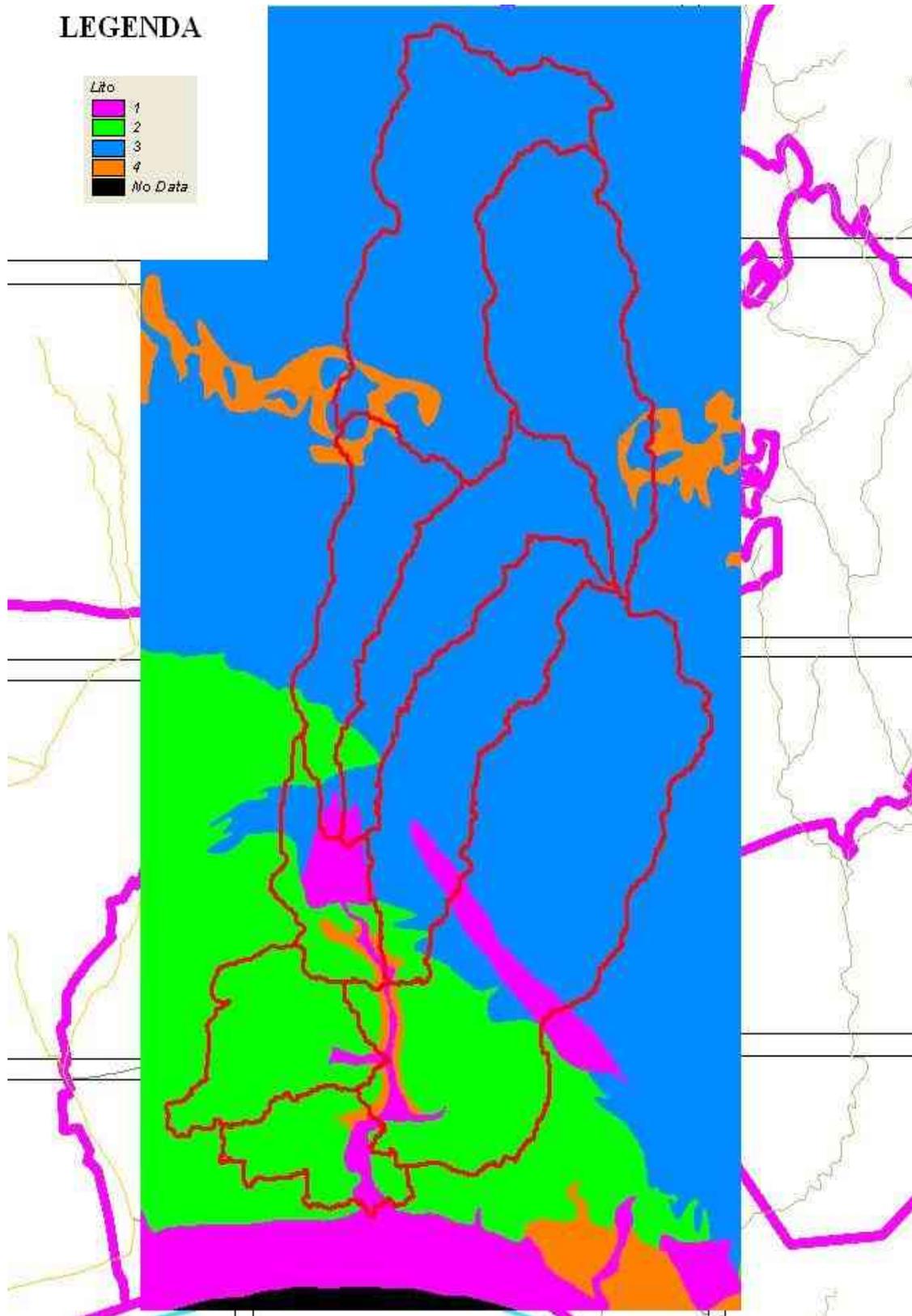


Fig. 2.3.c – Carta Litologica

<b>N</b>	<b>FIRST_LE VE</b>	<b>DESC</b>	<b>COUNT</b>	<b>SUM_AR EA</b>	<b>sup (kmq)</b>	<b>%</b>
1	111	Tessuto urbano continuo	1	1919756.9 78	1.9197569 78	2.60%
2	112	Tessuto urbano discontinuo	3	1054525.0 88	1.0545250 88	1.43%
3	121	Aree industriali o commerciali	1	753107.27 43	0.7531072 74	1.02%
4	131	Aree estrattive	3	839787.90 69	0.8397879 07	1.14%
5	211	Seminativi in aree non irrigue	11	11404083. 21	11.404083 21	15.42%
6	221	Vigneti	5	1104259.3 46	1.1042593 46	1.49%
7	222	Frutteti e frutti minori	1	14535465. 93	14.535465 93	19.65%
8	223	Oliveti	6	3182751.2 22	3.1827512 22	4.30%
9	241	Colture annuali associate a colture permanenti	3	2582230.8 37	2.5822308 37	3.49%
10	242	Sistemi colturali e particellari complessi	9	16096061. 84	16.096061 84	21.76%
11	311	Boschi di latifoglie	2	3624984.7 53	3.6249847 53	4.90%
12	312	Boschi di conifere	3	727836.75 22	0.7278367 52	0.98%
13	313	Boschi misti	1	2707114.3 71	2.7071143 71	3.66%
14	321	Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota	5	4039060.7 75	4.0390607 75	5.46%
15	323	Aree a vegetazione sclerofila	6	9387392.2 24	9.3873922 24	12.69%
16	324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	1	17515.425 4	0.0175154 25	0.02%

Tab. 2.3.a

<b>N</b>	<b>LAYER</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>COUNT</b>	<b>SUM_AR EA</b>	<b>SUP (KMQ)</b>	<b>%</b>	<b>classe permeabi</b>
----------	--------------	--------------------	--------------	----------------------	----------------------	----------	----------------------------

						<i>lità</i>	
1	CAMP -A2	Sabbie, limi e ghiaie attuali recenti Alluvioni recenti ed attuali, depositi palustri e sabbie costiere attuali.	2	1073588.8 08	1.0735888 08	1.45 %	A
2	CAMP -C117	Calccare di Altamura Strati e banchi calcarei a Rudiste ed Echinidi con a letto prevalenza di calcari dolomitici di color grigio scuro. Permeabile per fessurazione e carsismo.	13	23328543. 23	23.328543 23	31.54 %	C
3	CAMP - PQCC	Calcareniti di Gravina Biocalcareniti massicce, generalmente a grana fine, trasgressive sul calcare di Altamura. Permeabili per porosità.	7	26065995. 95	26.065995 95	35.24 %	C
4	CAMP -QAC	Argille del Bradano Argille marnose e marne argillose con intercalazioni sabbiose. Impermeabili.	8	1770863.7 53	1.7708637 53	2.39 %	D
5	CAMP -QC1	Conglomerati, ghiaie e sabbie poligeniche terrazzate Conglomerati, ghiaie e sabbie poligeniche terrazzate con provenienza continentale. Molto permeabili.	3	2286793.8 73	2.2867938 73	3.09 %	A
6	CAMP -QCC	Calcareniti di M. Castiglione Biocalcareniti grossolane (compatte o farinose), con brecce calcaree. Permeabili per porosità.	12	4181368.6 33	4.1813686 33	5.65 %	C
7	CAMP -QCG	Conglomerati, ghiaie e sabbie poligeniche terrazzate Conglomerati, ghiaie e sabbie ed elementi arrotondati, di provenienza appenninica. Le sabbie sono costituite da sabbie bianche e rossastre depositati in antichi cordoni litorali. Molto permeabili.	3	15268763. 26	15.268763 26	20.64 %	B

Tab. 2.3.b

CLASSI DI SUOLI PERMEABILITA'
GRUPPO A - Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
GRUPPO B - Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
GRUPPO C - Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
GRUPPO D - Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

Tab. 2.3.c

Utilizzando un procedimento automatico di confronto tra uso del suolo e classe di suolo, è stato quindi valutato il valore di CN per l'intero bacino idrografico e per i sottobacini nei quali è stato composto (vedi Tab. 2.3.e). La fig. 2.3.d mostra invece la cartina delle zone oggetto di studio con evidenziato i valori di CN.

<b>N</b>	<b>FIRST_LEVE</b>	<b>DESC</b>	<b>COUNT</b>	<b>SUM AREA</b>	<b>sup (kmq)</b>	<b>%</b>	<b>classe CN (MAIONE)</b>	<b>CN</b>
1	111	Tessuto urbano continuo	1	1919756.978	1.9198	2.60 %	H0	<b>77,85,90,92</b>
2	112	Tessuto urbano discontinuo	3	1054525.088	1.0545	1.43 %	H1	<b>61,75,83,87</b>
3	121	Aree industriali o commerciali	1	753107.2743	0.7531	1.02 %	F	<b>89,92,94,95</b>
4	131	Aree estrattive	3	839787.9069	0.83979	1.14 %	F	<b>89,92,94,95</b>
5	211	Seminativi in aree non irrigue	11	11404083.21	11.4041	15.42 %	A1	<b>72,81,88,91</b>
6	221	Vigneti	5	1104259.346	1.1043	1.49 %	A2	<b>62,71,78,81</b>
7	222	Frutteti e frutti minori	1	14535465.93	14.5355	19.65 %	A2	<b>62,71,78,81</b>
8	223	Oliveti	6	3182751.222	3.1828	4.30 %	A2	<b>62,71,78,81</b>
9	241	Colture annuali associate a colture permanenti	3	2582230.837	2.5822	3.49 %	A2	<b>62,71,78,81</b>
10	242	Sistemi colturali e particellari complessi	9	16096061.84	16.0961	21.76 %	A2	<b>62,71,78,81</b>

1 1	311	Boschi di latifoglie	2	3624984.7 53	3.6250	4.90 %	D1	<b>45,66,77, 83</b>
1 2	312	Boschi di conifere	3	727836.75 22	0.7278	0.98 %	D1	<b>45,66,77, 83</b>
1 3	313	Boschi misti	1	2707114.3 71	2.7071	3.66 %	D1	<b>45,66,77, 83</b>
1 4	321	Aree a pascolo naturale e praterie di alta quota	5	4039060.7 75	4.0391	5.46 %	B1	<b>68,79,86, 89</b>
1 5	323	Aree a vegetazione sclerofila	6	9387392.2 24	9.3874	12.69 %	D1	<b>45,66,77, 83</b>
1 6	324	Aree a vegetazione boschiva ed arbustiva in evoluzione	1	17515.425 4	0.0175	0.02 %	D1	<b>45,66,77, 83</b>

Tab. 2.3.d

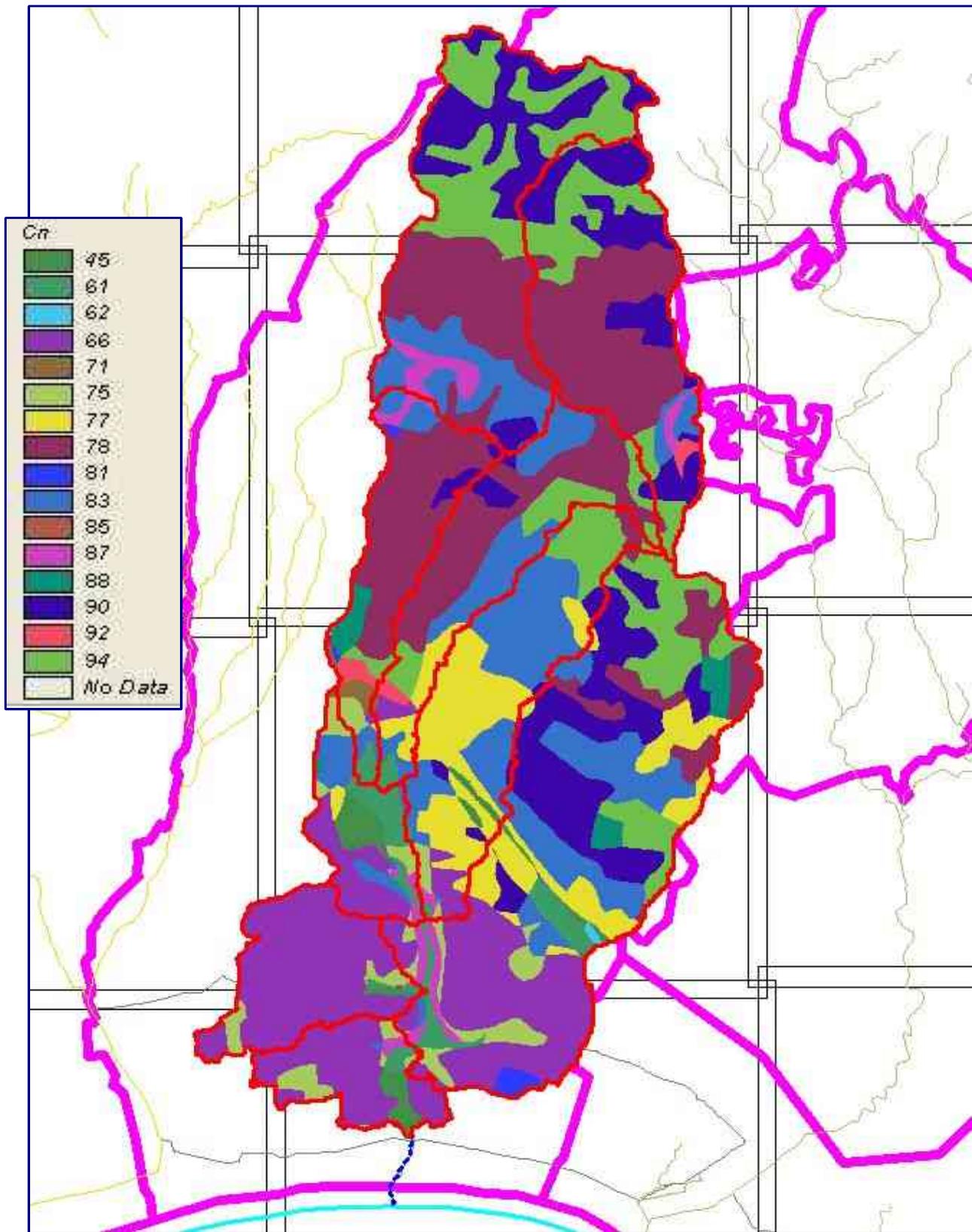


Fig. 2.3.d – Curve Number

## 2.6 Stima parametri elementi idrologici (sottobacini/tronchi)

Come già illustrato in precedenza, la fase di formazione della piena viene affrontata con il metodo dell'idrogramma unitario di Clark, il cui parametro  $T_c$  è stato ricavato tramite la formula di Kirpich

$$T_c = 0.0078 \cdot L^{0.77} \cdot \left( \frac{S}{100} \right)^{-0.385}$$

dove  $L$  è la lunghezza del canale e  $S$  è la pendenza media del bacino. Il parametro  $Sc$ , invece, è stato ricavato dalla formula di Russel

$$S_c = T_c \cdot c$$

dove  $c$  è un parametro di calibrazione che, in funzione dell'uso del suolo, assume i seguenti valori:

- area densamente forestata                      8 – 12
- area prevalentemente agricola                    1.5 – 2.8
- centri abitati    1.1 – 2.1

In base a queste formulazioni sono stati valutati i parametri riportati nella Tab. 2.4.a

<b>CODICE ,N,4,0</b>	<b>AREA HMS,N, 12,3</b>	<b>CN</b>	<b>T<sub>c</sub> (min)</b>	<b>T<sub>c</sub> (ore)</b>	<b>Sc</b>
1	12.346	87	43.53	0.73	2.95
2	9.349	85	34.16	0.57	2.31
3	7.146	82	47.35	0.79	3.21
4	8.261	81	54.12	0.90	3.67
5	5.28	80	38.53	0.64	2.61
6	20.674	80	71.06	1.18	4.81
7	3.136	67	39.77	0.66	2.69
8	4.74	66	43.80	0.73	2.97
9	3.042	65	31.61	0.53	2.14

Tab. 2.4.a

Sono stati quindi valutati i ritardi pari al tempo di transizione dell'onda di piena lungo i vari tronchi sulla base della loro lunghezza e di una velocità media di propagazione pari a 2m/s. I parametri relativi a tronchi sono riportati nella Tab. 2.4.b.

	<i>NAME</i>	<i>pendenza</i>	<i>V (m/s)</i>	<i>tr (sec)</i>	<i>tr(min)</i>
<b>tronco_01_</b>	R110	0.03709 9	2	2318.15	38.64
<b>tronco_02_</b>	R120	0.02377 6	2	3385.80	56.43
<b>tronco_03_</b>	R170	0.01528 2	2	1276.05	21.27
<b>tronco_04_</b>	R230	0.00750 7	2	666.05	11.10
<b>tronco_05_</b>	R270	0.00616 1	2	649.25	10.82
<b>tronco_06_</b>	R290	0.00163 4	2	612.15	10.20
<b>tronco_07_</b>	R350	0.00160 0	2	62.50	1.04
<b>tronco_08_</b>	R360	0.00026 2	2	381.05	6.35
<b>tronco_09_</b>	R390	0.00038 3	2	261.25	4.35
<b>tronco_10_</b>	R410	0.00020 5	2	487.75	8.13

Tab. 2.4.b

## 2.7 Inserimento dati modello meteo

Al fine della predisposizione delle caratteristiche pluviometriche da utilizzare per la simulazione idrologica si è ritenuto opportuno utilizzare i risultati delle elaborazioni statistiche disponibili nella zona e contenute, in particolare, nel Rapporto del progetto VAPI e nella relazione del PAI Puglia.

Dal rapporto VAPI sono stati estratti i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica espressa nella forma

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

facendo riferimento **sottozona 5** nella quale è situato quasi per intero il bacino del Patemisco. Per questa zona i parametri a ed n riferiti ai tempi di ritorno di 30 e 200 anni e le altezze di pioggia relative a diverse durata sono evidenziati nella tab. 2.5.a

Tr	A	N	1	3	6	12	24
<u>30 anni</u>	56.4	0.21	56.4	71.04	82.17	95.04	109.93
<u>200 anni</u>	90.24	0.21	90.24	113.66	131.47	152.06	175.89

Tab. 2.5.a

### 2.7.1 Ietogrammi di taratura

Per la taratura del modello è stato utilizzato l'evento del giorno 8 settembre 2003, caratterizzato da una pluviometria totale di circa 230 mm, il cui ietogramma misurato alla stazione di Massafra è riportato in fig. 2.5.a.

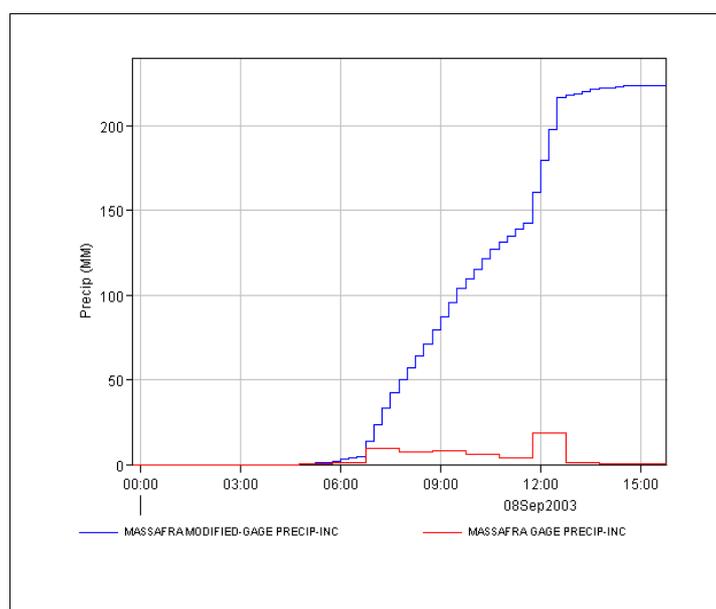


fig. 2.5.a

### 2.7.2 Ietogrammi di progetto

Per la simulazione degli eventi di progetto si è utilizzato uno istogramma Chicago, coerente con le altezze totali di pioggia calcolate attraverso la CPP, con picco in posizione centrale per le quattro durate di pioggia prescelte **3, 6, 12 e 24 ore** e per i tre tempi di ritorno **30, 200 e 500 anni**.

Nelle figure 2.5.b e 2.5.c si riportano gli istogrammi relativi alle durate di 24 per i tempi di ritorno sopra citati.

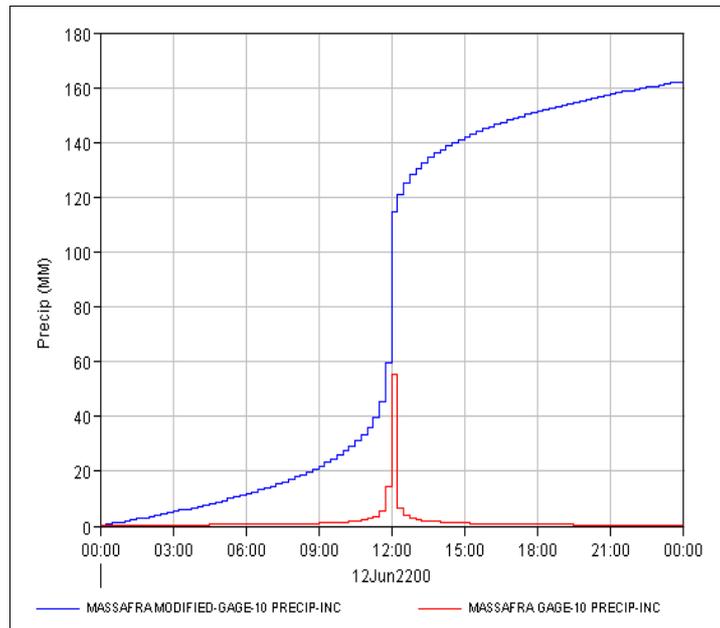


fig. 2.5.b – Ietogramma  $Tr$  30 anni, durata 24 ore

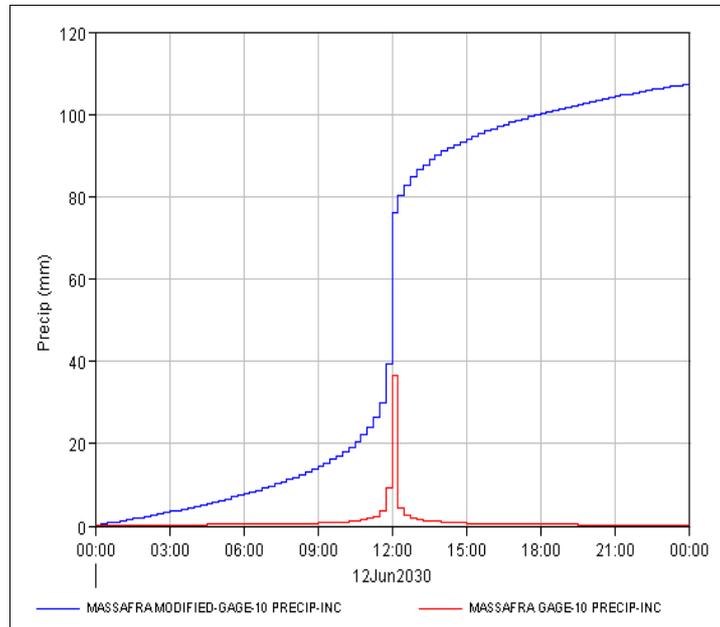
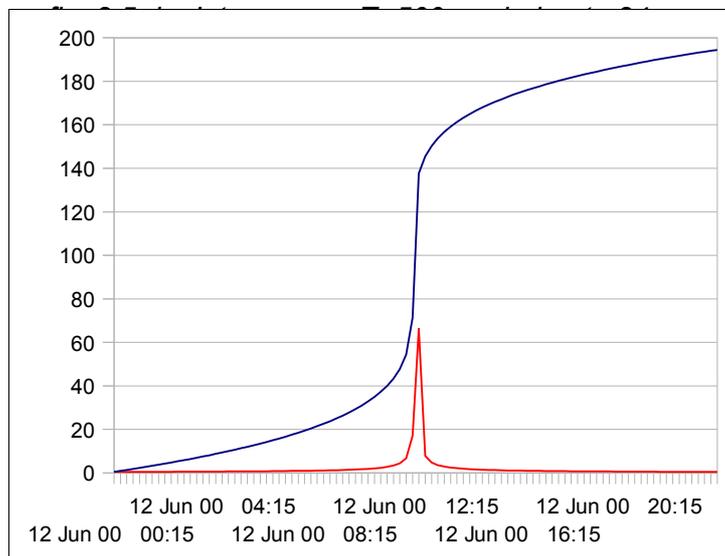


fig. 2.5.c – Ietogramma  $Tr$  200 anni, durata 24 ore



## 2.8 Taratura modello

Una volta predisposto il modello idrologico in realtà occorre farne la taratura per calibrare i parametri i cui valori, pur rientrando in intervalli ristretti, non sono esattamente definiti. Per effettuare la taratura del modello occorrerebbe disporre della conoscenza di eventi di piena, sia dal punto di vista della pluviometria che dell'idrometria. In realtà, nel bacino del Canale Patemisco risultano disponibili unicamente misurazioni di pioggia. Ciò nondimeno, si è proceduto ad una taratura, almeno qualitativa, del modello utilizzando l'evento alluvionale del settembre 2003, durante il quale si sono registrati diversi danni ed allagamenti, per cui il livello idrico massimo raggiunto risulta ricostruibile in alcuni punti del reticolo idrografico oggetto di studio. In fig. 2.6.a sono riportati gli idrogrammi ottenuti dalla simulazione dell'evento pluviometrico dell'8 settembre 2003 utilizzando le due diverse schematizzazioni fisiche del bacino in precedenza descritte.

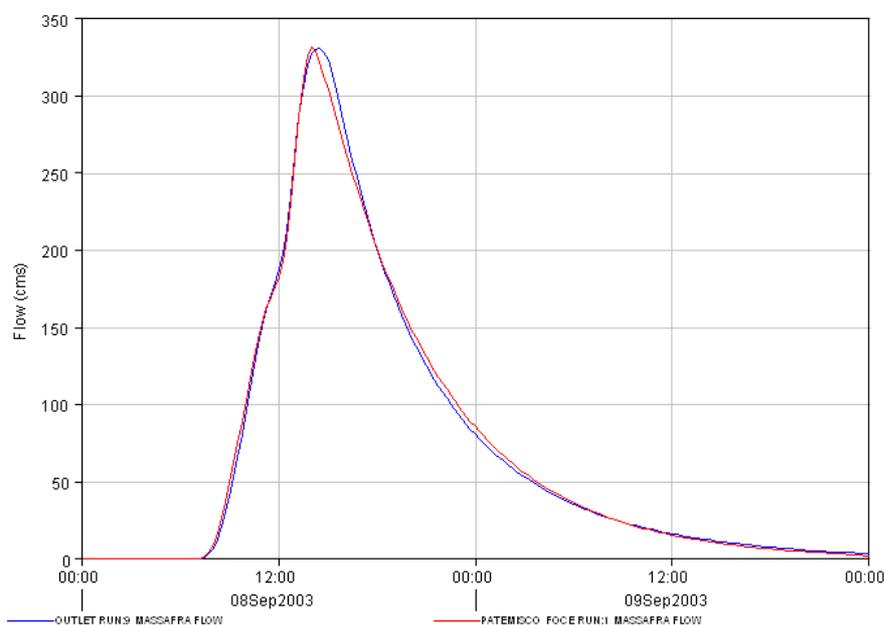


fig. 2.6.a

## 2.9 Simulazione eventi di progetto

Verificata attraverso la fase di taratura la bontà del modello, si è quindi passati alla simulazione degli eventi di progetto utilizzando gli idrogrammi di progetto, come specificato nel paragrafo 2.5.2 relativi alle durate di pioggia di 3, 6, 12 e 24 ore, ed ai tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. In fig. 2.7.a e 2.7.b sono riportati rispettivamente i risultati del modello completo e di quello semplificato alla sezione di chiusura del bacino, mentre nella Tab. 2.7.a e 2.7.b sono riportati i risultati di sintesi per i due modelli. I due eventi sopra citati sono caratterizzati da una portata massima di circa 100 e 190 mc/s mentre il volume di deflusso è di circa 60 e 110 Mmc rispettivamente.

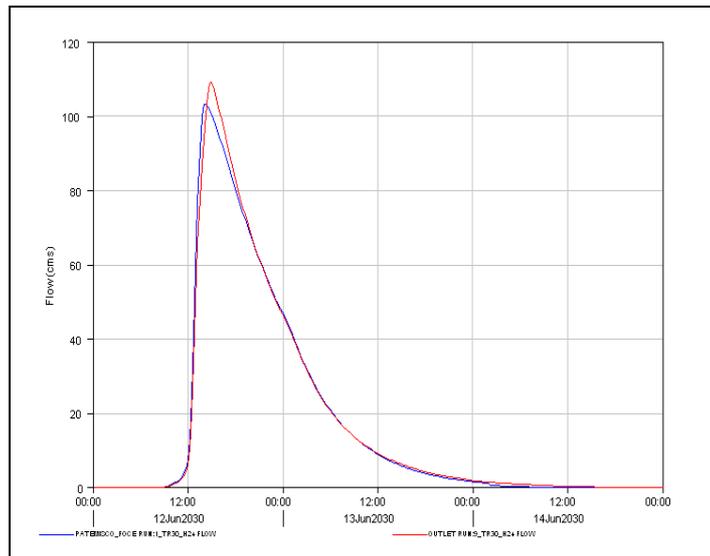


Fig.2.7.a – Idrogrammi piena Patemisco alla foce – Tr 30 anni, durata 24 ore

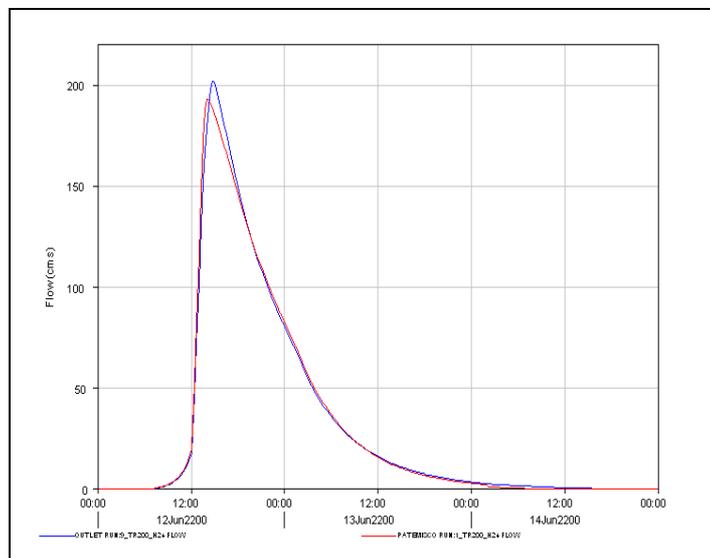


Fig.2.7.b – Idrogrammi di piena Patemisco alla foce – Tr 200 anni, durata 24 ore

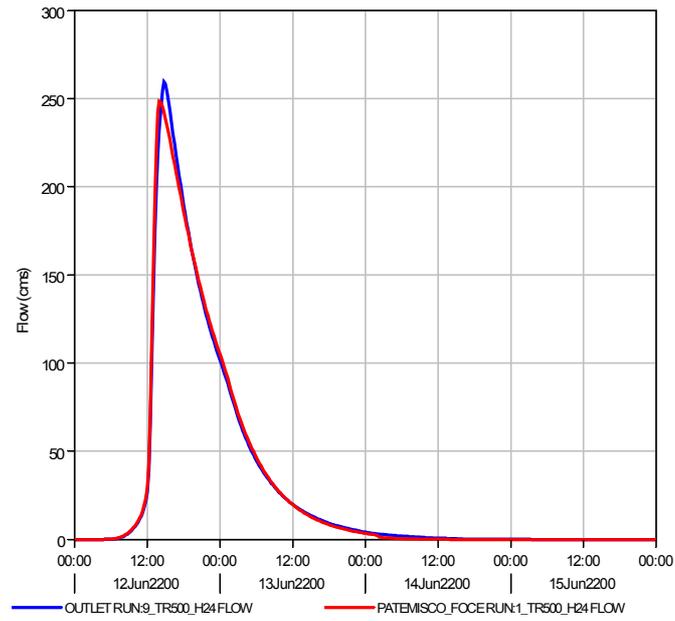


Fig.2.7.c – Idrogrammi di piena Patemisco alla foce – Tr 500 anni, durata 24 ore

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

	Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
sim_1_bac_tr30_h24	patemisco	73.98	103.29	12Jun2030, 14:15	58.86
	patemisco_foce	73.98	103.29	12Jun2030, 14:15	58.86
Sim_9_bac_tr30_h24	Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
	JR110	9.35	16.58	12Jun2030, 13:15	66.6
	JR120	12.35	18.68	12Jun2030, 13:30	69.98
	JR170	9.35	16.55	12Jun2030, 14:00	66.6
	JR230	34.12	57.29	12Jun2030, 14:00	65.63
	JR270	34.12	57.27	12Jun2030, 14:15	65.63
	JR290	45.52	76.34	12Jun2030, 14:30	63.08
	JR350	50.26	83.4	12Jun2030, 14:30	61.04
	JR360	50.26	83.24	12Jun2030, 14:30	61.04
	JR390	70.93	105.43	12Jun2030, 14:45	60.4
	JR410	70.93	105.19	12Jun2030, 14:45	60.4
	R110	9.35	16.55	12Jun2030, 14:00	66.6
	R120	12.35	18.68	12Jun2030, 14:30	69.98
	R170	9.35	16.54	12Jun2030, 14:15	66.6
	R230	34.12	57.27	12Jun2030, 14:15	65.63
	R270	34.12	57.21	12Jun2030, 14:30	65.63
	R290	45.52	76.03	12Jun2030, 14:45	63.08
	R350	50.26	83.24	12Jun2030, 14:30	61.04
	R360	50.26	83.15	12Jun2030, 14:45	61.04
	R390	70.93	105.19	12Jun2030, 14:45	60.4
	R410	70.93	104.96	12Jun2030, 15:00	60.4
	sottobacino_01	12.35	18.68	12Jun2030, 13:30	69.98
	sottobacino_02	9.35	16.58	12Jun2030, 13:15	66.6
	sottobacino_03	7.15	11.47	12Jun2030, 13:30	61.84
	sottobacino_04	8.26	14.84	12Jun2030, 13:30	60.33
	sottobacino_05	5.28	12.43	12Jun2030, 13:00	58.86
	sottobacino_06	20.67	22.42	12Jun2030, 14:15	58.86
	sottobacino_07	3.14	6.77	12Jun2030, 13:00	42.56
	sottobacino_08	4.74	9.2	12Jun2030, 13:00	41.48
	sottobacino_09	3.04	7.48	12Jun2030, 12:45	40.43
	Outlet	73.97	109.25	12Jun2030, 15:00	59.58

Tab. 2.7.a - Riepilogo risultati modellazione idrologica – Tr 30 anni, durata 24 ore

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

	Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
sim_1_bac_tr200_h24	patemisco	73.98	192.76	12Jun2200, 14:00	107.25
	patemisco_foce	73.98	192.76	12Jun2200, 14:00	107.25
Sim_9_bac_tr200_h24	Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
	JR110	9.35	29.83	12Jun2200, 13:15	117.42
	JR120	12.35	33.08	12Jun2200, 13:30	121.67
	JR170	9.35	29.79	12Jun2200, 13:45	117.42
	JR230	34.12	103.68	12Jun2200, 14:00	116.09
	JR270	34.12	103.54	12Jun2200, 14:15	116.09
	JR290	45.52	138.98	12Jun2200, 14:30	112.59
	JR350	50.26	153.51	12Jun2200, 14:30	109.68
	JR360	50.26	153.29	12Jun2200, 14:30	109.68
	JR390	70.93	193.95	12Jun2200, 14:45	108.97
	JR410	70.93	193.78	12Jun2200, 14:45	108.97
	R110	9.35	29.79	12Jun2200, 13:45	117.42
	R120	12.35	33.05	12Jun2200, 14:30	121.67
	R170	9.35	29.75	12Jun2200, 14:15	117.42
	R230	34.12	103.54	12Jun2200, 14:15	116.09
	R270	34.12	103.3	12Jun2200, 14:30	116.09
	R290	45.52	138.87	12Jun2200, 14:30	112.59
	R350	50.26	153.29	12Jun2200, 14:30	109.68
	R360	50.26	152.66	12Jun2200, 14:45	109.68
	R390	70.93	193.78	12Jun2200, 14:45	108.97
	R410	70.93	193	12Jun2200, 15:00	108.97
	sottobacino_01	12.35	33.08	12Jun2200, 13:30	121.67
	sottobacino_02	9.35	29.83	12Jun2200, 13:15	117.42
	sottobacino_03	7.15	21.12	12Jun2200, 13:15	111.24
	sottobacino_04	8.26	27.56	12Jun2200, 13:15	109.23
	sottobacino_05	5.28	23.2	12Jun2200, 13:00	107.25
	sottobacino_06	20.67	41.81	12Jun2200, 14:00	107.25
	sottobacino_07	3.14	13.65	12Jun2200, 13:00	83.41
sottobacino_08	4.74	18.69	12Jun2200, 13:00	81.71	
sottobacino_09	3.04	15.28	12Jun2200, 12:45	80.04	
Outlet	73.97	201.79	12Jun2200, 14:45	107.78	

Tab. 2.7.b - Riepilogo risultati modellazione idrologica – Tr 200 anni, durata 24 ore

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

	Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
sim_1_bac_tr500_h24	patemisco	73.98	248.4	12Jun2200, 14:00	137.21
	patemisco_foce	73.98	248.4	12Jun2200, 14:00	137.21
Sim_9_bac_tr500_h24	Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
	JR110	9.35	37.9	12Jun2200, 13:15	148.39
	JR120	12.35	41.8	12Jun2200, 13:30	152.97
	JR170	9.35	37.9	12Jun2200, 13:45	148.39
	JR230	34.12	131.9	12Jun2200, 14:00	146.9
	JR270	34.12	131.7	12Jun2200, 14:15	146.9
	JR290	45.52	177.5	12Jun2200, 14:15	142.99
	JR350	50.26	196.8	12Jun2200, 14:30	139.68
	JR360	50.26	196.5	12Jun2200, 14:30	139.68
	JR390	70.93	248.6	12Jun2200, 14:45	138.96
	JR410	70.93	248.5	12Jun2200, 14:45	138.96
	Outlet	73.97	259.4	12Jun2200, 14:45	137.6
	R110	9.35	37.9	12Jun2200, 13:45	148.39
	R120	12.35	41.7	12Jun2200, 14:15	152.97
	R170	9.35	37.8	12Jun2200, 14:15	148.39
	R230	34.12	131.7	12Jun2200, 14:15	146.9
	R270	34.12	131.3	12Jun2200, 14:30	146.9
	R290	45.52	177.4	12Jun2200, 14:30	142.99
	R350	50.26	196.5	12Jun2200, 14:30	139.68
	R360	50.26	195.5	12Jun2200, 14:45	139.68
	R390	70.93	248.5	12Jun2200, 14:45	138.96
	R410	70.93	247.4	12Jun2200, 14:45	138.96
	sottobacino_01	12.35	41.8	12Jun2200, 13:30	152.97
	sottobacino_02	9.35	37.9	12Jun2200, 13:15	148.39
	sottobacino_03	7.15	27.1	12Jun2200, 13:15	141.63
	sottobacino_04	8.26	35.4	12Jun2200, 13:15	139.41
	sottobacino_05	5.28	29.9	12Jun2200, 13:00	137.21
sottobacino_06	20.67	53.9	12Jun2200, 14:00	137.21	
sottobacino_07	3.14	18.2	12Jun2200, 13:00	109.9	
sottobacino_08	4.74	24.9	12Jun2200, 13:00	107.9	
sottobacino_09	3.04	20.4	12Jun2200, 12:45	105.91	

Tab.2.7.c – Riepilogo risultati modellazione idrologica – Tr 500 anni, durata 24 ore

Le figure 2.7.d, e, f mostrano rispettivamente l'idrogramma di piena e la scomposizione dello ietogramma nelle sue varie componenti per gli eventi di durata 24 ore e tempo di ritorno rispettivamente di 30, 200 e 500 anni ottenuti con la schematizzazione semplificata del bacino del Patemisco.

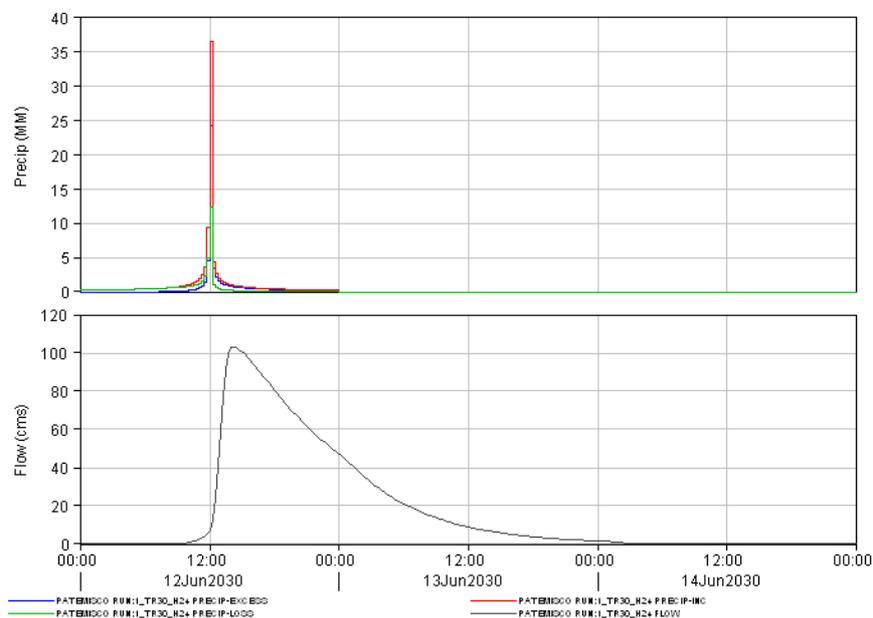


Fig.2.7.d – Ietogrammi e idrogramma evento  $Tr$  30 anni e durata 24 ore

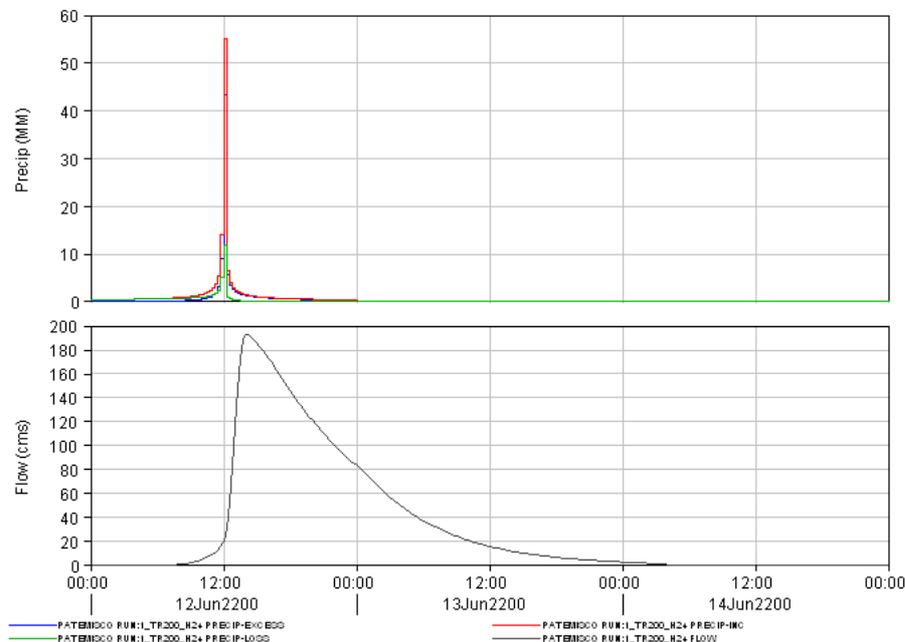


Fig.2.7.e – Ietogrammi e idrogramma evento  $Tr$  200 anni e durata 24 ore

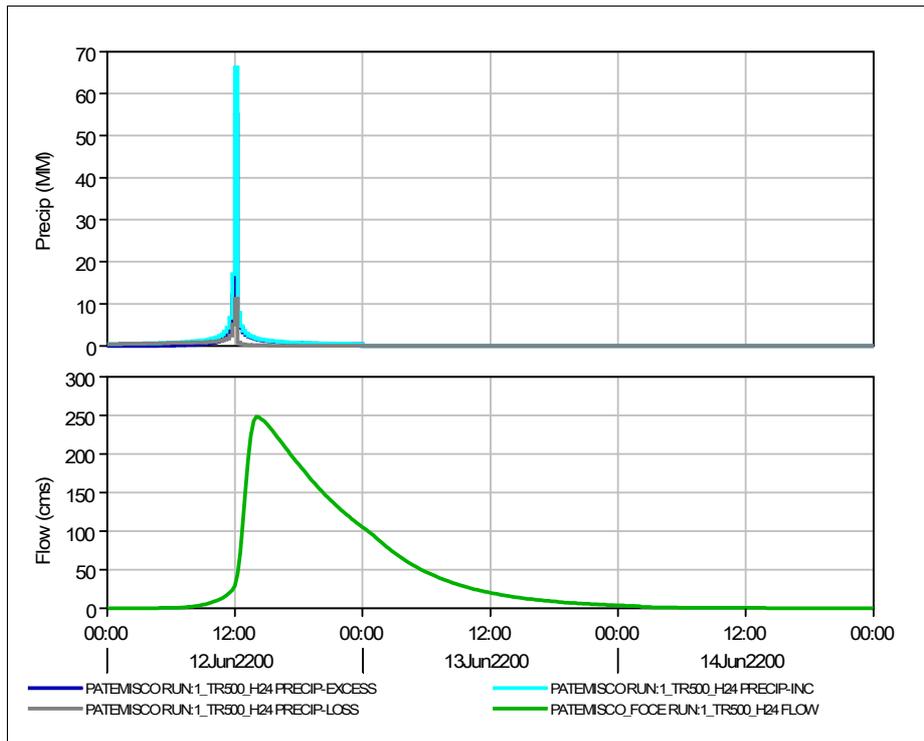


Fig.2.7.f – Ietogrammi e idrogramma evento  $T_r$  500 anni e durata 24 ore

### 3 Modello idraulico

Al fine della predisposizione del modello idraulico del tratto terminale del canale Patemisco, è stato realizzato un rilievo topografico del corso d'acqua nell'ambito del quale sono state battute circa 20 sezioni. Il rilievo topografico è finalizzato alla conoscenza plano-altimetrica del canale e della geometria degli attraversamenti che si trovano lungo il canale. Le caratteristiche morfologiche del canale Patemisco, che nel tratto oggetto di studio è arginato, fanno sì che in questo tratto il canale non riceva contributi dal terreno che attraversa, che è invece drenato da due canali, in destra e sinistra del Patemisco, di acque basse che afferiscono all'impianto di bonifica dello stesso.

Quindi, le portate in arrivo superano quelle smaltibili, che sono tra i 30 e i 50 m<sup>3</sup>/s , gli argini vengono sormontati ed i volumi in eccesso si riversano nella piana alluvionale che il canale attraversa. Essendo le portate smaltibili inferiori anche alla portata con tempo di ritorno di 30 anni, al fine di simulare correttamente il comportamento idraulico del canale, si è scelto di utilizzare un modello idraulico in regime di moto vario con schema di moto quasi bidimensionale.

Per la determinazione delle caratteristiche morfologiche delle celle d'accumulo del modello è stato predisposto un TIN della zona. Il modello idraulico è stato quindi implementato dapprima in condizioni di moto permanente, per determinare in ogni tratto le portate smaltibili, e quindi un moto vario per determinare i volumi d'acqua fuoriusciti dal corso d'acqua ed infine la conseguente laminazione delle piene. Di seguito vengono dapprima descritte le varie fasi dell'implementazione del modello idraulico ed in seguito vengono illustrati i principali risultati ottenuti.

#### 3.1 Descrizione del modello

I tratti del reticolo idrografico oggetto di studio si estendono per un totale di per circa 11.5 km lungo di essi sono state battute un totale di 148 sezioni e sono stati rilevati 62 attraversamenti, per il dettaglio riguardante i singoli tronchi si veda la tabella 2.1. La distanza media tra le sezioni è di circa 80 metri ed è comunque risultata sufficiente in considerazione del fatto che si tratta quasi esclusivamente di tronchi di reticolo sistemati e quindi a sezione e pendenza costante per lunghi tratti. Il rilievo topografico è stato eseguito appoggiandosi alla Cartografia Tecnica Regionale, in scala 1:5.000, disponibile nella zona.

La verifica idraulica è stata realizzata in regime di moto permanente considerando i valori della portata di piena relativi ai tempi di ritorno  $T_R$  di 50, 200 e 500 anni calcolati come in precedenza specificato e riportati nella tabella 2.1.

MODELLO IDRAULICO – TABELLA RIEPILOGATIVA DELLE PRINCIPALI CARATTERISTICHE UTILIZZATE								
TRONCO	ELEMENTI HEC-HMS	SUP. DRENANTE (kmq)	Q 30 anni (mc/s)	Q 200 anni (mc/s)	Q 500 anni (mc/s)	LUNGHEZZA ASTA (m)	SEZIONI	ATTRAVERSAMENTI
COLOMBATO	SB_05 + R120	17.6	31.1	56.3	71.6	2065	19	8
MADONNA DELLA SCALA	SB_03 + R 170	16.5	28.0	50.9	64.9	1560	29	9
PATEMISCO	JR230	34.1	57.3	103.7	131.9	2518	21	9
PATEMISCO 1	JR290	45.5	76.3	139.0	177.5	1700	29	13
SAN MARCO	SB_04	8.3	14.8	27.6	35.4	3605	50	23
TOTALE						11448	148	62

**Tabella 2.1.** Portate al colmo di piena per T = 50, 200 e 500 anni.

Per quel che riguarda la resistenza al moto si è ritenuto più cautelativo assumere un unico valore del coefficiente di scabrezza  $n$  di Manning:  $0.035 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ , anche se in realtà a volte la presenza del rivestimento in calcestruzzo consentirebbe l'uso di valori di scabrezza men o elevati, per tenere conto di situazioni future in cui il reticolo dovesse trovarsi in condizioni di scarsa manutenzione.

Le simulazioni numeriche monodimensionali sono state realizzate con l'ausilio del sistema HEC-RAS (River Analysis System) sviluppato presso l'Hydrologic Engineering Center (HEC) per conto dell'U.S. Army Corps of Engineers<sup>1</sup>.

Il modello è stato implementato ricorrendo alle sezioni trasversali rilevate dalla committenza lungo il tronchi oggetto di studio.

La figure 3.2a riporta in planimetria uno schema generale del modello, le figure 3.2b-c-d-e riportano invece le planimetrie di dettaglio dei vari tronchi.

### 3.2 Il software HEC-RAS

Il modello di simulazione implementato da HEC-RAS (River Analysis System) presso l'Hydrologic Engineering Center dell'United States Army Corps of Engineers, consente il calcolo dei profili idraulici di moto permanente gradualmente vario in reti di canali naturali o artificiali.

Con tale modello possono essere simulate condizioni di moto subcritico, supercritico e misto e possono essere valutati gli effetti di immissioni o emissioni laterali di portata, opere in alveo, ostacoli al flusso e costruzioni presenti lungo le sponde.

Nelle ipotesi di condizioni di moto permanente unidimensionale, corrente gradualmente variata (fatta eccezione per le sezioni in cui si risente della presenza di strutture, quali ponti o tombini per attraversamento) e pendenze longitudinali del fondo dell'alveo non eccessive, per un dato tratto fluviale elementare, di lunghezza finita, il modello si basa sulla seguente equazione di conservazione dell'energia tra le generiche sezioni trasversali di monte e di valle, rispettivamente indicate coi pedici 2 e 1:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{V_1^2}{2g} + H$$

<sup>1</sup> [www.hec.usace.army.mil](http://www.hec.usace.army.mil)

in cui  $Y_2$  e  $Y_1$  sono le profondità d'acqua,  $Z_2$  e  $Z_1$  le quote dei punti più depressi delle sezioni trasversali rispetto a un piano di riferimento (superficie libera del medio mare),  $V_2$  e  $V_1$  le velocità medie (rapporto tra portata e area bagnata della sezione),  $\alpha_2$  e  $\alpha_1$  coefficienti di Coriolis di ragguglio delle potenze cinetiche,  $g$  l'accelerazione di gravità e  $\Delta H$  le perdite di carico nel tratto considerato.

Nel caso di passaggio da regime supercritico a subcritico tramite risalito idraulico, la corrente perde il carattere gradualmente variato e l'equazione dell'energia non può essere applicata. In tal caso, si ricorre all'equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{\beta_2 Q_2^2}{g A_2} + A_2 Y_{2,b} + \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot i - \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \cdot J_m - \frac{\beta_1 Q_1^2}{g A_1} - A_1 Y_{1,b} = 0$$

in cui si sono indicate con i pedici 2 e 1 rispettivamente le sezioni di monte e di valle del tratto considerato; a meno del peso specifico, che essendo presente in ciascun addendo è stato eliso, il primo e il quinto termine rappresentano le spinte idrodinamiche dovute alle quantità di moto (con  $\alpha$  coefficiente di ragguglio dei flussi di quantità di moto), il secondo e il sesto termine le spinte idrostatiche dovute alle pressioni (essendo  $Y_{2,b}$  e  $Y_{1,b}$  gli affondamenti dei baricentri delle sezioni bagnate), il terzo termine la componente del peso lungo la direzione del moto (essendo  $i$  la pendenza longitudinale del fondo dell'alveo, calcolata in base alle quote medie in ciascuna sezione) e il quarto termine la resistenza al moto.

Per poter risolvere correttamente le equazioni di moto occorre disporre anche delle condizioni al contorno di monte e di valle che regolano il deflusso della corrente.

Nel caso in esame, non essendoci evidenti sconnessioni idrauliche a monte e a valle del tratto studiato, come condizione al contorno si è ritenuto opportuno utilizzare a scopo cautelativo il valore della pendenza media rilevata nel tratto, pari rispettivamente a 0.5 % nella sezione terminale di valle e 1% nelle sezioni iniziali di monte. La modellazione è stata estesa fino a raccordarsi con la zona in cui era stata già eseguita in precedenza, il limite tra le due zone è posto in prossimità della Masseria Patemisco.

Per tutte le verifiche idrauliche è stato utilizzato il software HEC-RAS, in moto permanente con schema di moto mono-dimensionale. Per rappresentare la geometria del corso d'acqua oggetto di studio il modello è stato implementato con le 148 sezioni e le 62 tra attraversamenti e briglie rilevate, come riportati in Fig. 3.2a. Per condurre correttamente le verifiche idrauliche sono state aggiunte inoltre, ove necessario, un certo numero di sezioni interpolate automaticamente dal software utilizzato per le verifiche stesse.

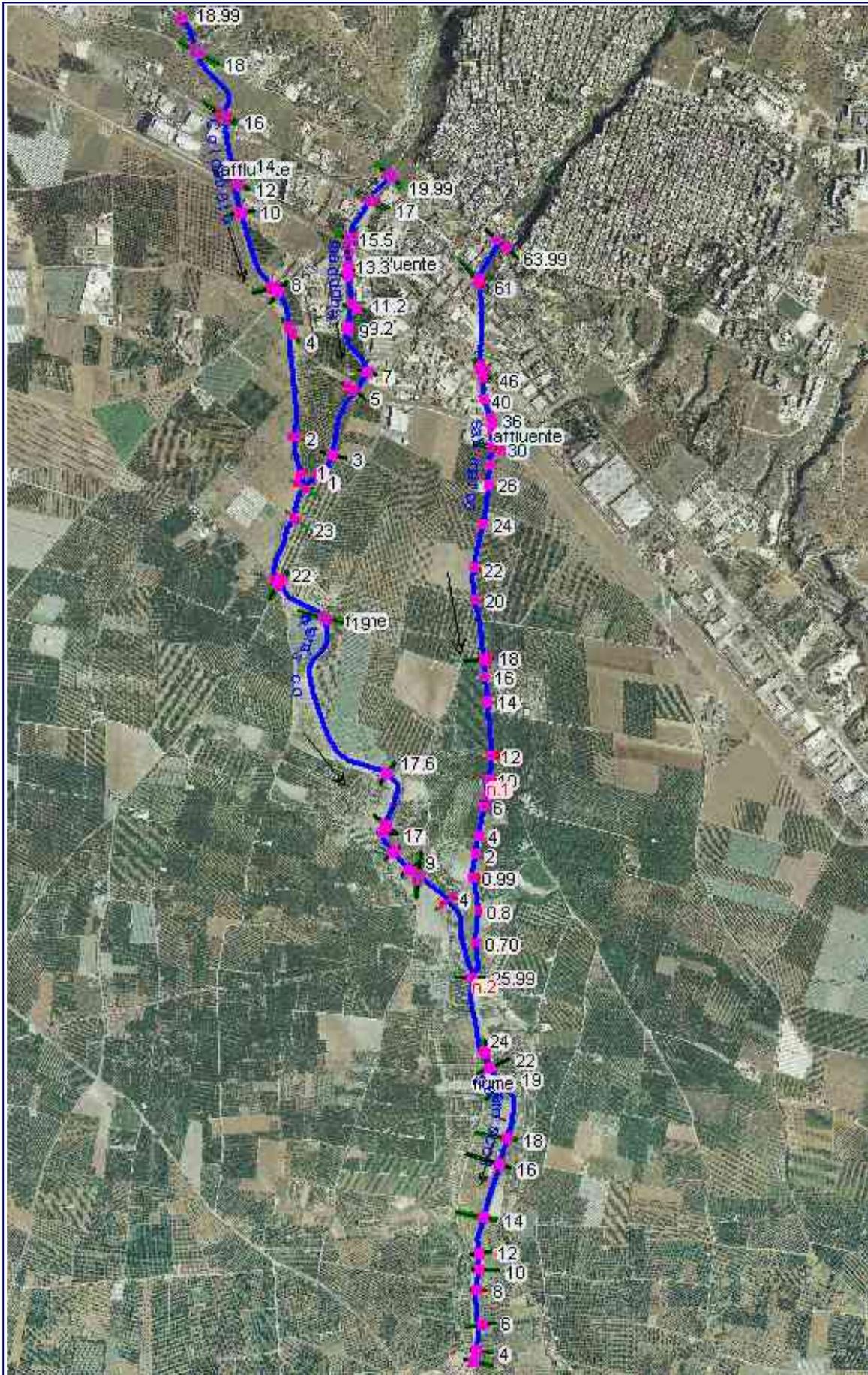


Fig 3.1.a – Modello idraulico – schema generale

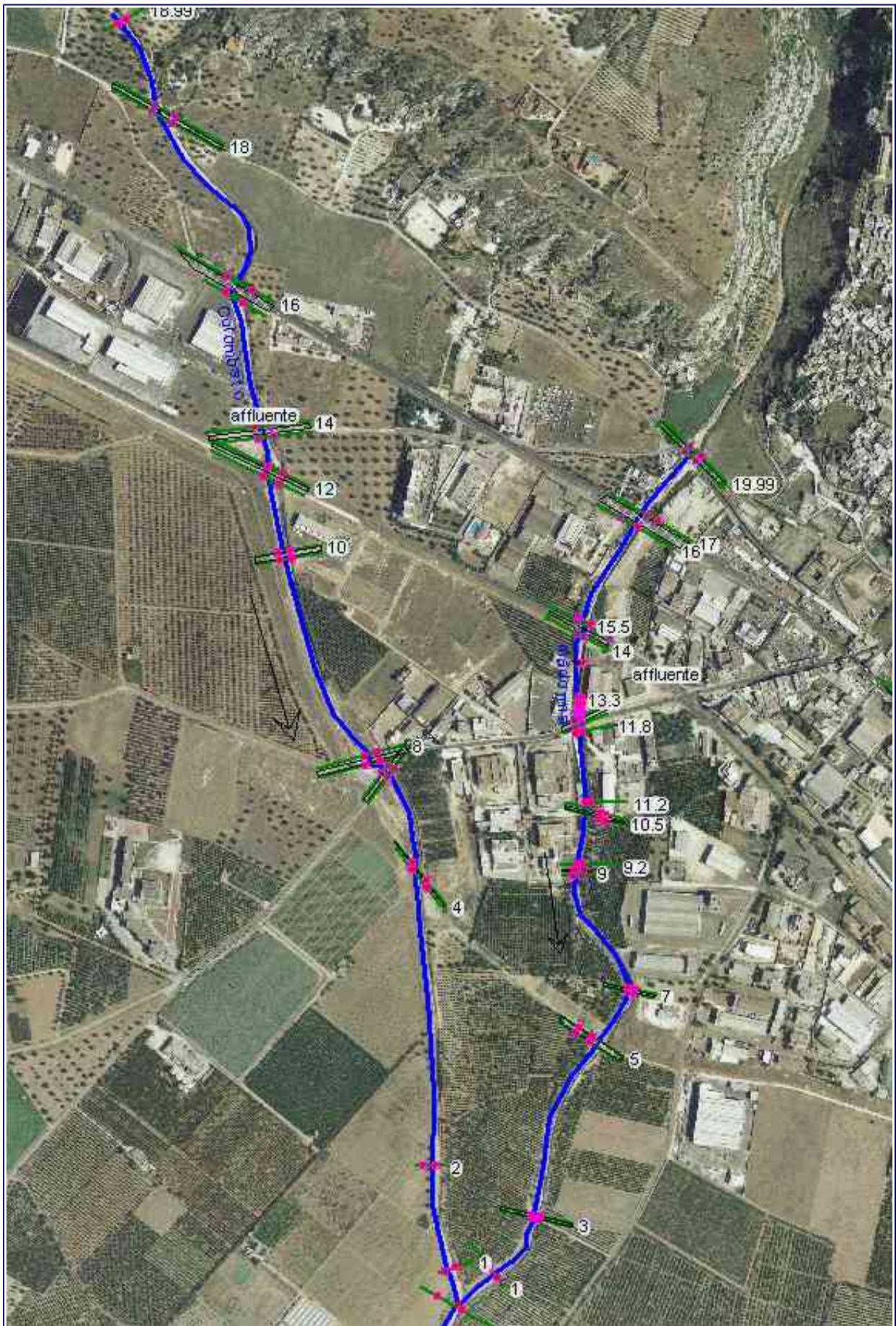


Fig 3.1.b – Modello idraulico – schema Gravine Madonna della Scala e Colombato

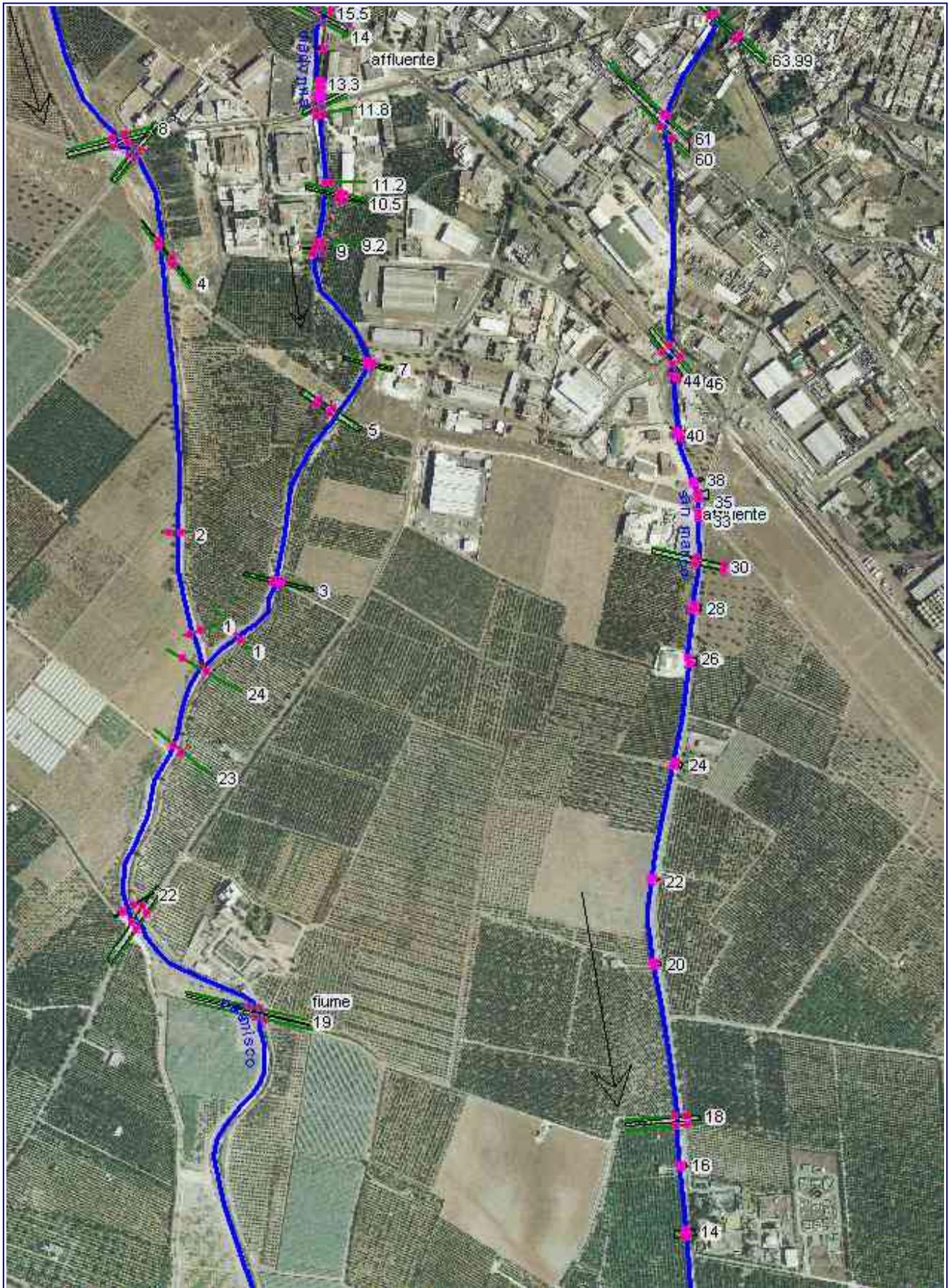
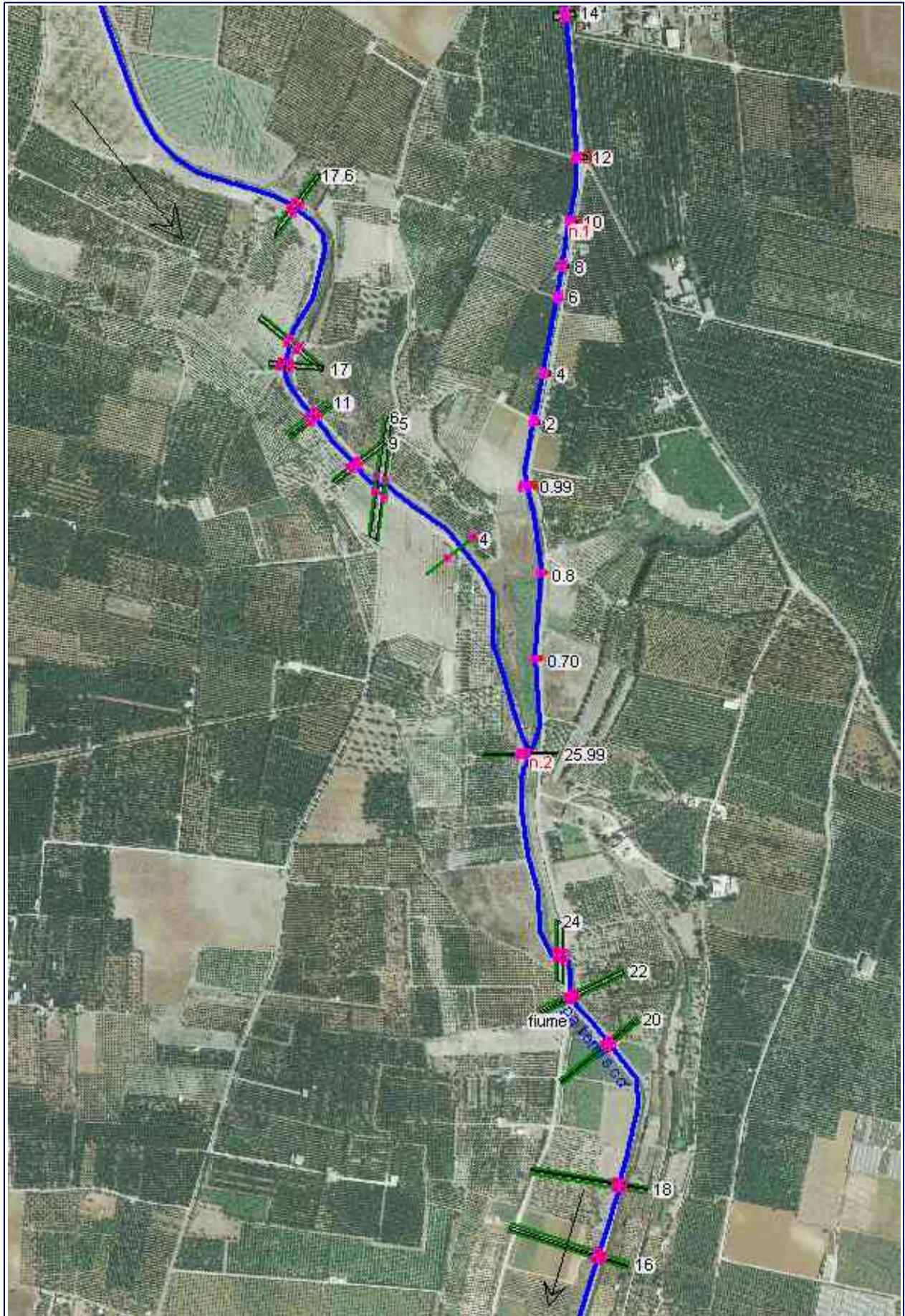
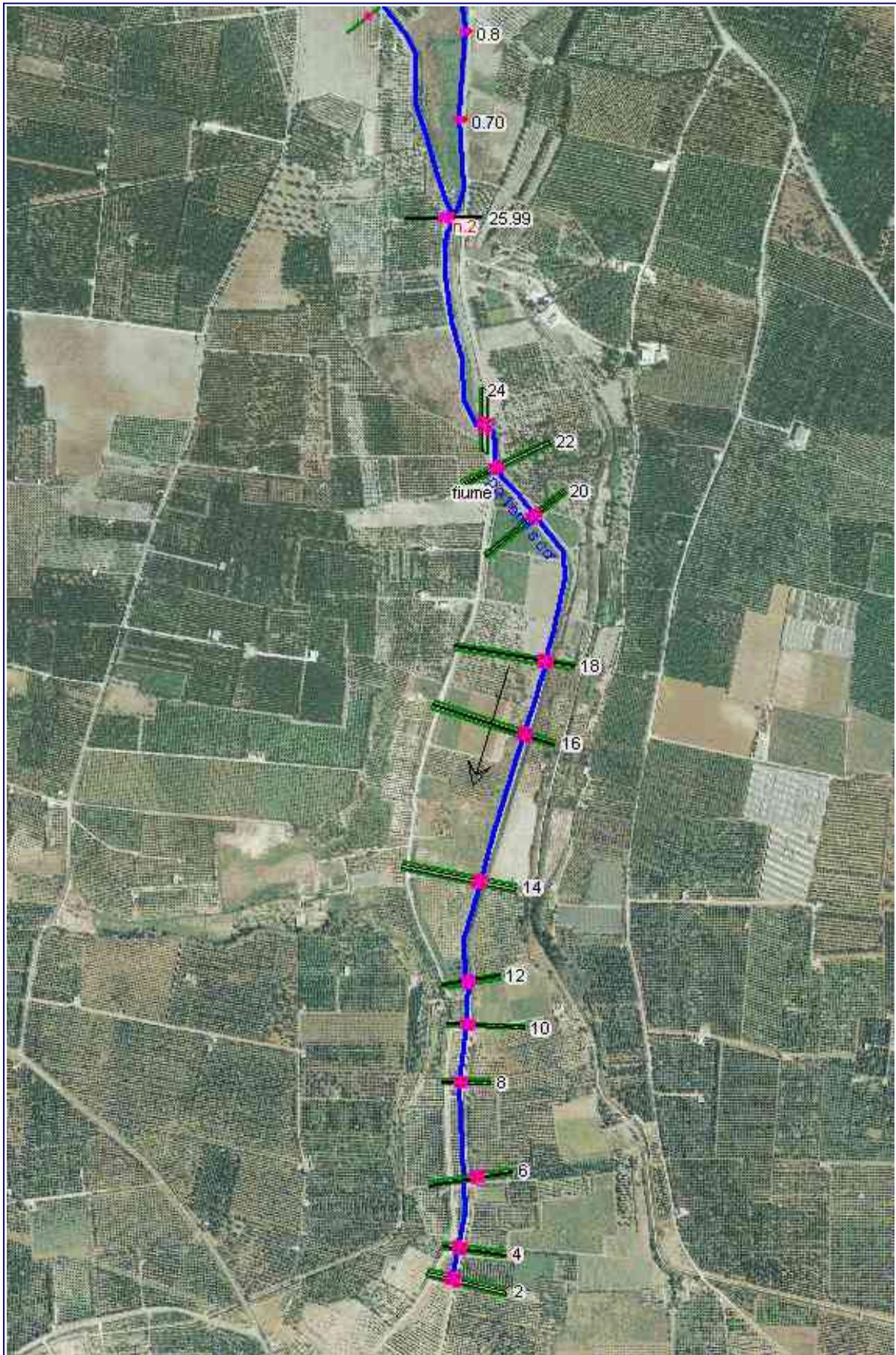


Fig 3.1.c – Modello idraulico – schema - Gravina San Marco tratto di monte



Fg 3.1.d – Modello idraulico – schema - Gravina San Marco tratto di valle e Canale Patemisco



Fg 3.1.e – Modello idraulico – schema - Canale Patemisco

## **Risultati ottenuti**

Le verifiche idrauliche, condotte con riferimento ai tre diversi tempi di ritorno, hanno permesso di valutare l'andamento del pelo libero e le caratteristiche idrauliche sezione per sezione oltre che dei ponti nel tratto oggetto di studio. In particolare nella tabella che segue sono riportati i risultati ottenuti nei ponti. Nelle figure che seguono sono riportati, per ogni tronco, dapprima il profilo del pelo libero e le principali caratteristiche di corrente (profondità critica e energia totale) con riferimento all'evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni e quindi i soli profili di corrente con riferimento ai tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni. Il dettaglio dei risultati ottenuti, consistente nelle principali caratteristiche idrauliche per ogni sezioni e per ogni attraversamento sia in forma grafica che numerica, è invece riportato nell'allegato B.

Nell'allegato cartografico Tav.6 sono inoltre evidenziati gli estremi di ogni sezione con l'indicazione della portata smaltibile.

Di seguito vengono commentati i principali risultati ottenuti dalla verifiche idrauliche per ogni tronco studiato.

### **Gravina Colombato**

Dall'esame dei risultati ottenuti emerge che:

- il regime di corrente che si instaura all'interno del corso d'acqua studiato è critico con velocità medie di 2.3, 2.6 e 2.7 m/s con riferimento rispettivamente a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni;
- la capacità di smaltimento delle sezioni consente che le portate con riferimento ai vari tempi di ritorno defluiscano con franchi di sicurezza adeguati, tracimazioni di pochi centimetri dei contenimenti arginali si verificano solo in occasione della piena cinquecentennale;
- le luci dei ponti sono in generale adeguate per consentire un corretto smaltimento delle portate con riferimento ai vari tempi di ritorno, leggeri rigurgiti di corrente si hanno in occasione della piena duecentennale, rigurgiti più importanti si hanno invece con la piena cinquecentennale, con due ponti che funzionano in pressione e vengono anche sormontati dal deflusso.

### **Gravina Madonna della Scala**

Dall'esame dei risultati ottenuti emerge che:

- il regime di corrente che si instaura all'interno del corso d'acqua studiato è critico con velocità medie di 2.5, 3.2 e 3.1 m/s con riferimento rispettivamente a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni;
- la capacità di smaltimento delle sezioni consente che la portata trentennale defluisca con franchi di sicurezza adeguati, solo in un tratto, il cui adeguamento è peraltro in atto, si verificano tracimazioni di pochi centimetri dei contenimenti arginali, la situazione si aggrava con la tracimazione anche in altre sezioni con le portate duecentennale e cinquecentennale;
- le luci dei ponti sono appena sufficienti per consentire lo smaltimento delle portate con riferimento ai vari tempi di ritorno, rigurgiti di corrente si hanno con riferimento ai vari tempi di ritorno, con alcuni ponti che funzionano in pressione e vengono anche sormontati dal deflusso.

### **Gravina San Marco**

Dall'esame dei risultati ottenuti emerge che:

- il regime di corrente che si instaura all'interno del corso d'acqua studiato è critico con velocità medie di 2.1, 2.3 e 2.3 m/s con riferimento rispettivamente a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni;
- all'interno della fiumara San Marco si possono individuare due tratti che hanno evidenziato un comportamento completamente differente: il tratto a monte dell'attraversamento ferroviario ed il tratto compreso tra tale attraversamento e l'immissione del San Marco nel Canale Patemisco. Nel primo tratto la capacità di smaltimento delle sezioni consente che le portate con riferimento ai vari tempi di ritorno defluiscano con franchi di sicurezza adeguati, tracimazioni di pochi centimetri dei contenimenti arginali si verificano solo in occasione della piena cinquecentennale. Nel secondo tratto il corso d'acqua si riduce ad essere una canaletta stradale e la capacità di smaltimento delle sezioni non è assolutamente adeguata a smaltire le portate con riferimento ai vari tempi di ritorno;
- nel primo tratto le luci dei ponti sono in generale adeguate per consentire un corretto smaltimento delle portate con riferimento ai vari tempi di ritorno; nel secondo tratto invece le luci dei ponti non sono sufficienti per consentire lo smaltimento delle portate con riferimento ai vari tempi di ritorno, rigurgiti di corrente si hanno con riferimento ai vari tempi di ritorno, con tutti ponti che funzionano in pressione e vengono sormontati dal deflusso.

### **Canale Patemisco (tratto di monte)**

Dall'esame dei risultati ottenuti emerge che:

- il regime di corrente che si instaura all'interno del corso d'acqua studiato è critico con velocità medie di 2.5, 2.3 e 2.8 m/s con riferimento rispettivamente a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni;
- la capacità di smaltimento delle sezioni consente che la portata trentennale defluisca in generale con franchi di sicurezza ridotti, in alcuni tratti si verificano tracimazioni di pochi centimetri dei contenimenti arginali, la situazione si aggrava fortemente con la tracimazione quasi generalizzata dei contenimenti arginali con le portate duecentennale e cinquecentennale;
- le luci dei ponti in generale non sono sufficienti per consentire lo smaltimento delle portate con riferimento ai vari tempi di ritorno, rigurgiti di corrente si hanno con riferimento ai vari tempi di ritorno, con quasi tutti ponti che funzionano in pressione e vengono sormontati dal deflusso anche con la piena trentennale.

### **Canale Patemisco (tratto di valle)**

Dall'esame dei risultati ottenuti emerge che:

- il regime di corrente che si instaura all'interno del corso d'acqua studiato è lento con velocità medie di 1.8, 2.2 e 2.3 m/s con riferimento rispettivamente a tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni;
- la capacità di smaltimento delle sezioni consente che la portata trentennale defluisca in generale con franchi di sicurezza ridotti, in alcuni tratti si verificano tracimazioni di pochi centimetri dei contenimenti arginali, la situazione si aggrava fortemente con la tracimazione quasi generalizzata dei contenimenti arginali con le portate duecentennale e cinquecentennale;
- le luci dei ponti in generale non sono sufficienti per consentire lo smaltimento delle portate con riferimento ai vari tempi di ritorno, rigurgiti di corrente si hanno con riferimento ai vari tempi di ritorno, con quasi tutti ponti che funzionano in pressione e vengono sormontati dal deflusso anche con la piena trentennale.

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

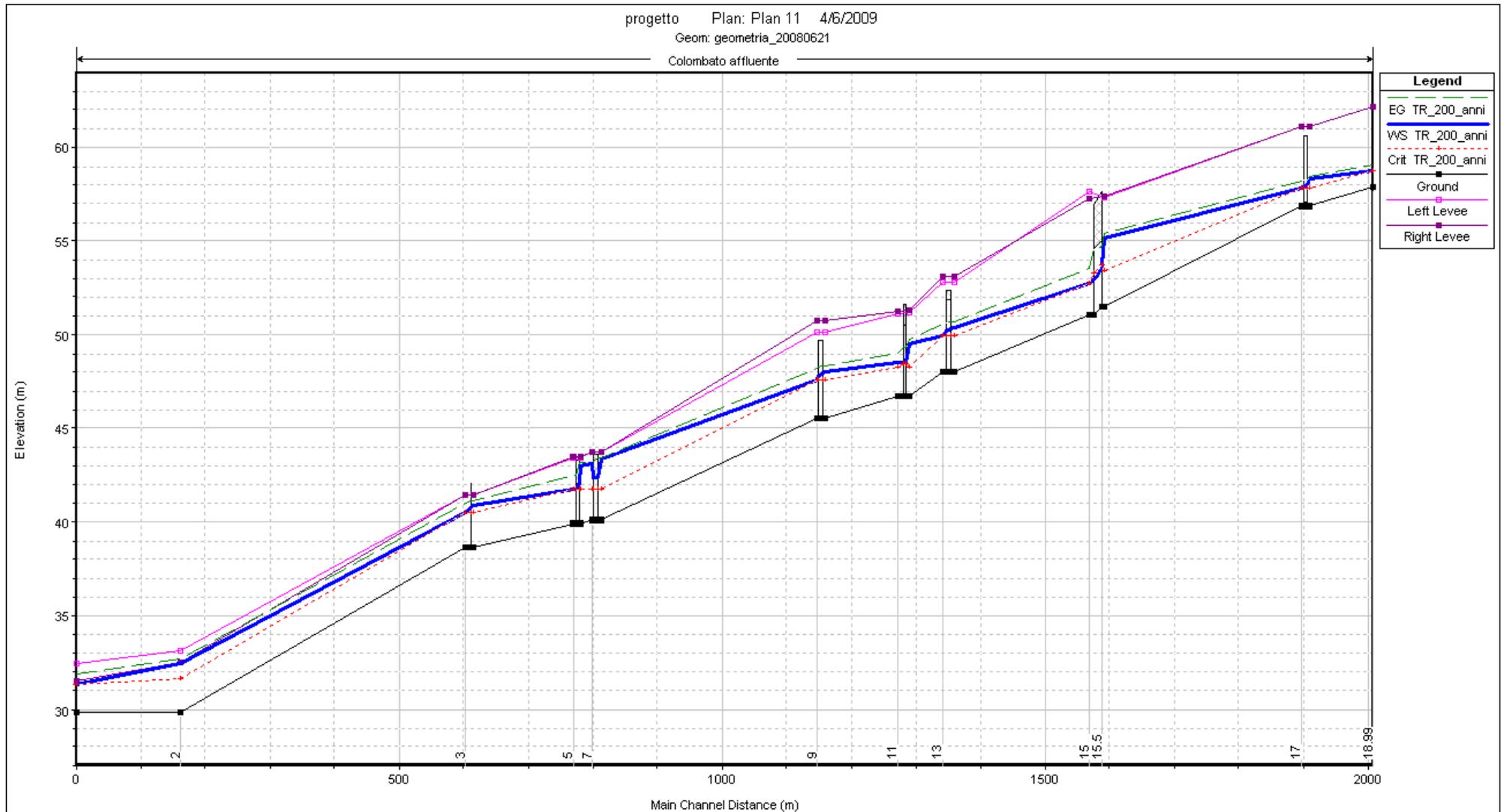


Fig.3.2a – Verifica idraulica Tr 200 anni Gravina Colombato (battente, altezza critica, linea energia)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

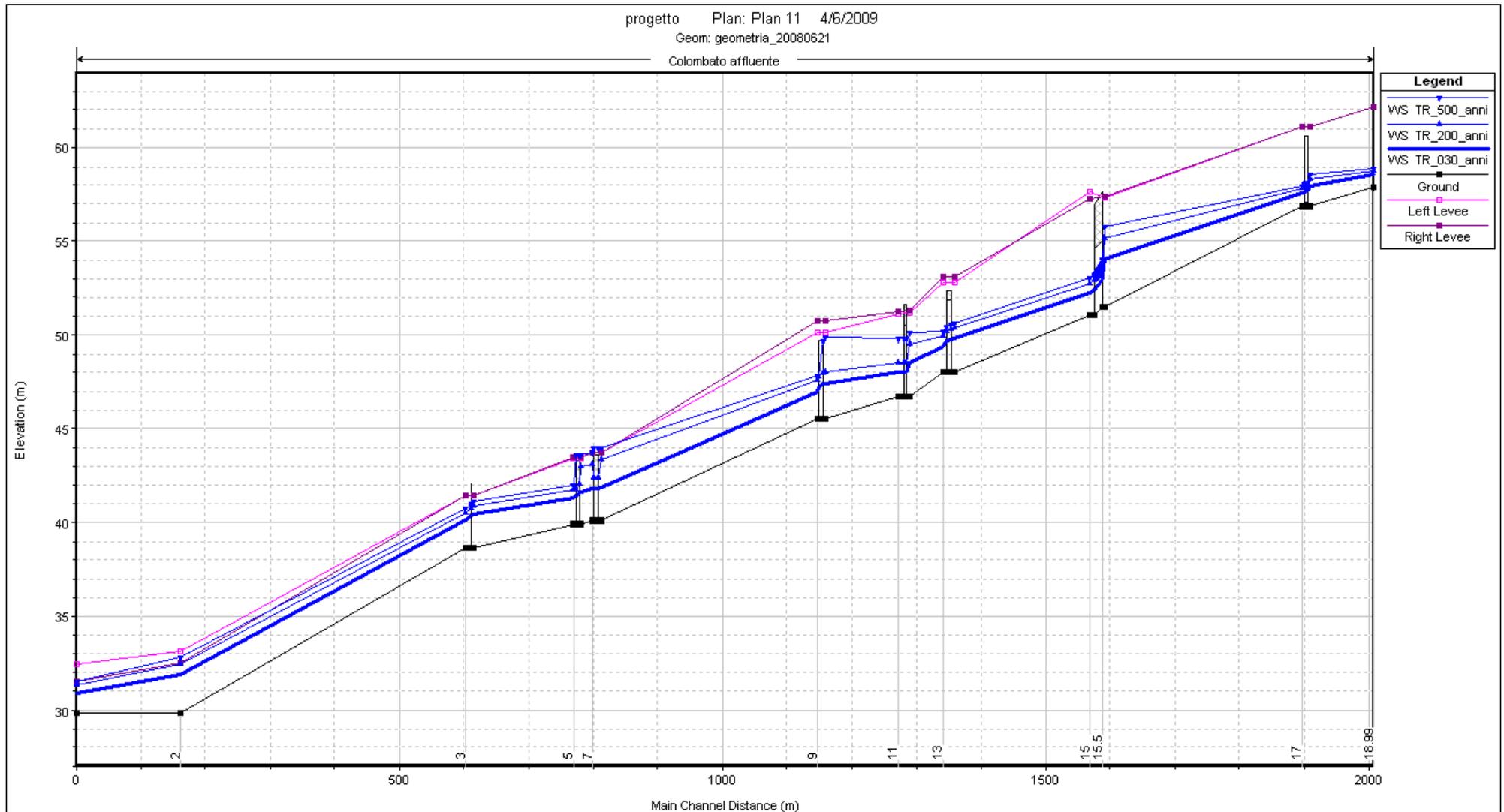


Fig.3.2b – Verifica idraulica Tr 30, 200 e 500 anni Gravina Colombato (battente)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

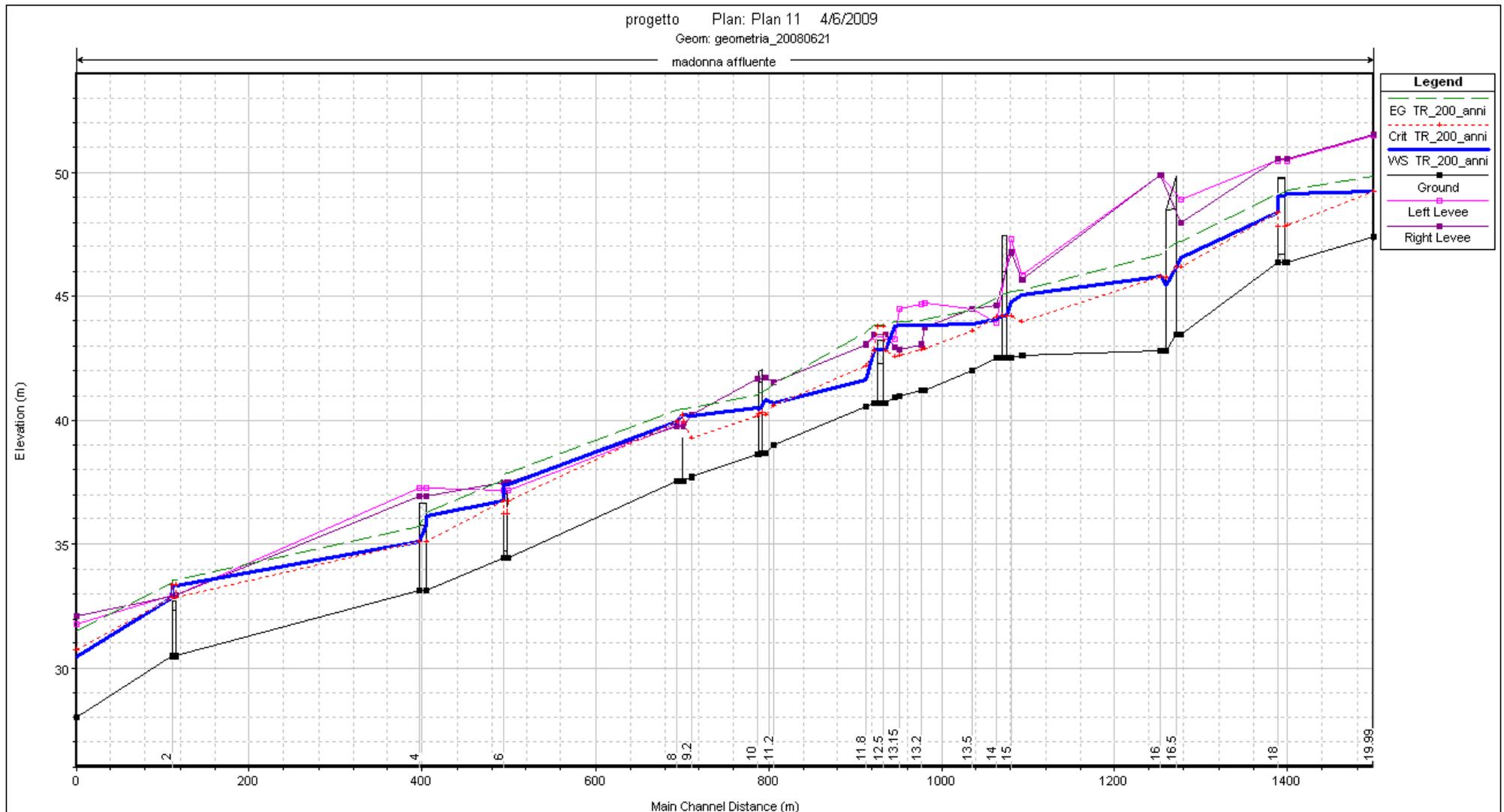


Fig.3.2c – Verifica idraulica Tr 200 anni Gravina Madonna della Scala (battente, altezza critica, linea energia)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

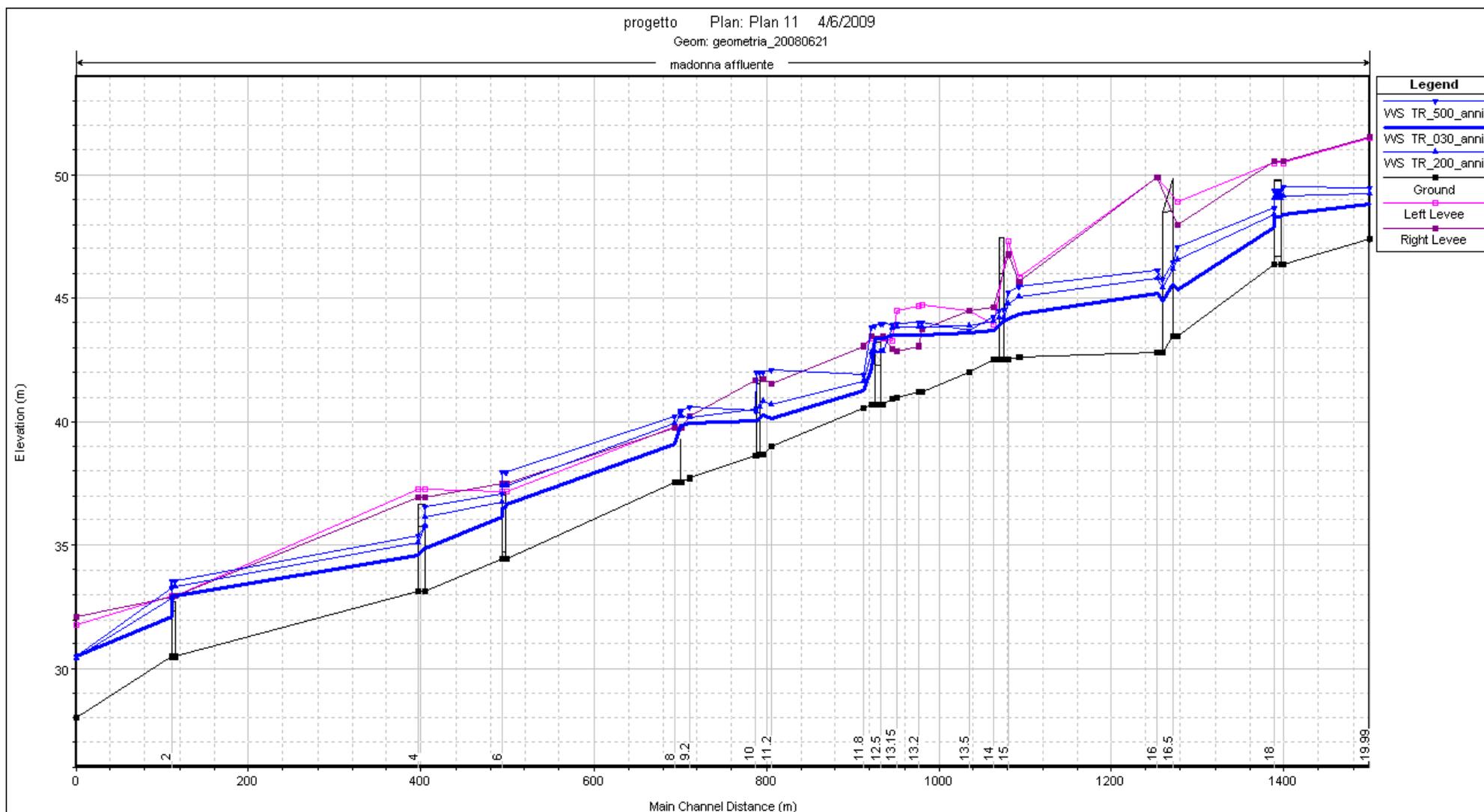


Fig.3.2d – Verifica idraulica Tr 30, 200 e 500 anni Gravina Madonna della Scala (battente)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

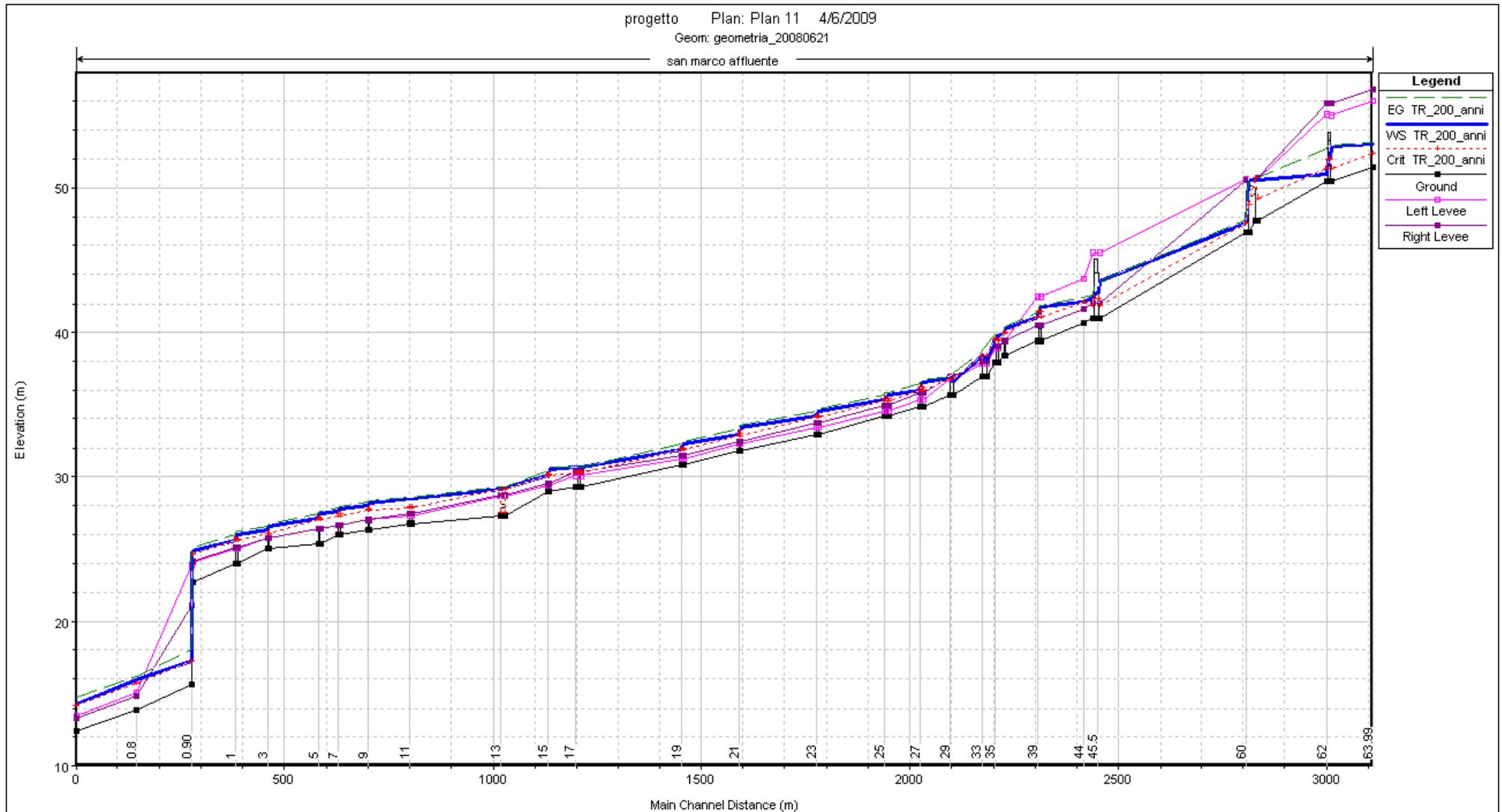


Fig.3.2e – Verifica idraulica Tr 200 anni Gravina San Marco (battente, altezza critica, linea energia)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

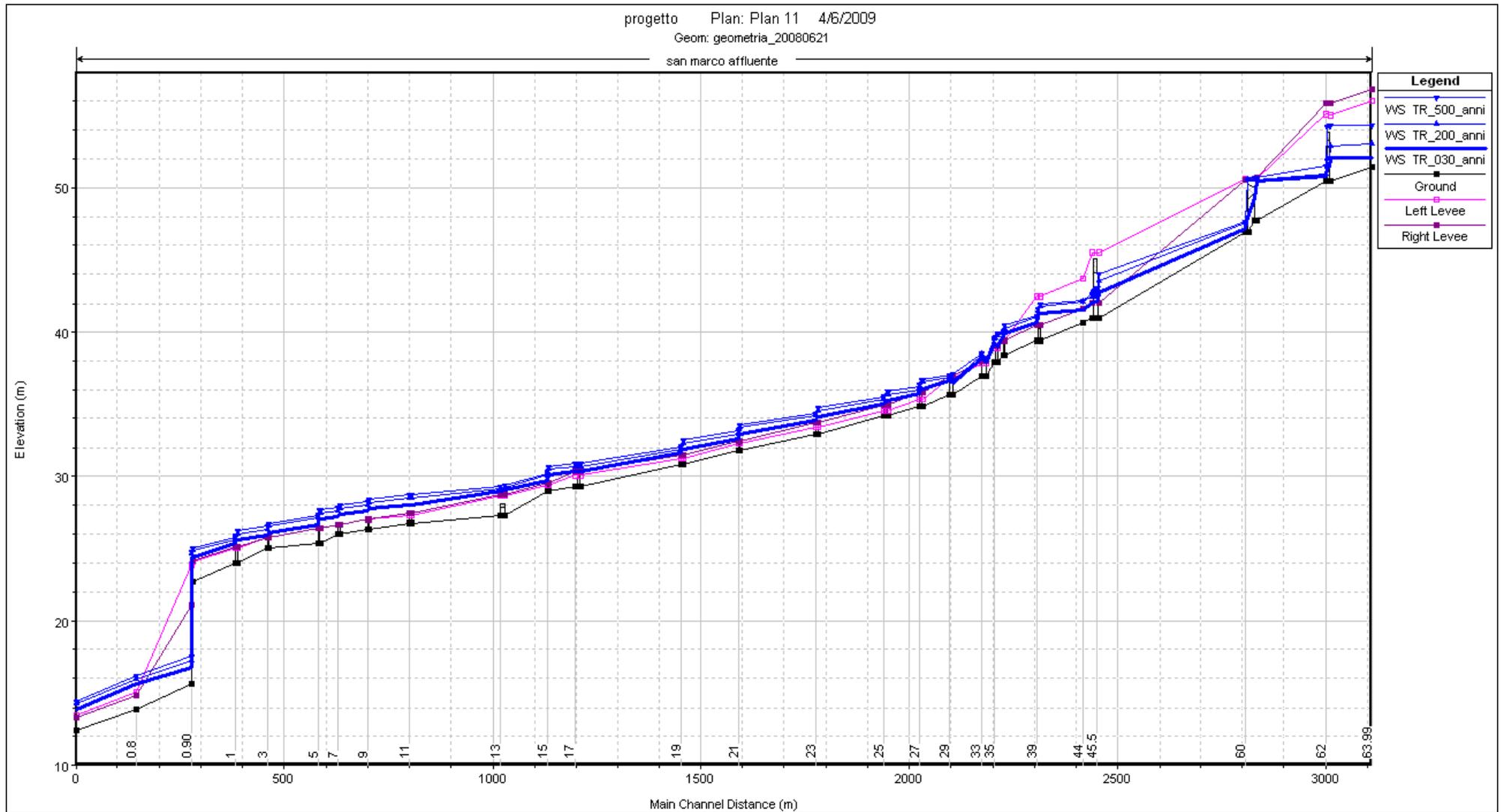


Fig.3.2f – Verifica idraulica Tr 30, 200 e 500 anni Gravina San Marco (battente)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

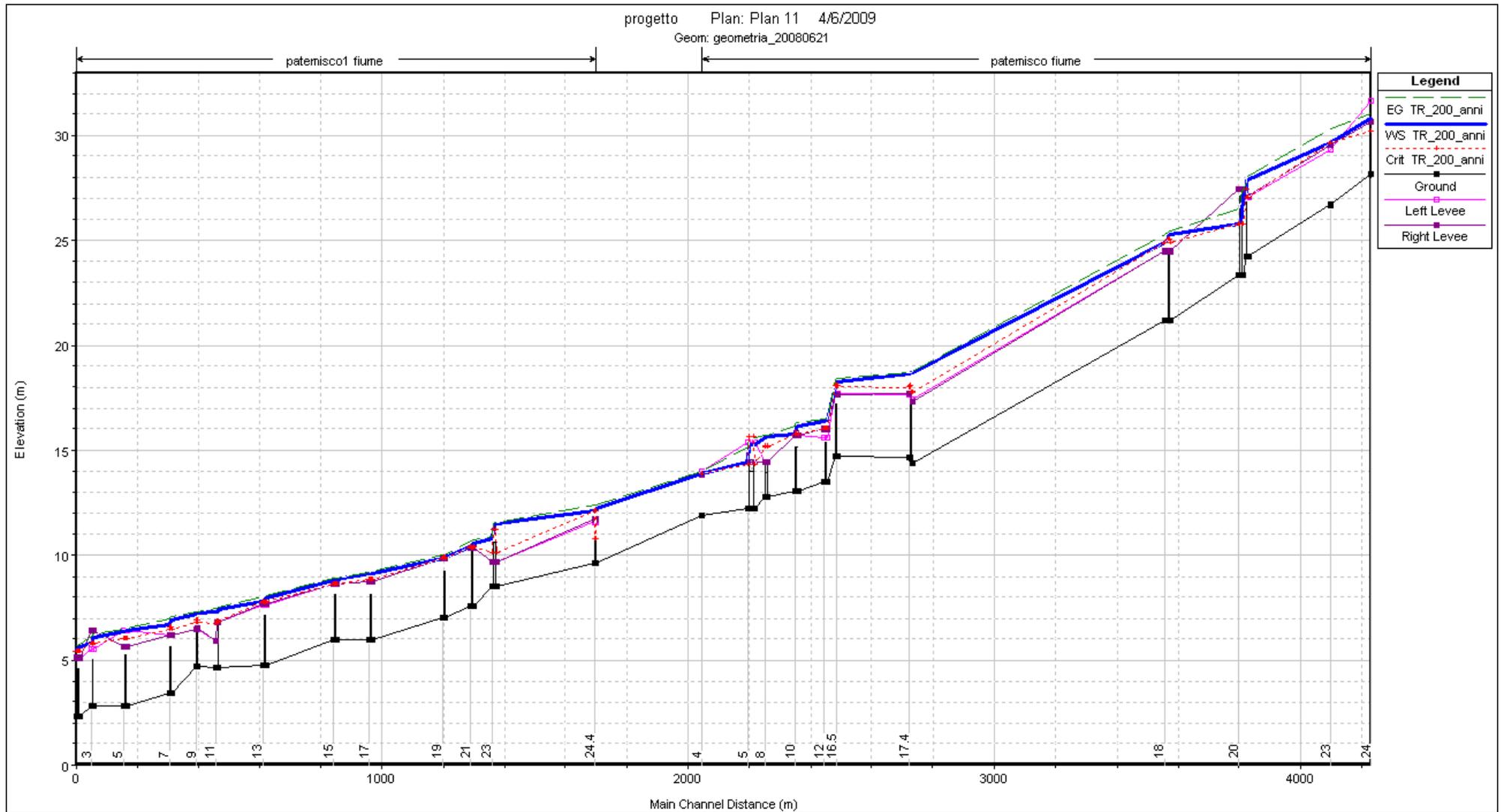


Fig.3.2g – Verifica idraulica Tr 200 anni Canale Patemisco (battente, altezza critica, linea energia)

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

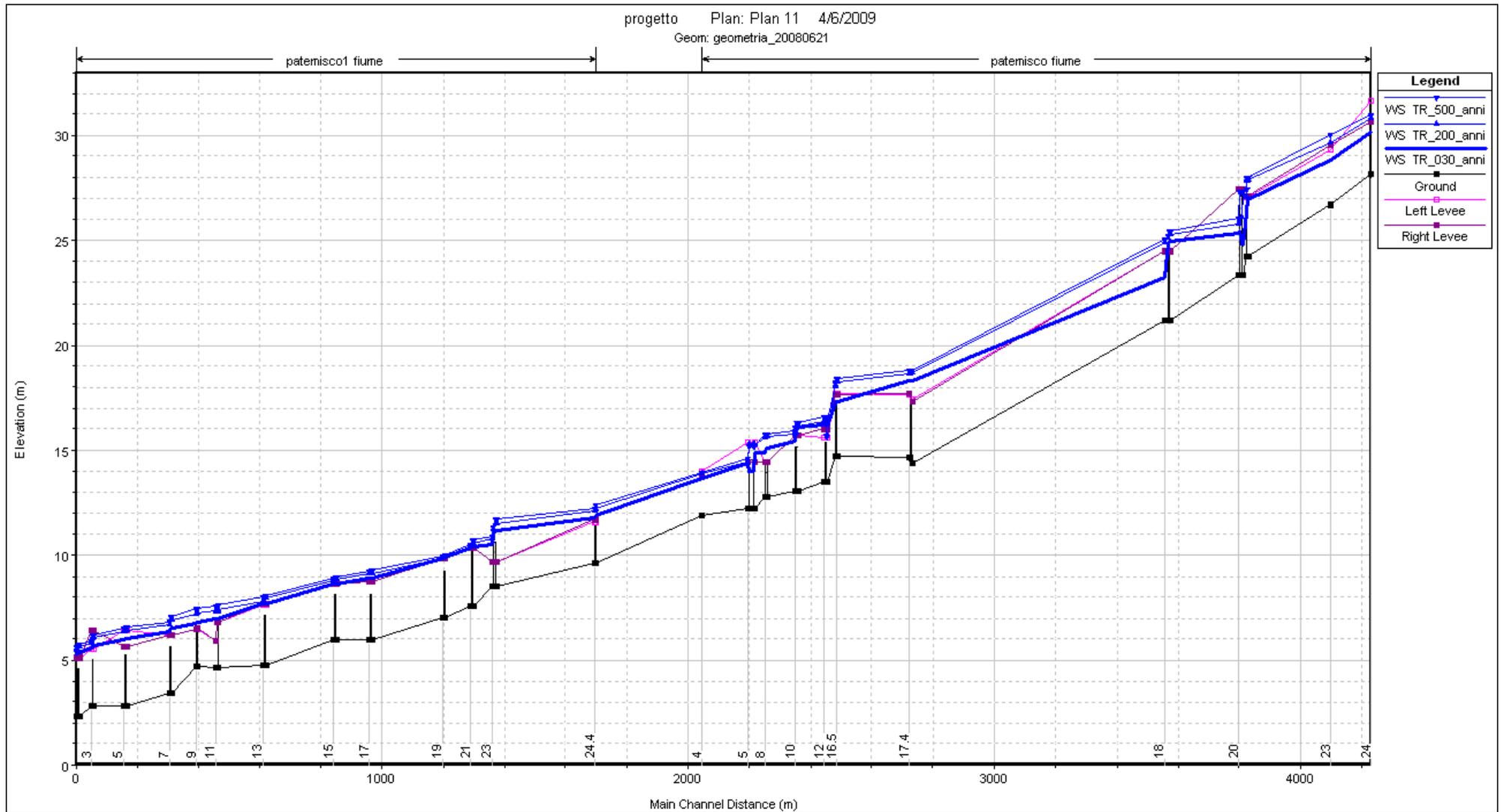


Fig.3.2f – Verifica idraulica Tr 30, 200 e 500 anni Canale Patemisco (battente)

### 3.3 Perimetrazione aree allagabili

Sulla base dei risultati ottenuti dalla simulazione idraulica si è proceduto alla perimetrazione delle aree allagabili con differenti tempi di ritorno. Il primo passaggio è stato quello di effettuare una ripermetrazione automatica importando nel GIS i risultati ottenuti in HEC-RAS e sfruttando il modello digitale del terreno di dettaglio ottenuto dal rilievo topografico della zona.

In una seconda fase la perimetrazione automatica ottenuta è stata rivista su base geomorfologica utilizzando anche la cartografia di dettaglio e le ortofoto disponibili nella zona. In particolare considerando anche la possibilità che eventi di piena estremi si accompagnano sempre a portate solide tali da modificare anche in modo sostanziale lo stato dei luoghi e quindi le caratteristiche di deflusso del reticolo idrografico in particolare in corrispondenza dei numerosi attraversamenti che funzionano in pressione, come già verificatosi negli ultimi eventi alluvionali (2003 e 2005) che hanno colpito la zona, si è ritenuto cautelativo estendere in modo opportuno e sulla base della morfologia del terreno le aree allagabili tenendo conto anche della presenza dei manufatti.

I risultati della perimetrazione così ottenuta sono riportati nelle figure seguenti, dove le aree a diversa probabilità di esondazione sono evidenziate in colori diversi, nelle stesse figure anche gli estremi delle sezioni sono rappresentati con simboli di colori diversi per evidenziare la portata smaltibile in ogni sezione, il tutto come meglio indicato nella legenda seguente. In ogni caso tali figure rappresentano stralci dell'allegato cartografico Tavola 6 che rappresenta in una scala più adeguata, 1:5.000, tutta la zona studiata.



In particolare la figura 3.3a mostra una vista d'insieme dell'area studiata con la perimetrazione ottenuta nel tratti di reticolo idrografico studiati con il procedimento sopra specificato. Le figura 3.3b-c-d riportano la stessa perimetrazione a una scala di maggior dettaglio procedendo da monte verso valle.

Per rispondere alle richieste espresse dall'Autorità di Bacino, già riportate in premessa, in merito alla necessità di considerare un tronco del nuovo reticolo idrografico individuato di recente dalla stessa Autorità lo studio è stato integrato con un'analisi di tutte le cartografie disponibili della zona (CASMEZ, IGM, CTR, Ortofoto), sulla base della quale è stato individuato il probabile tracciato del reticolo e in modo cautelativo è stata perimetrata una fascia di territorio incentrata sul reticolo e larga 400 m come meglio rappresentato nella figura 3.3e, fascia in verde. Tale fascia dovrà essere oggetto di uno studio idraulico di dettaglio eseguito con schema bidimensionale ed in regime di moto vario in considerazione della morfologia dei luoghi e secondo le indicazioni dell'Autorità di Bacino.

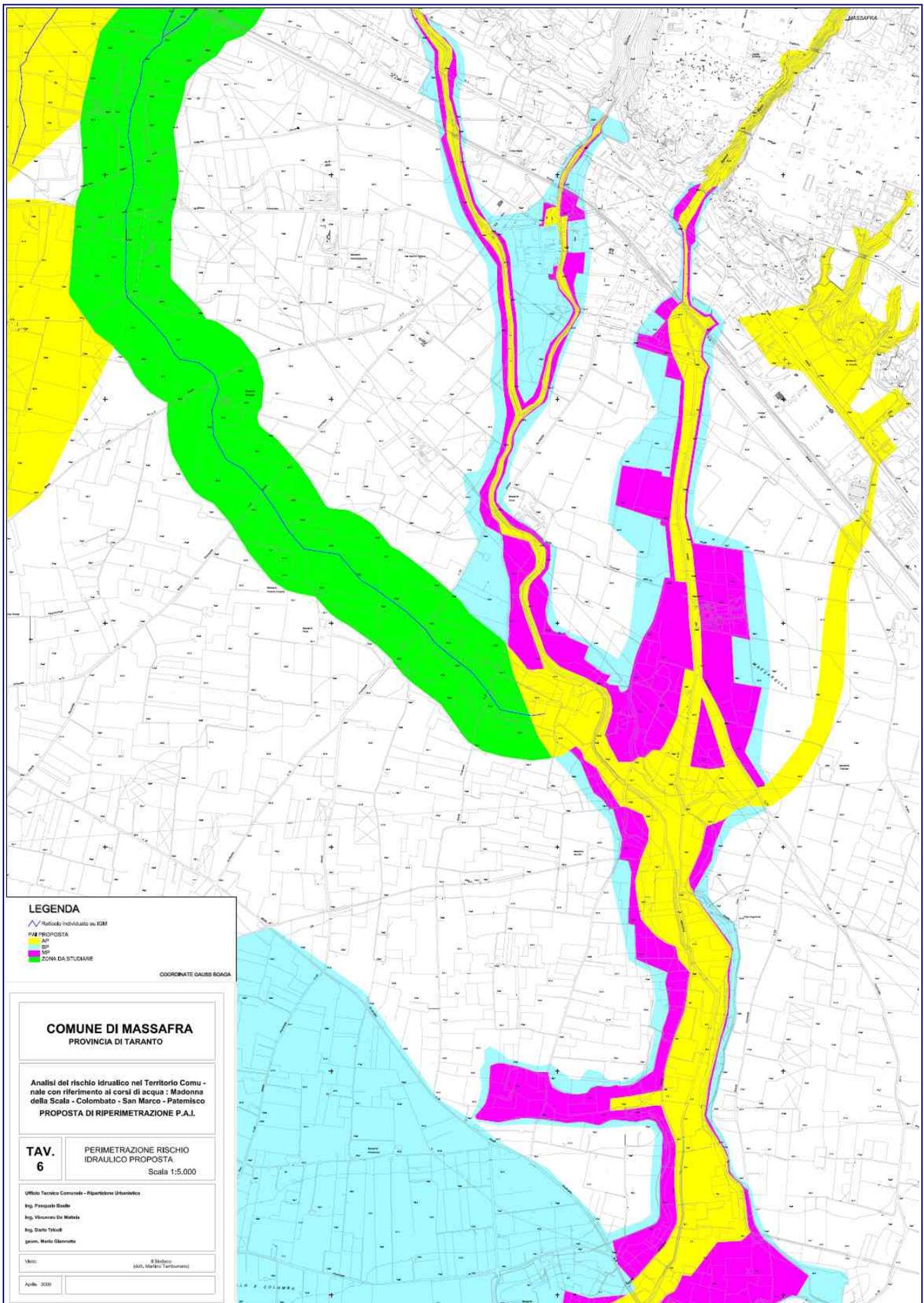


Fig. 3.3a– Perimetrazione aree allagabili con diversi tempi di ritorno

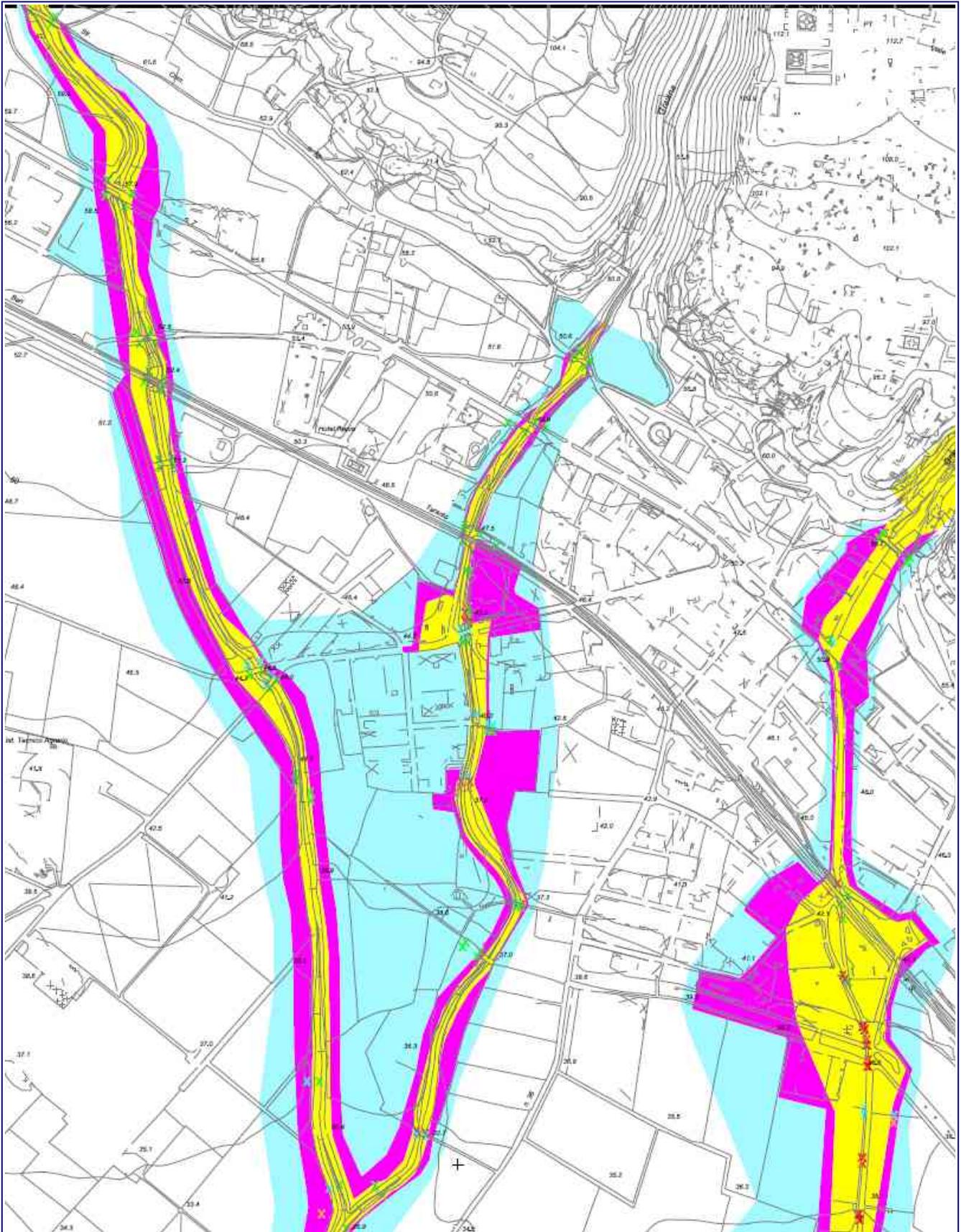


Fig. 3.3b– Perimetrazione aree allagabili con diversi tempi di ritorno – Colombato e Madonna della Scala e San Marco (monte)

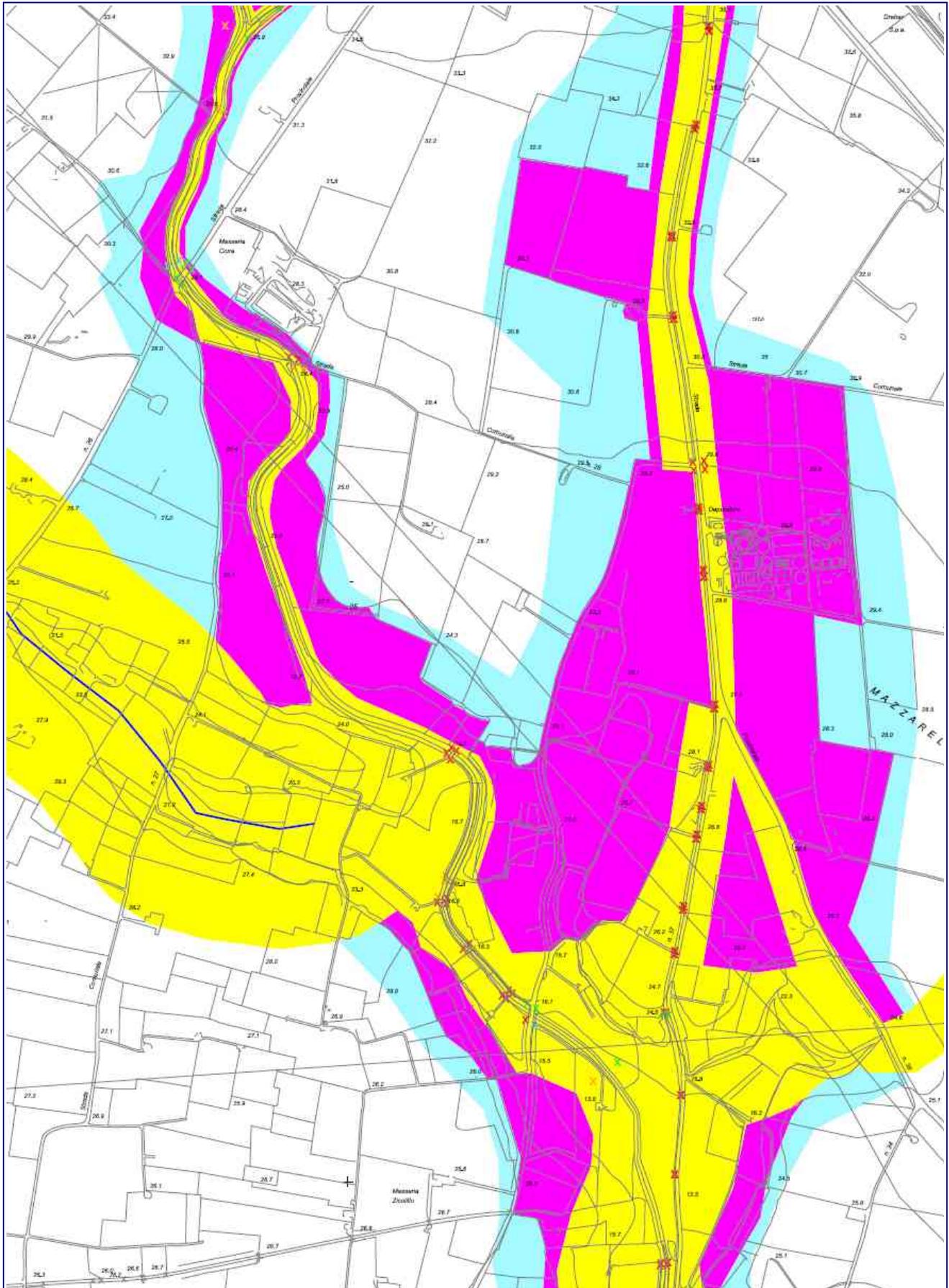


Fig. 3.3c – Perimetrazione aree allagabili con diversi tempi di ritorno – San Marco (valle) e Canale Patemisco (monte)

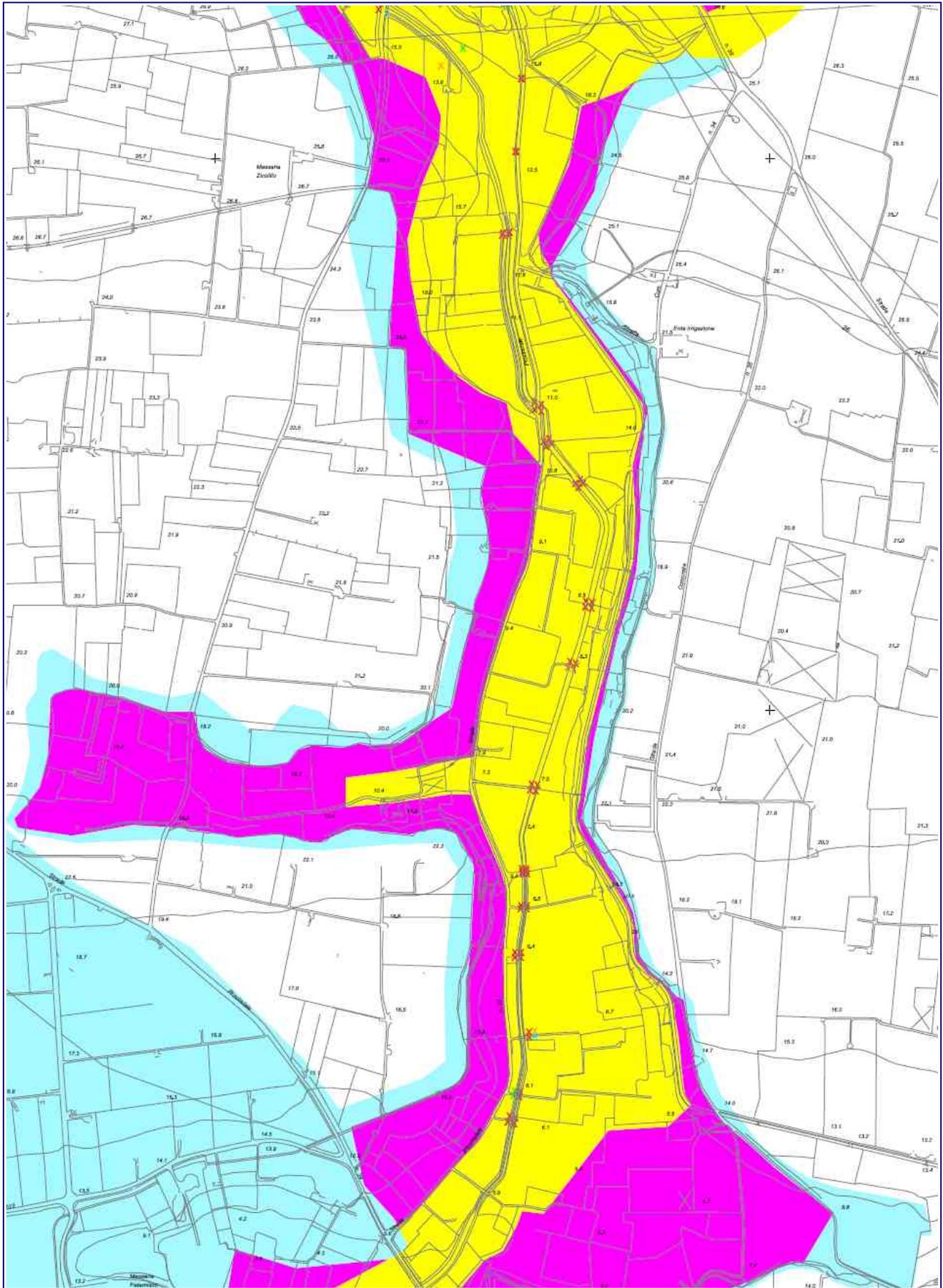


Fig. 3.3d – Perimetrazione aree allagabili con diversi tempi di ritorno – Canale Patemisco (valle)

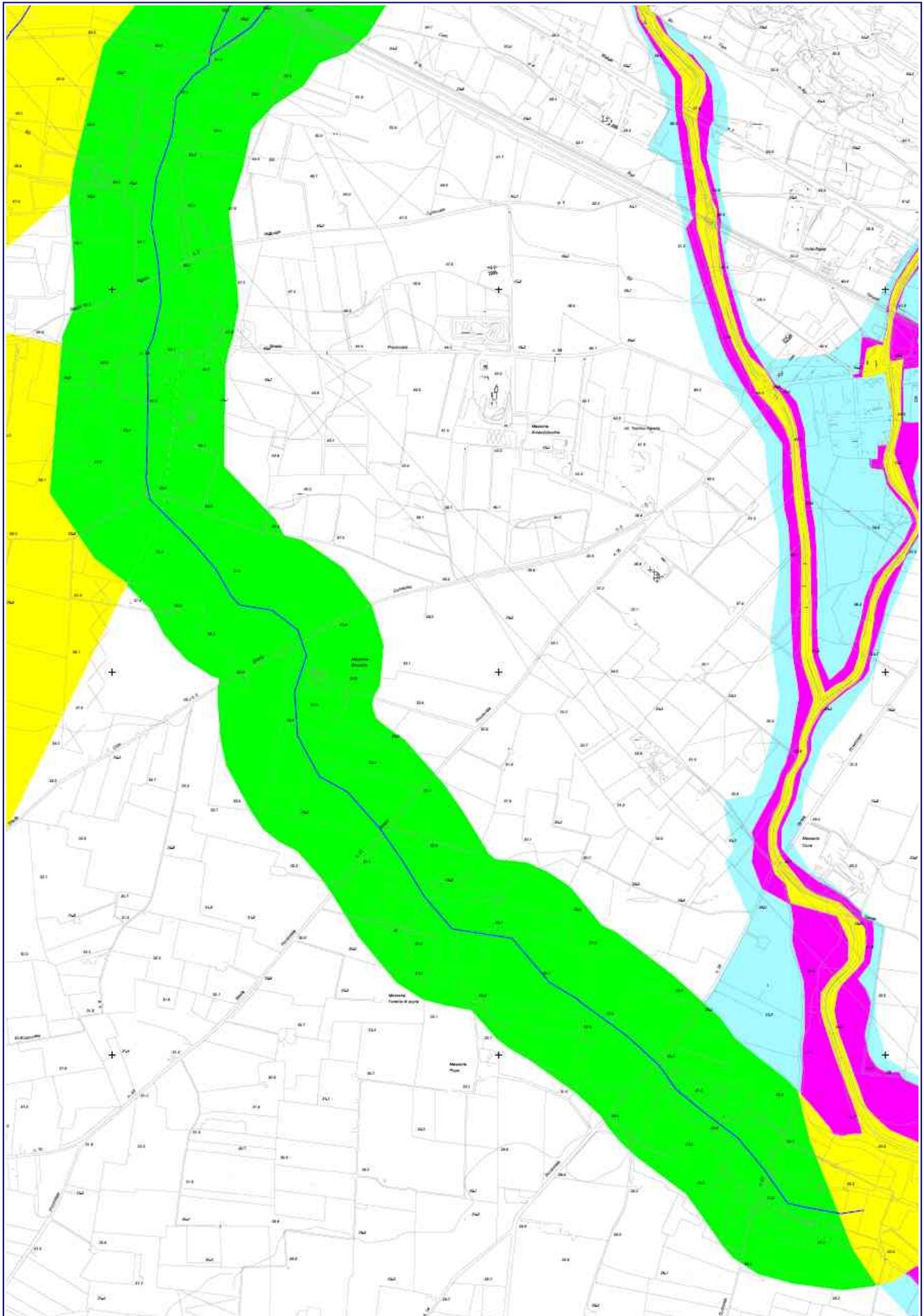


Fig. 3.3e – Perimetrazione aree allagabili zona ovest di Massafra

## **ALLEGATI**

## ***Allegato A – Modellazione idrologica***

-----  
**Report da HEC-HMS - modello in XLS**

**MODELLO DI BACINO**

**separazione piogge : CN SCS**

**formazione piena : IUH Clark**

**propagazione piena : lag o Muskingum Cunge**

-----  
**by RUWA**  
 -----

**STUDIO IDROLOGICO**

**RIEPILOGO DATI**

**MODELLO DI BACINO "9\_bacini"**

**TABELLA SOTTOBACINI**

Subbasin	Sup.(kmq)	Met. sep. piogge	% imper.	Ia(mm)	CN	Met. Formazione	Clark Tc	Clark Va
sottobacino_01	12.35	SCS	0.0	10	87	Clark	0.73	8.1
sottobacino_02	9.35	SCS	0.0	10	85	Clark	0.57	6.3
sottobacino_03	7.15	SCS	0.0	10	82	Clark	0.79	6.4
sottobacino_04	8.26	SCS	0.0	10	81	Clark	0.90	5.4
sottobacino_05	5.28	SCS	0.0	10	80	Clark	0.64	3.8
sottobacino_06	20.67	SCS	0.0	10	80	Clark	1.18	9.5
sottobacino_07	3.14	SCS	0.0	10	67	Clark	0.66	2.69
sottobacino_08	4.74	SCS	0.0	10	66	Clark	0.73	2.97
sottobacino_09	3.04	SCS	0.0	10	65	Clark	0.53	2.14

**TABELLA TRONCHI - METODO PROPAGAZIONE MUSKINGUM-CUNGE**

Reach	Met. prop.	Tipo sez.	Lung.(m)	Pend. (m/m)	Larg. base(m)	Pend. sp.	K	Cross Sec.	K_LOB	K_CHAN	K_ROB
R110	Lag										
R120	Lag										
R170	Lag										
R230	Lag										
R270	Lag										
R290	Lag										

R350	Lag	
R360	Lag	
R390	Lag	
R410	Lag	

**TABELLA TRONCHI - METODO PROPAGAZIONE RITARDO (LAG)**

<b>Reach</b>	<b>Met. prop.</b>	<b>Lag(mn)</b>
R110	Lag	38.64
R120	Lag	56.43
R170	Lag	21.27
R230	Lag	11.10
R270	Lag	10.82
R290	Lag	10.20
R350	Lag	1.04
R360	Lag	6.35
R390	Lag	4.35
R410	Lag	8.13

Current as of 13 July 2006 at 13:31:40

-----  
**RUWA srl**

**acqua territorio energia**  
 -----

**Via Carlo Pisacane 25F**

**88100 - Catanzaro - ITALIA**

**tel/fax +39 096133381 - cel +39 3347090356**

**<http://www.ruwa.it/> - [info@ruwa.it](mailto:info@ruwa.it)**  
 -----

-----  
**Report da HEC-HMS - modello in XLS**

**RIEPILOGO RISULTATI SIMULAZIONE**

-----  
**by RUWA**  
 -----

**STUDIO IDROLOGICO**

***RIEPILOGO RISULTATI***

**Simulazione : "9\_tr30\_h24"**

**Descrizione : "Basin: 9\_bacini & Met: patemisco\_1\_bacino & Control: TR30\_H24"**

**Modello di Bacino : "9\_bacini"**

**Modello Meteo : "patemisco\_1\_bacino"**

**Condizioni Controllo : "TR30\_H24"**

**Inizio simulazione : "12Jun2030, 00:00"**

**Fine simulazione : "16Jun2030, 00:00"**

**TABELLA SOTTOBACINI**

Sottobacino	Area(kmq)	Hpioggia(mm)	Hperdite(mm)	Hnetta(mm)	Cdef	Qmax(mc/s)	Qspec(mc/s/kmq)	T Qmax
sottobacino_01	12.35	107.28	37.30	69.98	0.65	18.7	1.51	12Jun2030, 13:30
sottobacino_02	9.35	107.28	40.69	66.60	0.62	16.6	1.78	12Jun2030, 13:15
sottobacino_03	7.15	107.28	45.44	61.84	0.58	11.5	1.61	12Jun2030, 13:30
sottobacino_04	8.26	107.28	46.95	60.33	0.56	14.8	1.79	12Jun2030, 13:30
sottobacino_05	5.28	107.28	48.42	58.86	0.55	12.4	2.35	12Jun2030, 13:00
sottobacino_06	20.67	107.28	48.42	58.86	0.55	22.4	1.08	12Jun2030, 14:15
sottobacino_07	3.14	107.28	64.73	42.56	0.4	6.8	2.17	12Jun2030, 13:00
sottobacino_08	4.74	107.28	65.80	41.48	0.39	9.2	1.94	12Jun2030, 13:00
sottobacino_09	3.04	107.28	66.85	40.43	0.38	7.5	2.47	12Jun2030, 12:45

**TABELLA GIUNZIONI**

Giunzione	Area(kmq)	Qmax(mc/s)	Qspec(mc/s/kmq)	T Qmax	Vdef(mm)
Outlet	73.97	109.3	1.48	12Jun2030, 15:00	59.58
JR120	12.35	18.7	1.51	12Jun2030, 13:30	69.98
JR110	9.35	16.6	1.78	12Jun2030, 13:15	66.60
JR230	34.12	57.3	1.68	12Jun2030, 14:00	65.63

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

JR290	45.52	76.3	1.68	12Jun2030, 14:30	63.08
JR390	70.93	105.4	1.49	12Jun2030, 14:45	60.40
JR350	50.26	83.4	1.66	12Jun2030, 14:30	61.04
JR170	9.35	16.6	1.78	12Jun2030, 14:00	66.60
JR270	34.12	57.3	1.68	12Jun2030, 14:15	65.63
JR360	50.26	83.2	1.66	12Jun2030, 14:30	61.04
JR410	70.93	105.2	1.48	12Jun2030, 14:45	60.40

**TABELLA TRONCHI**

Tronco	Area(kmq)	Qmax_in(mc/s)	T Qmax_in	Qmax_out(mc/s)	T Qmax_out	Clam
R110	9.35	16.6	12Jun2030, 13:15	16.6	12Jun2030, 14:00	1
R120	12.35	18.7	12Jun2030, 13:30	18.7	12Jun2030, 14:30	1
R170	9.35	16.6	12Jun2030, 14:00	16.5	12Jun2030, 14:15	0.99
R230	34.12	57.3	12Jun2030, 14:00	57.3	12Jun2030, 14:15	1
R270	34.12	57.3	12Jun2030, 14:15	57.2	12Jun2030, 14:30	1
R290	45.52	76.3	12Jun2030, 14:30	76.0	12Jun2030, 14:45	1
R350	50.26	83.4	12Jun2030, 14:30	83.2	12Jun2030, 14:30	1
R360	50.26	83.2	12Jun2030, 14:30	83.1	12Jun2030, 14:45	1
R390	70.93	105.4	12Jun2030, 14:45	105.2	12Jun2030, 14:45	1
R410	70.93	105.2	12Jun2030, 14:45	105.0	12Jun2030, 15:00	1

Current as of 12Jun2030, 00:00 at 16Jun2030, 00:00

-----  
**RUWA srl**

**acqua territorio energia**

-----  
**Via Carlo Pisacane 25F**

**88100 - Catanzaro - ITALIA**

**tel/fax +39 096133381 - cel +39 3347090356**

**<http://www.ruwa.it/> - [info@ruwa.it](mailto:info@ruwa.it)**

-----

-----  
**Report da HEC-HMS - modello in XLS**

**RIEPILOGO RISULTATI SIMULAZIONE**

-----  
**by RUWA**  
 -----

**STUDIO IDROLOGICO**

**RIEPILOGO RISULTATI**

**Simulazione : "9\_tr200\_h24"**

**Descrizione : "Basin: 9\_bacini & Met: patemisco\_1\_bacino & Control: TR200\_H24"**

**Modello di Bacino : "9\_bacini"**

**Modello Meteo : "patemisco\_1\_bacino"**

**Condizioni Controllo : "TR200\_H24"**

**Inizio simulazione : "12Jun2200, 00:00"**

**Fine simulazione : "16Jun2200, 00:00"**

**TABELLA SOTTOBACINI**

Sottobacino	Area(kmq)	Hpioggia(mm)	Hperdite(mm)	Hnetta(mm)	Cdef	Qmax(mc/s)	Qspec(mc/s/kmq)	T Qmax
sottobacino_01	12.35	162.04	40.37	121.67	0.75	33.1	2.68	12Jun2200, 13:30
sottobacino_02	9.35	162.04	44.62	117.42	0.72	29.8	3.19	12Jun2200, 13:15
sottobacino_03	7.15	162.04	50.80	111.24	0.69	21.1	2.95	12Jun2200, 13:15
sottobacino_04	8.26	162.04	52.81	109.23	0.67	27.6	3.34	12Jun2200, 13:15
sottobacino_05	5.28	162.04	54.79	107.25	0.66	23.2	4.39	12Jun2200, 13:00
sottobacino_06	20.67	162.04	54.79	107.25	0.66	41.8	2.02	12Jun2200, 14:00
sottobacino_07	3.14	162.04	78.63	83.41	0.51	13.7	4.37	12Jun2200, 13:00
sottobacino_08	4.74	162.04	80.33	81.71	0.5	18.7	3.95	12Jun2200, 13:00
sottobacino_09	3.04	162.04	82.00	80.04	0.49	15.3	5.03	12Jun2200, 12:45

**TABELLA GIUNZIONI**

Giunzione	Area(kmq)	Qmax(mc/s)	Qspec(mc/s/kmq)	T Qmax	Vdef(mm)
Outlet	73.97	201.8	2.73	12Jun2200, 14:45	107.78
JR120	12.35	33.1	2.68	12Jun2200, 13:30	121.67
JR110	9.35	29.8	3.19	12Jun2200, 13:15	117.42
JR230	34.12	103.7	3.04	12Jun2200, 14:00	116.09

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

JR290	45.52	139.0	3.05	12Jun2200, 14:30	112.59
JR390	70.93	193.9	2.73	12Jun2200, 14:45	108.97
JR350	50.26	153.5	3.05	12Jun2200, 14:30	109.68
JR170	9.35	29.8	3.19	12Jun2200, 13:45	117.42
JR270	34.12	103.5	3.03	12Jun2200, 14:15	116.09
JR360	50.26	153.3	3.05	12Jun2200, 14:30	109.68
JR410	70.93	193.8	2.73	12Jun2200, 14:45	108.97

**TABELLA TRONCHI**

Tronco	Area(kmq)	Qmax_in(mc/s)	T Qmax_in	Qmax_out(mc/s)	T Qmax_out	Clam
R110	9.35	29.8	12Jun2200, 13:15	29.8	12Jun2200, 13:45	1
R120	12.35	33.1	12Jun2200, 13:30	33.0	12Jun2200, 14:30	1
R170	9.35	29.8	12Jun2200, 13:45	29.8	12Jun2200, 14:15	1
R230	34.12	103.7	12Jun2200, 14:00	103.5	12Jun2200, 14:15	1
R270	34.12	103.5	12Jun2200, 14:15	103.3	12Jun2200, 14:30	1
R290	45.52	139.0	12Jun2200, 14:30	138.9	12Jun2200, 14:30	1
R350	50.26	153.5	12Jun2200, 14:30	153.3	12Jun2200, 14:30	1
R360	50.26	153.3	12Jun2200, 14:30	152.7	12Jun2200, 14:45	1
R390	70.93	193.9	12Jun2200, 14:45	193.8	12Jun2200, 14:45	1
R410	70.93	193.8	12Jun2200, 14:45	193.0	12Jun2200, 15:00	1

Current as of 12Jun2200, 00:00 at 16Jun2200, 00:00

-----  
**RUWA srl**

**acqua territorio energia**

-----  
**Via Carlo Pisacane 25F**

**88100 - Catanzaro - ITALIA**

**tel/fax +39 096133381 - cel +39 3347090356**

**<http://www.ruwa.it/> - [info@ruwa.it](mailto:info@ruwa.it)**

-----

-----  
**Report da HEC-HMS - modello in XLS**

**RIEPILOGO RISULTATI SIMULAZIONE**

-----  
**by RUWA**  
 -----

**STUDIO IDROLOGICO**

**RIEPILOGO RISULTATI**

**Simulazione : "9\_tr500\_h24"**

**Descrizione : "Basin: 9\_bacini & Met: patemisco\_1\_bacino & Control: TR200\_H24"**

**Modello di Bacino : "9\_bacini"**

**Modello Meteo : "patemisco\_1\_bacino"**

**Condizioni Controllo : "TR200\_H24"**

**Inizio simulazione : "12Jun2200, 00:00"**

**Fine simulazione : "16Jun2200, 00:00"**

**TABELLA SOTTOBACINI**

Sottobacino	Area(kmq)	Hpioggia(mm)	Hperdite(mm)	Hnetta(mm)	Cdef	Qmax(mc/s)	Qspec(mc/s/kmq)	T Qmax
sottobacino_01	12.35	194.45	41.48	152.97	0.79	41.8	3.39	12Jun2200, 13:30
sottobacino_02	9.35	194.45	46.06	148.39	0.76	37.9	4.05	12Jun2200, 13:15
sottobacino_03	7.15	194.45	52.81	141.63	0.73	27.1	3.79	12Jun2200, 13:15
sottobacino_04	8.26	194.45	55.03	139.41	0.72	35.4	4.29	12Jun2200, 13:15
sottobacino_05	5.28	194.45	57.24	137.21	0.71	29.9	5.66	12Jun2200, 13:00
sottobacino_06	20.67	194.45	57.24	137.21	0.71	53.9	2.61	12Jun2200, 14:00
sottobacino_07	3.14	194.45	84.54	109.90	0.57	18.2	5.8	12Jun2200, 13:00
sottobacino_08	4.74	194.45	86.55	107.90	0.55	24.9	5.25	12Jun2200, 13:00
sottobacino_09	3.04	194.45	88.54	105.91	0.54	20.4	6.71	12Jun2200, 12:45

**TABELLA GIUNZIONI**

Giunzione	Area(kmq)	Qmax(mc/s)	Qspec(mc/s/kmq)	T Qmax	Vdef(mm)
Outlet	73.97	259.4	3.51	12Jun2200, 14:45	137.60
JR120	12.35	41.8	3.39	12Jun2200, 13:30	152.97
JR110	9.35	37.9	4.05	12Jun2200, 13:15	148.39
JR230	34.12	131.9	3.87	12Jun2200, 14:00	146.90

Analisi del rischio nel bacino del canale Patemisco e dei suoi principali affluenti – II parte

JR290	45.52	177.5	3.9	12Jun2200, 14:15	142.99
JR390	70.93	248.6	3.5	12Jun2200, 14:45	138.96
JR350	50.26	196.8	3.92	12Jun2200, 14:30	139.68
JR170	9.35	37.9	4.05	12Jun2200, 13:45	148.39
JR270	34.12	131.7	3.86	12Jun2200, 14:15	146.90
JR360	50.26	196.5	3.91	12Jun2200, 14:30	139.68
JR410	70.93	248.5	3.5	12Jun2200, 14:45	138.96

**TABELLA TRONCHI**

Tronco	Area(kmq)	Qmax_in(mc/s)	T Qmax_in	Qmax_out(mc/s)	T Qmax_out	Clam
R110	9.35	37.9	12Jun2200, 13:15	37.9	12Jun2200, 13:45	1
R120	12.35	41.8	12Jun2200, 13:30	41.7	12Jun2200, 14:15	1
R170	9.35	37.9	12Jun2200, 13:45	37.8	12Jun2200, 14:15	1
R230	34.12	131.9	12Jun2200, 14:00	131.7	12Jun2200, 14:15	1
R270	34.12	131.7	12Jun2200, 14:15	131.3	12Jun2200, 14:30	1
R290	45.52	177.5	12Jun2200, 14:15	177.4	12Jun2200, 14:30	1
R350	50.26	196.8	12Jun2200, 14:30	196.5	12Jun2200, 14:30	1
R360	50.26	196.5	12Jun2200, 14:30	195.5	12Jun2200, 14:45	0.99
R390	70.93	248.6	12Jun2200, 14:45	248.5	12Jun2200, 14:45	1
R410	70.93	248.5	12Jun2200, 14:45	247.4	12Jun2200, 14:45	1

Current as of 12Jun2200, 00:00 at 16Jun2200, 00:00

-----  
**RUWA srl**

**acqua territorio energia**

-----  
**Via Carlo Pisacane 25F**

**88100 - Catanzaro - ITALIA**

**tel/fax +39 096133381 - cel +39 3347090356**

**<http://www.ruwa.it/> - [info@ruwa.it](mailto:info@ruwa.it)**

-----