

Regione Umbria

Direzione Ambiente, Territorio e Infrastrutture

Servizio Risorse Idriche e Rischio Idraulico

CENTRO FUNZIONALE DECENTRATO

**EVENTO IDRO-PLUVIOMETRICO
DEL 18 SETTEMBRE 2007
SUL BACINO DEL TORRENTE SOVARA**

RAPPORTO TECNICO



Indice

1	Introduzione	1
2	Il bacino del Torrente Sovara	3
3	Analisi Pluviometrica	4
4	Analisi Idrometrica	10
5	Conclusioni	13

1 INTRODUZIONE

Il giorno 18 Settembre 2007 il bacino del Torrente Sovara è stato interessato da un evento meteorico, molto intenso e di breve durata, che ha causato fenomeni d'erosione di alcuni torrenti e fossi in prossimità delle località di Fighille, Sant'Antonio e Pistrino di Mezzo (v. Tabella 1 e Figura 1).

Tabella 1 – Sintesi delle località colpite da erosione durante l'evento di Settembre 2007 nel bacino del Torrente Sovara e corsi d'acqua interessati.

		<i>Località colpite</i>		
		Fighille	Sant'Antonio	Pistrino di Mezzo
<i>Corsi d'acqua</i>	Rio di Colfiorito	X		
	Rio dei Confini	X	X	
	Rio del Mancino		X	
	Rio Vingonaccio			X
	"Fosso non demaniale"			X

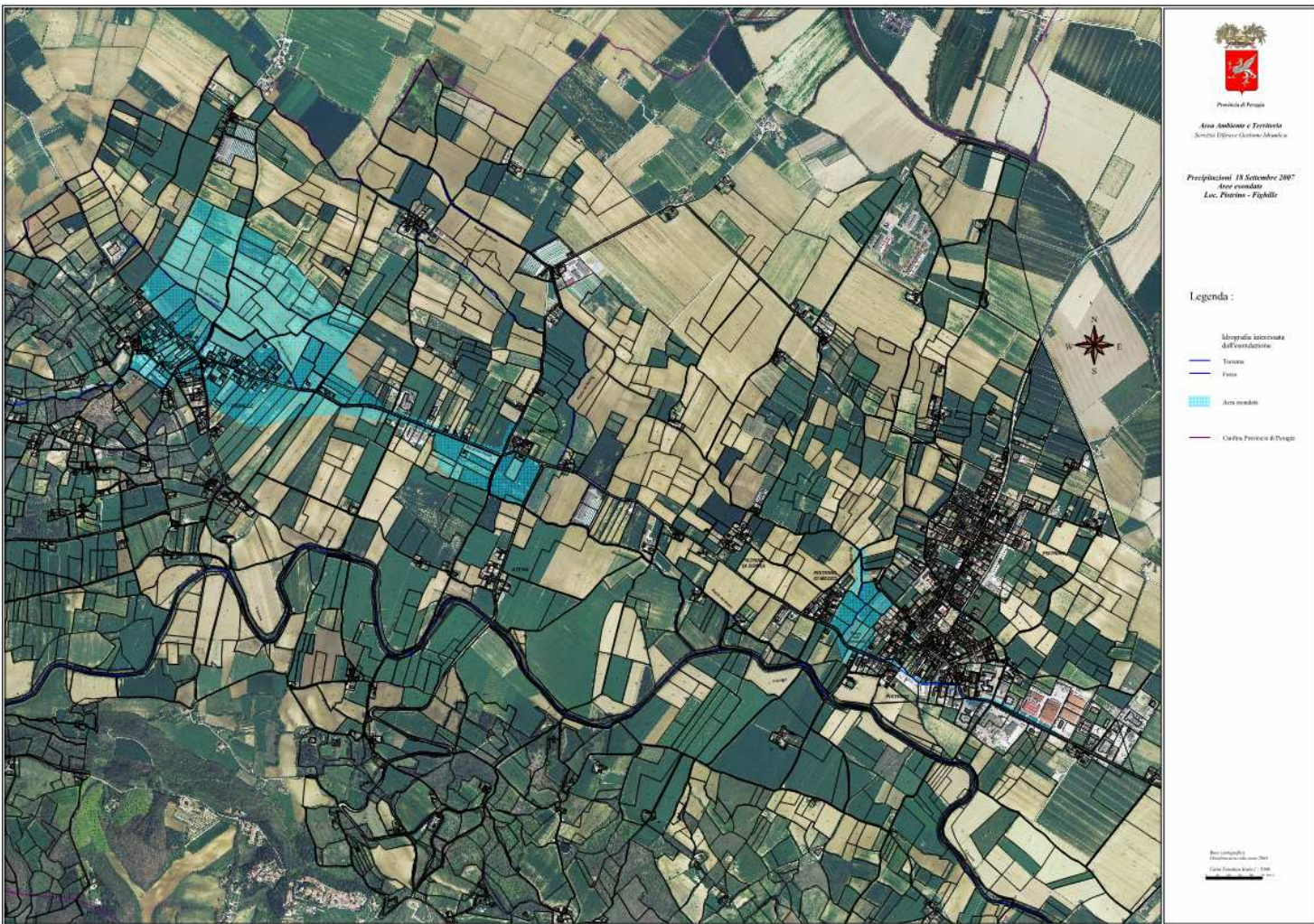


Figura 1 – Area del bacino del Torrente Sovara in corrispondenza delle località di Pistrino e Fighille: aree interessate dall’esonazione (immagine fornita dalla Provincia di Perugia).

2 IL BACINO DEL TORRENTE SOVARA

Il torrente Sovara nasce presso Campo Maggio (690 m s.l.m.) in territorio toscano e, dopo un corso di circa 30 km, confluisce nel torrente Cerfone in località Vingone, già in territorio umbro. Il centro abitato di maggior importanza del bacino del Sovara è Anghiari. La zona presenta un clima mediterraneo con una precipitazione media annua di circa 900 mm e una temperatura media annua di 11 °C.

Il corso d'acqua ha caratteristiche tipiche da torrente appenninico, con regime soggetto a periodi di magra e di piena collegati all'andamento meteorologico stagionale. Il corso del Sovara si snoda prevalentemente in area pedemontana, il tratto montano è relativamente modesto. Nel suo alto corso, a monte di loc. Bagnolo, il Sovara scorre incassato in una stretta valle tra abbondante vegetazione, ha carattere torrentizio montano, con costante apporto di acqua durante tutto l'anno. Nella piana nei pressi di Tavarnelle, il prelievo idrico e la natura del substrato, determinano un totale inaridimento del torrente nei mesi estivi. Le acque durevoli riprendono poi nel tratto terminale dove la falda riaffiora (fonte: www.ittiofauna.org).

In Figura 2 è illustrato l'inquadramento del Bacino del Torrente Sovara all'interno del Bacino del Fiume Tevere, con sezione di chiusura immediatamente a monte della confluenza con il Torrente Nestore. E' inoltre rappresentata la rete di monitoraggio le cui registrazioni sono state utilizzate per l'analisi dell'evento.

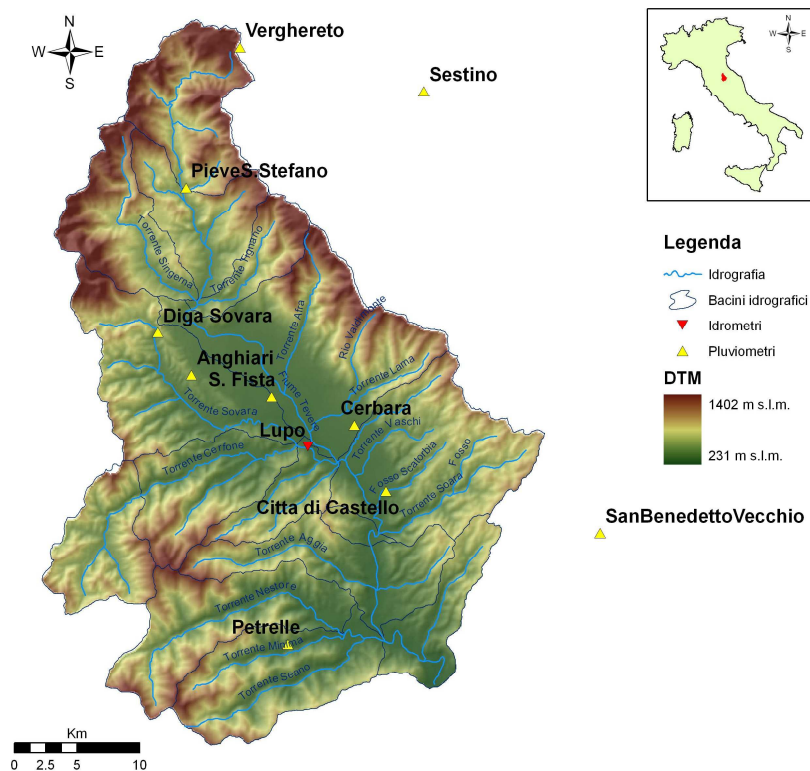


Figura 2 – Bacino del Fiume Tevere con sezione di chiusura immediatamente a monte della confluenza con il Torrente Niccone: morfologia e sistema di monitoraggio idro-meteorologico.

3 ANALISI PLUVIOMETRICA

L'evento pluviometrico ha avuto una durata di poche ore e in particolare si è trattato di un evento a carattere convettivo che ha interessato un'area di pochi Km².

L'analisi pluviometrica dell'evento è stata effettuata considerando le precipitazioni osservate da 10 stazioni pluviometriche (v. Tabella 2); i valori delle registrazioni effettuate da tali stazioni sono riportate con discretizzazione temporale semioraria in Tabella 3 e illustrati in Figura 3. La Figura 4 fornisce un'immagine immediata della distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate per l'intero evento insieme alla localizzazione delle stazioni pluviometriche considerate.

I dati registrati evidenziano come l'evento pluviometrico abbia avuto carattere prettamente convettivo, poiché intenso ma concentrato in un'area particolarmente ristretta e in una finestra temporale di poche ore. L'unica stazione ad avere rilevato l'eccezionalità del fenomeno è stata, infatti, la stazione di S. Fista che ha registrato una precipitazione cumulata di 136 mm in poco più di 3 ore.

Si evidenzia che i dati relativi alla stazione pluviometrica di S. Fista sono stati in prima analisi classificati da UCEA (ente proprietario e gestore del dato) come "Dato errato evidenziato dai grafici" a causa del carattere fortemente anomalo. Non avendo l'ente una procedura di validazione dei dati, le registrazioni effettuate dalla stazione di S. Fista sono state confrontate con quelle di stazioni limitrofe per periodi diversi; risultando congruenti con gli altri dati, tali registrazioni sono state considerate attendibili.

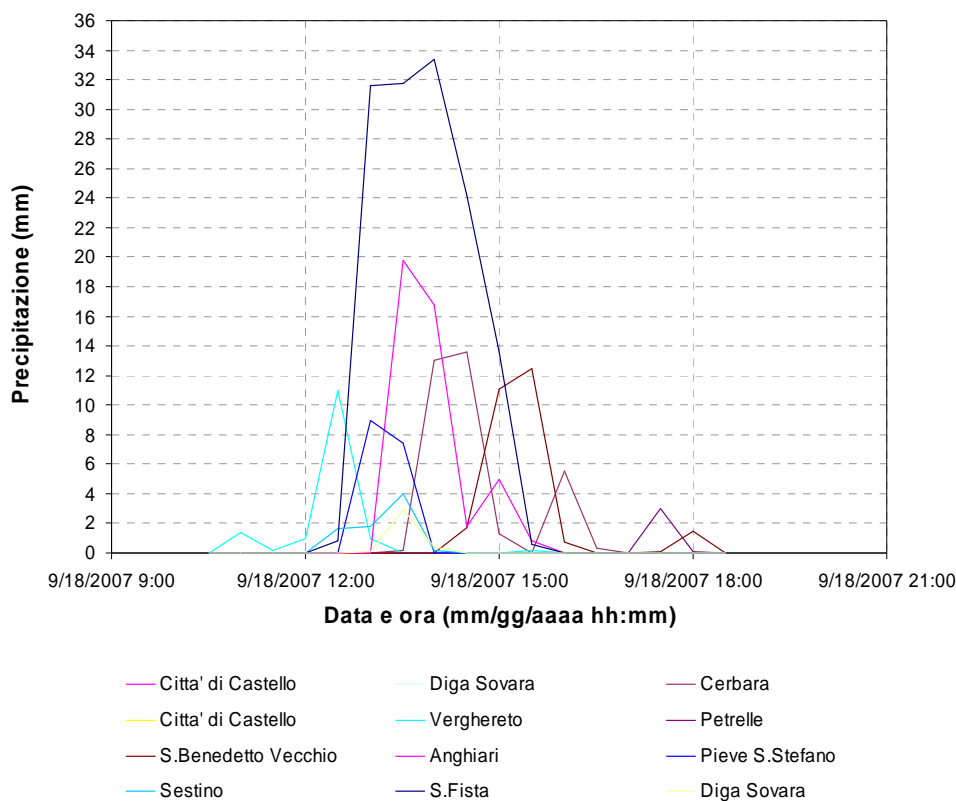
Tabella 2 – Stazioni pluviometriche considerate: ente proprietario, coordinate cartografiche.

Stazione Pluviometrica	Ente proprietario	Coordinate	
		WGS 84 UTM 33	
		X	Y
Cerbara	Regione Umbria	275102	4821088
Città di Castello		277632	4815758
Petrelle		269793	4803566
San Benedetto Vecchio		294747	4812432
Verghereto		265975	4851158
Anghiari	Regione Toscana	262092	4825032
Pieve S. Stefano		261658	4840023
S. Fista	UCEA	268491	4823310
Diga Sovara	EIUT	259389	4828439

**Tabella 3** – Dati registrati dalle stazioni pluviometriche considerate aggregati con passo temporale semiorario.

Data e ora (mm/gg/aaaa hh:mm)	Cerbara	Citta' di Castello	Verghereto	Petrelle	S.Benedetto Vecchio	Anghiari	Pieve S.Stefano	Sestino	S.Fista (*)	Diga Sovara
9/18/2007 10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9/18/2007 11:00	0	0	1.4	0	0	0	0	0	0	0
9/18/2007 11:30	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0
9/18/2007 12:00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
9/18/2007 12:30	0	0	11	0	0	0	0	1.6	0.8	0
9/18/2007 13:00	0	0	1	0	0	0	9	1.8	31.6	0.1
9/18/2007 13:30	0.2	0	0	0	0	19.8	7.4	4	31.8	2.9
9/18/2007 14:00	13	0	0	0	0	16.8	0	0.2	33.4	0.4
9/18/2007 14:30	13.6	0	0	0	1.7	1.8	0	0	24.2	0
9/18/2007 15:00	1.3	0	0	0	11.1	5	0	0	13.6	0
9/18/2007 15:30	0	0	0.2	0	12.5	0.8	0	0	0.6	0
9/18/2007 16:00	5.5	0	0	0	0.7	0	0	0	0	0
9/18/2007 16:30	0.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9/18/2007 17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9/18/2007 17:30	0	0	0	3	0.1	0	0	0	0	0
9/18/2007 18:00	0	0	0	0.1	1.5	0	0	0	0	0
9/18/2007 18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Precipitazione cumulata	33.9	0	14.8	3.1	27.6	44.2	16.4	7.6	136.0	3.4

(*) dati forniti e di proprietà di UCEA.

**Figura 3** – Dati registrati dalle stazioni pluviometriche considerate aggregati con passo temporale semiorario.

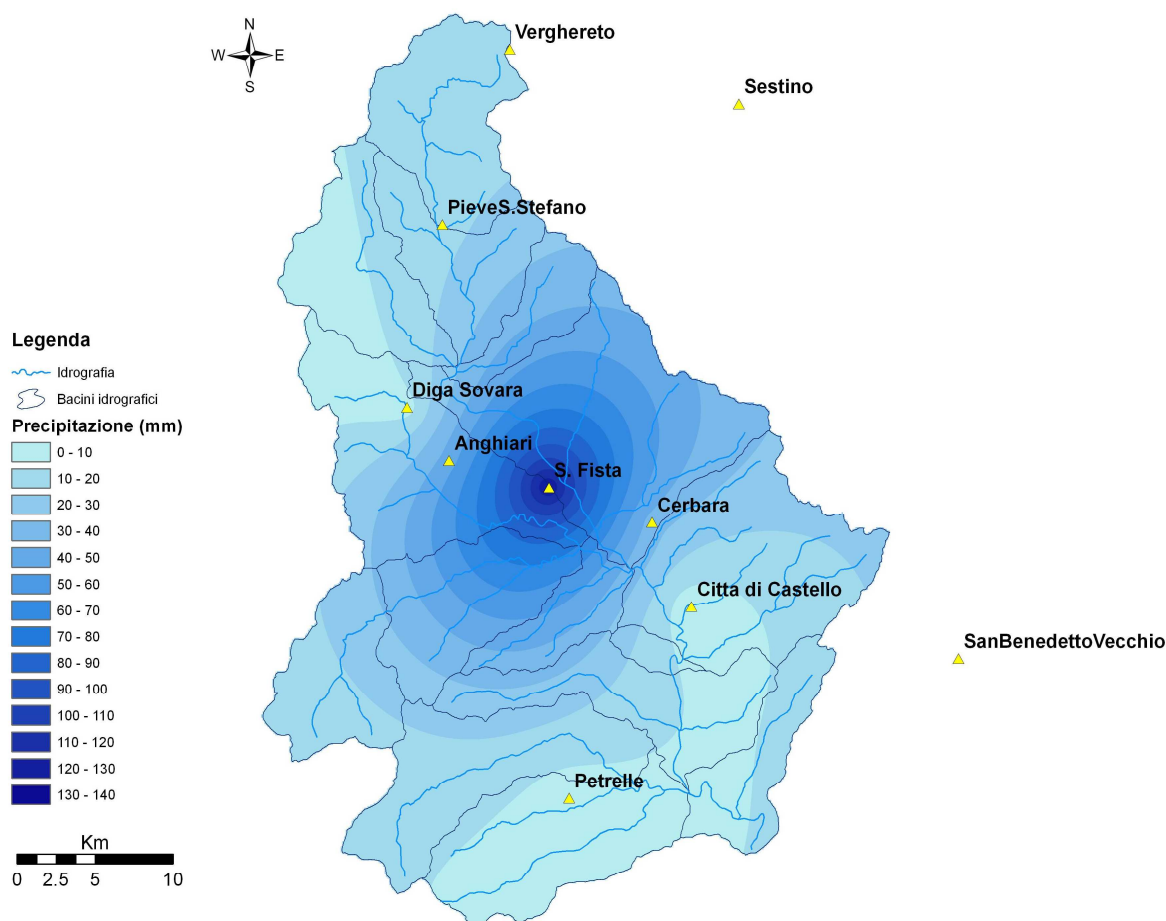


Figura 4 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate osservate durante l’evento del 18 Settembre 2007 sul bacino del Fiume Tevere con chiusura nella sezione immediatamente a monte della confluenza con il Torrente Niccone.

Inoltre, è stata effettuata un’analisi statistica delle precipitazioni registrate al fine di determinarne i tempi di ritorno per diverse aggregazioni temporali; in particolare sono state considerate durate pari a 1, 3 e 6 ore dall’inizio della registrazione della pioggia per ciascun pluviometro.

Per la stima dei tempi di ritorno associati sono state considerate le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) sviluppate all’interno del progetto VAPI sulla Valutazione delle Piene in Italia sviluppato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR) per il Compartimento Bologna-Pisa-Roma. La Figura 5 illustra il confronto tra i dati osservati e le LSPP per tempi di ritorno pari a 2, 5 e 10 anni per tutte le stazioni considerate (esclusa quella di S.Fista): è evidente come per tutte le stazioni si siano registrati valori di precipitazione bassi, se non addirittura nulli, che corrispondono a un tempo di ritorno inferiore a 2 anni; le uniche due eccezioni sono rappresentate dalle stazioni di Cerbara e di Anghiari per cui sono stati registrati rispettivamente valori cumulati in 3 ore e 1 ora corrispondenti ad un tempo di



ritorno di 2 e 10 anni. In Figura 6 sono invece sintetizzati i risultati ottenuti dall'analisi statistica effettuata per la stazione di S.Fista. Tale stazione ha invece registrato valori consistenti di precipitazione che corrispondono a un tempo di ritorno di 100 anni per una durata di 1 ora e superiore ai 1000 anni per una durata di 3 ore.

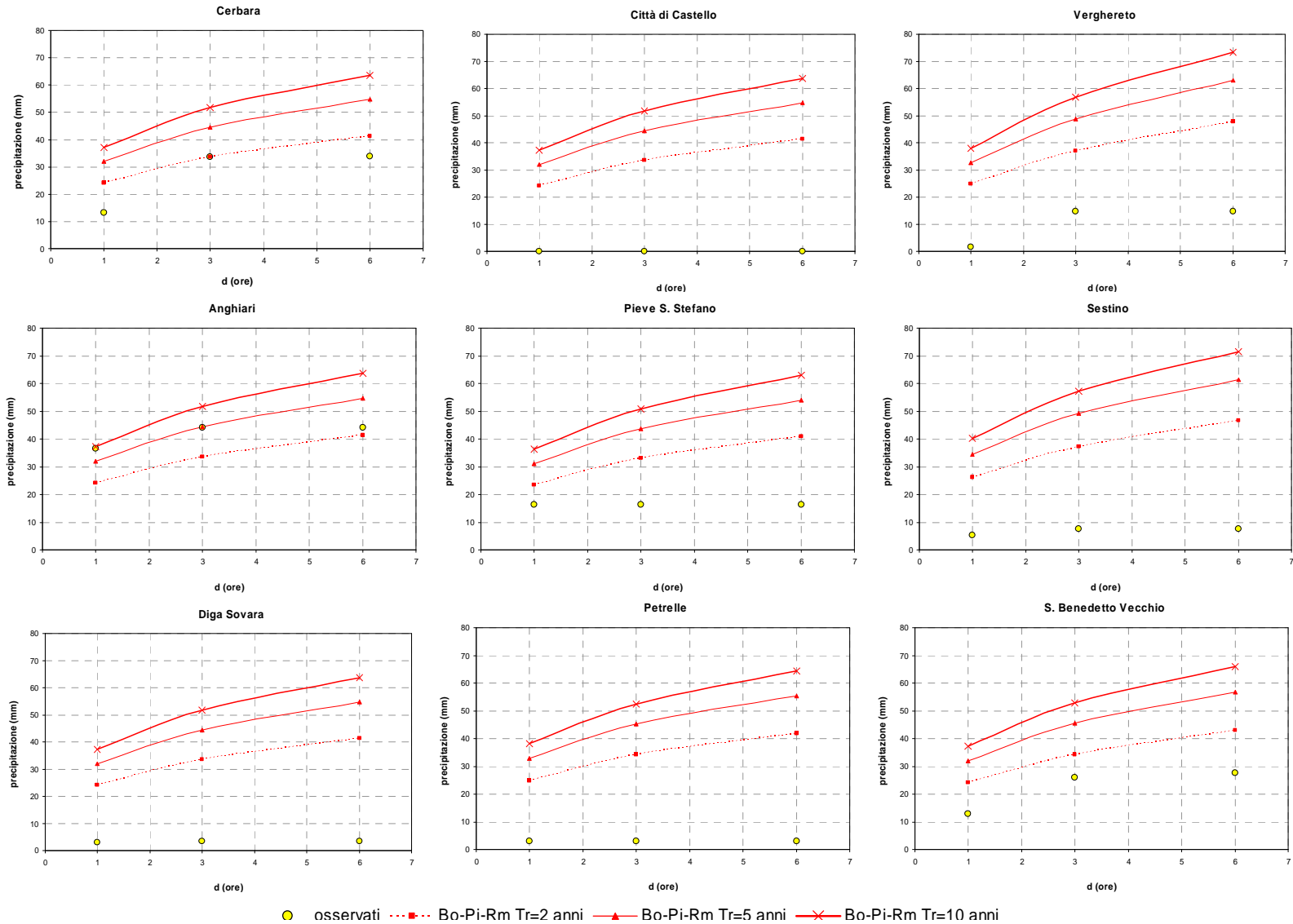


Figura 5 – Confronto tra i valori di precipitazione cumulati osservati e le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) calcolata mediante la procedura proposta nell'ambito del progetto VAPI per il compartimento Bologna-Pisa-Roma relative ai tempi di ritorno 2, 5 e 10 anni per diverse durate (1, 3 e 6 ore) per le stazioni pluviometriche considerate (ad eccezione di S.Fista).

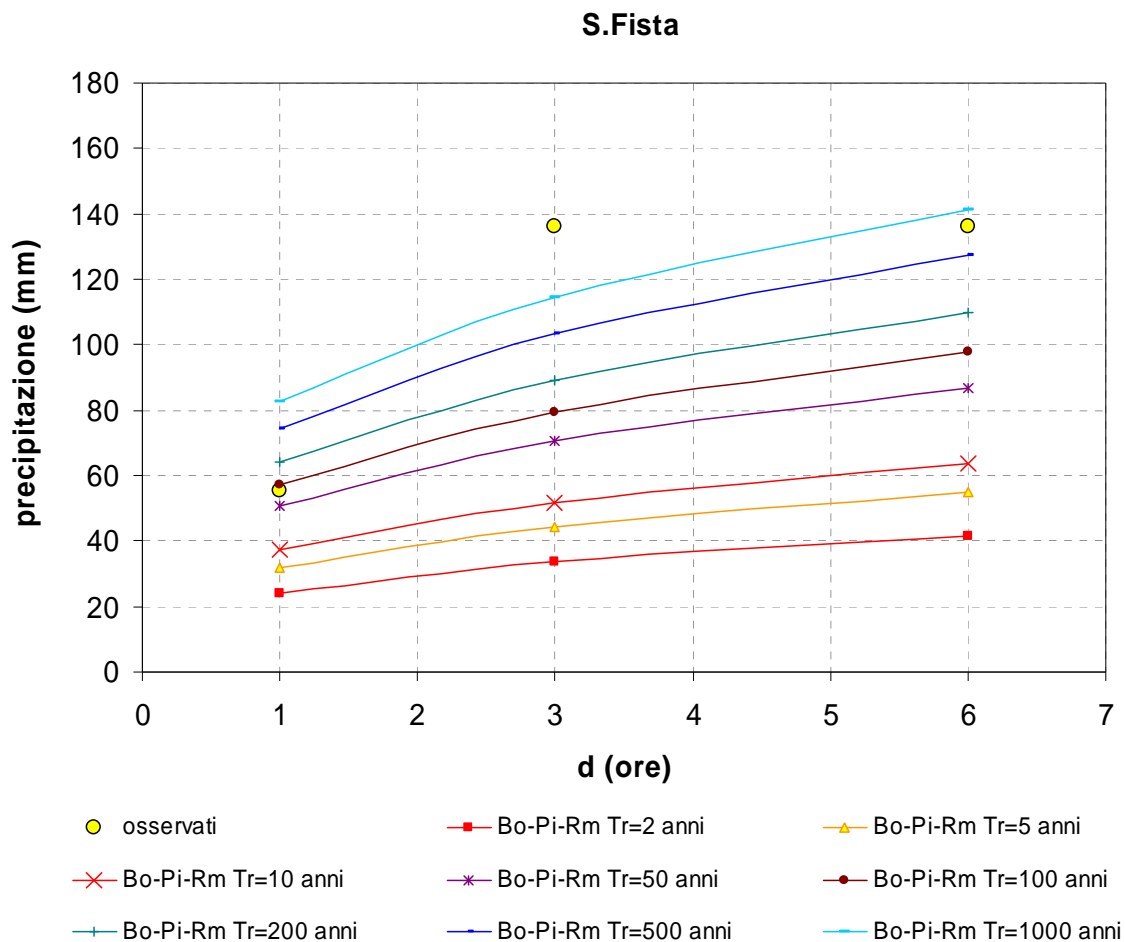


Figura 6 – Confronto tra i valori di precipitazione cumulati osservati e le Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP) calcolate mediante la procedura proposta nell'ambito del progetto VAPI per il compartimento Bologna-Pisa-Roma relative ai tempi di ritorno 2, 5, 10, 50, 100, 200, 500 e 1000 anni per differenti durate (1, 3 e 6 ore) per la stazione pluviometrica di S.Fista.

4 ANALISI IDROMETRICA

Per quanto riguarda le registrazioni idrometriche, l'unica informazione disponibile riguarda la stazione di Lupo sul Torrente Cerfone, di cui il Torrente Sovara è affluente in sinistra idrografica. Tale stazione ha registrato un valore al picco dell'idrogramma dei livelli idrometrici pari a 3.22 m che corrisponde, in base alla scala di deflusso, a una portata di $81 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$; in Figura 7 è illustrato l'idrogramma di livelli e di portata per l'evento considerato.

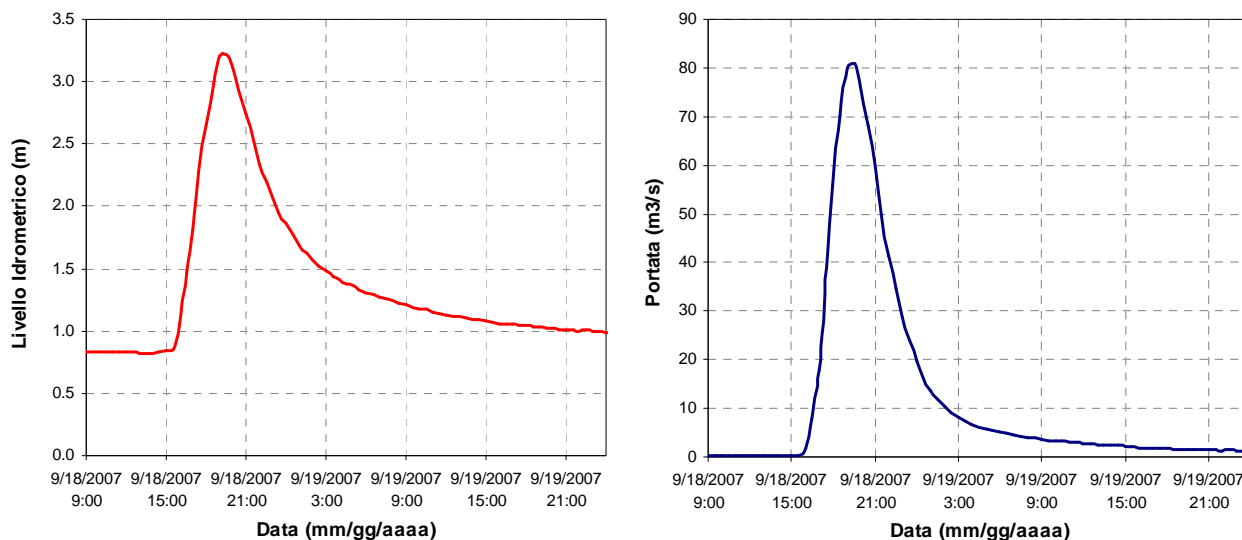


Figura 7 – Andamento dei livelli idrometrici osservati e delle portate durante l'evento del 18 Settembre 2007 nella sezione di Lupo sul Torrente Cerfone.

Tali dati sono stati analizzati applicando il metodo razionale per il calcolo delle portate di piena per piccoli bacini appartenenti al bacino del Fiume Tevere (TEVERE Quaderno Idrologico del Fiume Tevere vol. 2, 1996). Tale metodologia prevede il calcolo della portata di piena di assegnato tempo di ritorno mediante la formula razionale di Gherardelli, che ipotizza un idrogramma di tipo triangolare con tempo di risalita uguale al tempo di discesa e pari al tempo di corrivazione, quest'ultimo stimato mediante la formula di Giandotti (1934). Le precipitazioni vengono valutate mediante procedure di regionalizzazione, in particolare applicando la formulazione scala-invariante con il modello di Gumbel (applicata dalla Regione Umbria nella redazione dei Quaderni Regione Umbria vol.7 - Determinazione delle precipitazioni di massima intensità e breve durata per la regione Umbria - Collana Idrologia, 1996) e la stima delle perdite per infiltrazione viene effettuata mediante l'applicazione del metodo SCS-CN (Soil Conservation Service, 1972).

Applicando in maniera "inversa" tale procedura, per ottenere un valore al picco pari a quello osservato ($Q_p=81 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) è necessario considerare una precipitazione areale pari a 54 mm, corrispondente a un valore puntuale di 61 mm che è associato ad un tempo di ritorno pari a circa 6 anni (Figura 8).

**PORTATE DI PIENA PER PICCOLI BACINI (TEVERE Quaderno Idrologico del F. Tevere vol. 2, 1996)****1. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**Formula di Giandotti $T_c = (4 \cdot S^{0.5} + 1.5 \cdot L) / (0.8 \cdot H^{0.5})$

S = 284 (Km²) Area del bacino
 L = 31 (Km) Lunghezza dell'asta principale
 H = 216 (m) Altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura

T_c = 9.7 (ore) Tempo di corrivazione**2. CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA PUNTUALE**Formulazione scala-invariante con modello di Gumbel $h_T(d) = m \cdot (1 + V \cdot K_T)^n \cdot d^n$
(Quaderno Regione Umbria n.7)

V = 0.3 (-) Coefficiente di variazione globale
 n = 0.3 (-) Esponente di scala
 m1 = 24.9 (mm/ore^n) Media dell'altezza di pioggia nella durata di riferimento
 d = 9.7 (ore) Durata di riferimento della pioggia
 T = 5.6 (anni) Tempo di ritorno
 K_T = 0.8 (-) Fattore di frequenza

h_T(d) = 61 (mm) Altezza di pioggia puntuale**3. CALCOLO DELLA PIOGGIA AREALE**Metodologia proposta dal U.S. Weather Bureau $h_a = h_T(d) \cdot P_a / 100$

$P_a = 100 - A / (x_1 - x_2 \cdot A)$
 $x_1 = 100 \cdot d / (0.236 + 0.062 \cdot d)$
 $x_2 = 0.003 \cdot d + 0.0234$

A = 28400 (ha) Area del bacino in ettari
 d = 9.7 (ore)
 x1 = 1158 (-)
 x2 = 0.0525 (-)
 P_a = 89.27 (-)

h_a = 54 (mm) Altezza di pioggia areale**4. CALCOLO DELLA PIOGGIA NETTA**Metodo del Curve Number (S.C.S., 1972) $h_n = (h_a - 5.08 \cdot S')^2 / (h_a + 20.32 \cdot S')$

S' = (1000/CN) - 10
 condizione di umidità scelta: AMC II

CN = 73 (-)
 S' = 3.70 (-)

h_n = 9.8 (mm) Altezza di pioggia netta**5. CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO**Idrogramma triangolare di Gherardelli $Q_p = 1/360 \cdot (h_n \cdot A) / T_c$

h_n = 9.8 (mm)
 A = 28400 (ha)
 T_c = 9.7 (ore)

Q_p = 81 (m3/s) Portata di picco

Figura 8 – Applicazione della procedura proposta per il calcolo delle portate di piena per piccoli bacini appartenenti al bacino del Fiume Tevere (TEVERE Quaderno Idrologico del Fiume Tevere vol. 2, 1996) in modo tale da riprodurre il valore della portata al picco osservato durante l'evento del 18 Settembre 2007 alla stazione idrometrica di Lupo sul Torrente Cerfone.

Applicando invece la procedura in maniera “diretta” e considerando il valore medio della precipitazione areale effettivamente osservato (42 mm), si ottiene un valore della portata al picco pari a $37 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (Figura 9).

PORTATE DI PIENA PER PICCOLI BACINI (TEVERE Quaderno Idrologico del F. Tevere vol. 2, 1996)

1. CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Formula di Giandotti $T_c = (4 \cdot S^{0.5} + 1.5 \cdot L) / (0.8 \cdot H^{0.5})$

S = 284 (Km²) Area del bacino
 L = 31 (Km) Lunghezza dell'asta principale
 H = 216 (m) Altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura

T_c = 9.7 (ore) Tempo di corrivazione

2. PIOGGIA AREALE

h_a = 42 (mm) Altezza di pioggia areale osservata

3. CALCOLO DELLA PIOGGIA NETTA

Metodo del Curve Number (S.C.S., 1972) $h_n = (h_a - 5.08 \cdot S')^2 / (h_a + 20.32 \cdot S')$

S' = (1000/CN) - 10
 condizione di umidità scelta: AMC II

CN = 73 (-)
 S' = 3.70 (-)

h_n = 4.6 (mm) Altezza di pioggia netta

4. CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO

Idrogramma triangolare di Gherardelli $Q_p = 1/360 \cdot (h_n \cdot A) / T_c$

h_n = 4.6 (mm)
 A = 28400 (ha)
 T_c = 9.7 (ore)

Q_p = 37 (m³/s) Portata di picco

Figura 9 – Applicazione della procedura proposta per il calcolo delle portate di piena per piccoli bacini appartenenti al bacino del Fiume Tevere (TEVERE Quaderno Idrologico del Fiume Tevere vol. 2, 1996) considerando la pioggia cumulata media areale osservata durante l'evento del 18 Settembre 2007 alla stazione idrometrica di Lupo sul Torrente Cerfone.

Tale analisi permette ulteriormente di evidenziare la forte disomogeneità spaziale dell'evento pluviometrico, da cui non è possibile prescindere per poter correttamente riprodurre l'evento idrometrico osservato. Il metodo di Gherardelli-Giandotti, che considera una precipitazione media areale, non è infatti in grado di riprodurre il valore della portata al picco osservata; per poter riprodurre tale valore è necessario considerare una pioggia media areale pari a 54 mm che corrisponde a un tempo di ritorno di circa 6 anni, mentre la pioggia media areale pari a 42 mm che invece corrisponde a un tempo di ritorno di circa 2 anni.



5 CONCLUSIONI

L'analisi effettuata ha permesso di evidenziare:

- L'evento pluviometrico ha avuto carattere prettamente convettivo, poiché intenso ma concentrato in un'area particolarmente ristretta e in una finestra temporale di poche ore. Tali caratteristiche rendono l'evento difficilmente prevedibile.
- L'unica stazione ad avere rilevato l'eccezionalità del fenomeno è stata, infatti, la stazione di S. Fista che ha registrato una precipitazione cumulata di 136 mm in poco più di 3 ore.
- I tempi di ritorno delle precipitazioni puntuali per una durata di 6 ore raggiungono al massimo 2 anni per tutte le stazioni, ad eccezione della stazione di S. Fista che per una durata di 3 ore ha superato i 1000 anni.
- L'analisi idrometrica mediante l'applicazione del metodo razionale di Gherardelli-Giandotti, sia in modo "diretto" che "indiretto", evidenzia come non sia possibile prescindere dalla forte disomogeneità spaziale dell'evento per una sua corretta riproduzione.