

## **Allegato 7-1a**

### **STUDIO RELATIVO ALLA PROCEDURA DI MONITORAGGIO PER I PONTI "SEGNALATI" DA REGIONE LIGURIA – SETTORE DIFESA DEL SUOLO**

#### **1 Introduzione**

I ponti in esame non presentano criticità legate a fenomeni erosivi o di scalzamento delle pile/spalle, ma soltanto criticità legate al sormonto o all'insufficienza di franco, così come definite ai sensi del paragrafo 4.5.1 delle LLGG.

In sede di ispezione, pertanto, diventa fondamentale monitorare le infrastrutture in relazione agli urti con i corpi galleggianti che potrebbero essere trasportati dalla piena, oppure alla pressione esercitata dall'acqua sull'impalcato nel caso di sormonto.

Per determinare le soglie di attenzione per ciascuna infrastruttura oltre le quali è opportuno che in corso di evento i ponti vengano monitorati, ed eventualmente possa esserne decisa la chiusura in relazione alle previsioni Arpal di piovosità nelle ore successive, si è proceduto nel seguente modo:

1. sono state suddivise le infrastrutture in tre gruppi, in relazione al bacino/sottobacino di appartenenza;
2. sono stati individuati i pluviometri Arpal e gli idrometri che possono essere utilizzati come riferimento per i corsi d'acqua in oggetto;
3. sono state calcolate o individuate le portate che transitano sotto le infrastrutture con un franco stabilito (0.8 m);
4. quindi a partire dalle curve di possibilità pluviometriche sono state individuate le intensità di pioggia che generano le portate suddette.

Al fine di valutare se la soglia potesse essere sufficiente per consentirne l'ispezione, nel caso in cui il valore di portata fosse indotto da uno scroscio di durata unitaria, si è calcolato anche il tempo di corrivazione dei bacini al nodo idrico di riferimento in cui sono localizzati i ponti: in tal modo è stato possibile valutare se il tempo a disposizione per raggiungere l'infrastruttura potesse essere sufficientemente lungo. Ovviamente, nel caso di piogge di durata superiore, la problematica della tempistica con cui raggiungere l'infrastruttura è meno preoccupante, dal momento che la lettura delle previsioni di pioggia possono consentire di agire comunque per tempo.

## 2 Bacini/sottobacini di competenza

Le infrastrutture possono essere suddivise in tre gruppi, in base ai bacini di competenza:

- Sottobacini, o bacino del Fiume Vara(AdB Appennino Settentrionale);
- Sottobacini del Fiume Magra a valle con la confluenza del Vara(AdB Appennino Settentrionale);
- Bacini del PAI Ambito 18 di Regione Liguria.

Le caratteristiche del nodo idrico a cui afferisce ciascun ponte sono riassunte nelle tabelle seguenti:

SOTTOBACINI O BACINO FIUME VARA					
PONTE	BACINO	CLASSI DI BACINO	PLUVIOMETRO INDICE	IDROMETRO	PORTATA TRANSITA
21423	Torrente Chiciola	piccolo	Serò di Zignago (*)		T30 - f=0.29 m
24124	Fosso Veppo	piccolo	Serò di Zignago (*)		T200 - f=0.88 m
1712	Torrente Pignone	piccolo	Casale di Pignone		portata da determinare
5624	Fiume Vara	grande	Santa Margherita	Nasceto	T100 - f=1.24 m
1001	Fiume Vara	grande	Santa Margherita	Nasceto	segue 5624
32049	Torrente Matteranesca	grande	Mattarana		T100 - f=da determinare
999011	Fosso senza nome	piccolo	C. al Cornoviglio / Padivarma		T200 - f=1.00 m
(*) si può fare un raffronto con Brugnato					
SOTTOBACINI FIUME MAGRA ( a valle della confluenza)					
PONTE	BACINO	CLASSI DI BACINO	PLUVIOMETRO INDICE	IDROMETRO	PORTATA TRANSITA
1665	Torrente Bettigna	piccolo	Castelnuovo Magra (*)		portata da determinare
12704	Torrente Isolone	piccolo	Castelnuovo Magra (*)		T200 - f=0.78 m
17939	Canale degli Orti	piccolo	Castelnuovo Magra (*)		portata da determinare
4860	Canale S. Michele	piccolo	Castelnuovo Magra (*)		T30 - f=0.13 m
5536	Fosso Acque Medie	piccolo	Castelnuovo Magra (*)		portata da determinare
(*) si può fare un raffronto con Luni					
BACINI PAI AMBITO 18					
PONTE	BACINO	CLASSI DI BACINO	PLUVIOMETRO INDICE	IDROMETRO	PORTATA TRANSITA
6941	Rio Fontana	piccolo	Levanto - San Gottardo		T200 - f=0.8 m
23562	Rio Gallona	piccolo	Levanto - San Gottardo		portata da determinare

Non per tutte le infrastrutture è nota la portata che transita anche con un minimo franco, mentre per la maggior parte di quelli per cui sono note le portate indice, il franco con cui le stesse passano non è pari a quello che si è scelto di utilizzare.

## 3 Individuazione delle portate e dei tempi di corrivazione

Per determinare la portata che transita con il franco di 80 cm sotto l'intradosso degli impalcati, si è scelto di utilizzare a ritroso il metodo SCS (richiamato in tutte le relazioni dei PAI e nella DGR 359/08). Nei casi in cui la soglia di allerta così calcolata è risultata essere paragonabile ai valori di intensità pluviometrica di una curva con tempo di ritorno noto, sono state identificate le soglie relative a quella curva, negli altri casi, si è identificata l'intensità pluviometrica a ritroso, a partire dalla portata: i parametri non noti, dal momento che le grandezze in gioco sono

proporzionali, sono state derivate dalle portate indice note calcolate nell'ambito dei PAI o degli studi idraulici effettuati dall'ente a supporto di progetti.

### 3.1 Tempi di corrivazione

Il tempo di corrivazione dei bacini è stato calcolato con la formulazione di Bocchiola, suggerita nella DGR suddetta, in quanto coerente con il metodo SCS e più indicata per bacini di piccole dimensioni.

SOTTOBACINI O BACINO FIUME VARA					
PONTE	BACINO	Tc (h)	Lap	Smed	Pmed
21423	Torrente Chiciola	1.85	5.5	75	0.625
24124	Fosso Veppo	2.23	6.85	75	0.625
1712	Torrente Pignone	2.21	6.38	107	0.625
5624	Fiume Vara				
1001	Fiume Vara				
32049	Torrente Matteranesca	2.24	5.94	107	0.43
999011	Fosso senza nome	0.07	0.11	51	0.625
SOTTOBACINI O BACINO FIUME VARA					
PONTE	BACINO	Tc (h)	Lap	Smed	Pmed
1665	Torrente Bettigna	2.73	7.14	79	0.28
12704	Torrente Isolone	2.92	7.46	79	0.24
17939	Canale degli Orti	3.24	5.66	92	0.05
4860	Canale S. Michele	2.14	4.15	79	0.096
5536	Fosso Acque Medie	1.76	2.7	102	0.05
SOTTOBACINI AMBITO 18					
PONTE	BACINO	Tc (h)	Lap	Smed	Pmed
6941	Rio Fontana	1.25	3.46	71	0.625
23562	Rio Gallona	0.86	2.22	71	0.625

Per i ponti sul Vara non è stato calcolato tale parametro, in quanto, come meglio illustrato di seguito, per essi è possibile una valutazione diretta a partire dall'idrometro Arpal posto immediatamente a monte, a Nasceto.

### 3.2 Calcolo delle portate e delle soglie

Per l'infrastruttura ID24124, dato che il franco con cui transita la  $T_{200}$  è di poco superiore al valore limite scelto, si è deciso di mantenere come valore di portata di riferimento quello; decisione analoga è stata presa per il ponte ID12704, per il quale, invece, la portata con  $T_{200}$  passa con un franco di pochissimo inferiore agli 0.8 m.

Per quanto riguarda i due ponti sul Fiume Vara, ID1001 e ID5624, va sottolineato che essi sono ubicati consecutivamente rispetto all'asta fluviale, ma immediatamente a monte e a valle della diga di Santa Margherita, che ovviamente condiziona sensibilmente l'analisi; entrambe le infrastrutture sono precedute da il Ponte di Nasceto, sul quale è posizionato direttamente un idrometro appartenente alla rete Omirl. Considerato che una volta raggiunta la località di Ponte Santa Margherita le due infrastrutture sono entrambe ispezionabili e che il ponte a valle della diga è quello più critico, è stata fatta la seguente valutazione: sotto l'ID5624 transita la portata  $T_{100}$  con franco pari a 1.24 m, superiore a quanto impostato per le altre infrastrutture, ma collegabile, in quanto standard, alle letture dell'idrometro di Nasceto; quindi come soglia di attenzione si è preferito scegliere la quota idrometrica associata alla  $T_{100}$  di Nasceto (187.12 m slm), poiché di più facile lettura e comunque operando a favore di sicurezza.

Per quanto riguarda l'infrastruttura ID999011, a seguito degli interventi previsti nella prima annualità del DM 225/2021, la portata duecentennale transiterà sotto di esso con 1 m di franco, che è superiore al valore scelto di 0.8 m; tuttavia dato l'esiguo tempo di corrivazione del bacino e l'assenza di dati per il calcolo della curva pluviometrica sotto 1h, si è deciso di considerare quello come valore di attenzione per l'ispezione.

Il ponte sul Rio Fontana, ID 6491, ha la  $Q_{200}$  che passa con il franco individuato.

#### 3.2.1 ID 21423 Torrente Chiciola

La verifica idraulica prodotta prodotta in sede di redazione del Pai del Fiume Magra evidenzia come solo la portata trentennale riesca a defluire sotto l'infrastruttura, sebbene senza idoneo franco, mentre le altre impattano tutte contro la trave di bordo di monte. I parametri della sezione sono stati ricavati dalle sezioni della modellazione idraulica e da questi è stato possibile ricavare la portata che transita con un franco di 0.8 m, che è pari a 48,28 mc/s (contro i 65,49 mc/s della  $T_{30}$ , riferimento indice più basso calcolato). Poiché tale portata non è associata ad alcun tempo di ritorno standard e quindi non è possibile identificare direttamente sulla curva di possibilità pluviometrica l'intensità di pioggia, quest'ultima è stata ricavata a ritroso dalla portata ed è risultata essere pari a 48 mm. Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è poco meno di due ore, si

COPIA CARTACEA DI ORIGINALE DIGITALE

Riproduzione cartacea ai sensi del D.Lgs.82/2005 e successive modificazioni, di originale digitale

firmato digitalmente da roberta sanguinetti - Num. Prot : 0015104 del 21/06/2023 12:05:26 - Esecutività <%data\_inizio\_esecutivita%>

è scelto di considerare come valore di attenzione 30 mm, applicando una riduzione di 18 mm paragonabile alla differenza che intercorre nella curva pluviometrica T30 tra le 2 h e 1 h di pioggia (20 mm).

### 3.2.2 ID 1712 Torrente Pignone

Dalla modellazione idraulica allegata al PAI si evince che tutte le portate sormontano l'infrastruttura, poiché tutte le sezioni del tratto precedente del corso d'acqua risultano insufficienti; avendo rilevato la sezione del ponte in occasione di interventi di miglioramento, applicando la formula di Chezy è risultata transitare con franco di 0.8 m una portata pari a 40,15 mc/s (contro i 126 mc/s della T<sub>30</sub>, riferimento indice più basso calcolato). Valutando le condizioni del CN del bacino (che per altro è piuttosto omogeneo) l'intensità pluviometrica che genera tale pioggia è stata calcolata a ritroso ed è risultata essere pari a 85 mm.

Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è poco meno di due ore e mezza, si è scelto di considerare come valore di attenzione 50 mm, applicando una riduzione di 35 mm paragonabile alla differenza che intercorre nella curva pluviometrica T30 tra le 2.5 h e 1 h di pioggia.

### 3.2.3 ID 32049 Torrente Matteranesca

Questo ponte è stato studiato dalla Provincia nell'ambito di lavori di manutenzione straordinaria dell'infrastruttura; la portata che transita con il franco di 0.8 m, quindi, è stata calcolata iterativamente a ritroso con il software HECRAS ed è risultata essere pari a 100 mc/s. L'intensità pluviometrica che genera tale portata è pari a 47 mm, considerando che il tempo di corrivazione del corso d'acqua è pari a 2 ore e mezza circa, che dalla curva di probabilità pluviometrica del PAI la riduzione di pioggia tra le due ore e mezza e l'ora è individuabile in circa 35 mm, ne risulterebbe una soglia di attenzione pari a 12 mm che pare oggettivamente bassa.

### 3.2.4 ID 1665 Torrente Bettigna

La verifica idraulica prodotta prodotta in sede di redazione del Pai del Fiume Magra evidenzia come praticamente tutte le portate sormontino l'impalcato del ponte. I parametri della sezione sono stati ricavati dalle sezioni della modellazione idraulica e da questi è stato possibile ricavare la portata che transita con un franco di 0.8 m, che è pari a 44,83 mc/s (contro gli 82,18 mc/s della T<sub>30</sub>, riferimento indice più basso calcolato). Poiché tale portata non è associata ad alcun tempo di ritorno standard e quindi non è possibile identificare direttamente sulla curva di possibilità pluviometrica l'intensità di pioggia, quest'ultima è stata ricavata a ritroso dalla portata ed è risultata essere pari a 37 mm. Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è poco meno di tre ore, si è

scelto di considerare come valore di attenzione 20 mm, applicando una riduzione di 17 mm paragonabile alla differenza che intercorre nella curva pluviometrica T30 tra le 3 h e 1 h di pioggia (15 mm).

### 3.2.5 ID 17939 Canale degli Orti

La verifica idraulica prodotta prodotta in sede di redazione del Pai del Fiume Magra evidenzia come neppure la portata trentennale riesca a defluire sotto l'infrastruttura e come le altre impatti tutte contro la trave di bordo di monte. I parametri della sezione sono stati ricavati dalle sezioni della modellazione idraulica e da questi è stato possibile ricavare la portata che transita con un franco di 0.8 m, che è pari a 16,85 mc/s (contro gli 24,27 mc/s della T<sub>30</sub>, riferimento indice più basso calcolato). Poiché tale portata non è associata ad alcun tempo di ritorno standard e quindi non è possibile identificare direttamente sulla curva di possibilità pluviometrica l'intensità di pioggia, quest'ultima è stata ricavata a ritroso dalla portata ed è risultata essere pari a 52 mm. Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è pari a circa 3h e mezza, si è scelto di considerare come valore di attenzione 40 mm, applicando una riduzione di 12 mm paragonabile alla differenza che intercorre nella curva pluviometrica T30 tra le 3 h e 1 h di pioggia (15 mm).

### 3.2.6 ID 4860 Canale di San Michele

La verifica idraulica prodotta prodotta in sede di redazione del Pai del Fiume Magra evidenzia come la portata trentennale riesca a defluire sotto l'infrastruttura, ma senza franco idraulico; le altre impattano tutte contro la trave di bordo di monte. I parametri della sezione sono stati ricavati dalle sezioni della modellazione idraulica e da questi è stato possibile ricavare la portata che transita con un franco di 0.8 m, che è pari a 16,2 mc/s (contro gli 23,56 mc/s della T<sub>30</sub>, riferimento indice più basso calcolato). Poiché tale portata non è associata ad alcun tempo di ritorno standard e quindi non è possibile identificare direttamente sulla curva di possibilità pluviometrica l'intensità di pioggia, quest'ultima è stata ricavata a ritroso dalla portata ed è risultata essere pari a 49 mm. Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è di poco superiore alle due ore, si è scelto di considerare come valore di attenzione 40 mm, applicando una riduzione di 9 mm paragonabile alla differenza che intercorre nella curva pluviometrica T30 tra le 2 h e 1 h di pioggia.

### 3.2.7 ID 5536 Fosso delle Acque Medie

La verifica idraulica prodotta dal Consorzio Irriguo del Canale Lunense, evidenzia come tutte le portate non riescano a defluire sotto il ponte, ma impattino contro la trave di bordo di monte; i parametri della sezione sono stati ricavati dalle sezioni della modellazione idraulica e da questi è

stato possibile ricavare la portata che transita con un franco di 0.8 m, che è pari a 5,42 mc/s (contro gli 7,84 mc/s della T<sub>30</sub>, riferimento indice più basso calcolato). Poiché tale portata non è associata ad alcun tempo di ritorno standard e quindi non è possibile identificare direttamente sulla curva di possibilità pluviometrica l'intensità di pioggia, quest'ultima è stata ricavata a ritroso dalla portata ed è risultata essere pari a 56 mm. Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è inferiore alle due ore, si è scelto di considerare come valore di attenzione 45 mm, applicando una riduzione di 10 mm paragonabile alla differenza che intercorre nella curva pluviometrica T30 tra le 2 h e 1 h di pioggia.

### 3.2.8 ID 23562 Rio Gallona

La verifica idraulica prodotta in sede di redazione del Pai Ambito 18 evidenzia come la Q200 non riesca a defluire sotto l'impalcato del ponte, ma impatti contro la trave di monte; i parametri della sezione sono riportati nelle tabelle allegate alle modellazioni idrauliche e da questi è stato possibile ricavare la portata che transita con un franco di 0.8 m, che è pari a 51 mc/s (contro gli 86 mc/s della T<sub>50</sub>, riferimento indice più basso calcolato). Poiché tale portata non è associata ad alcun tempo di ritorno standard e quindi non è possibile identificare direttamente sulla curva di possibilità pluviometrica l'intensità di pioggia, quest'ultima è stata ricavata a ritroso dalla portata ed è risultata essere pari a 47 mm. Considerato che il tempo di corrivazione del bacino è inferiore ad un'ora, si è scelto per ulteriore prudenza di considerare come valore di attenzione 40 mm.

### 3.3 **Curve pluviometriche**

Le curve di possibilità pluviometriche considerate sono quelle riportate o nelle relazioni generali dei PAI relativi, oppure, quando attinenti, quelle riportate nell'Atlante Climatico di Regione Liguria pubblicato da Arpal.

- Curve pluviometriche relazione Generale PAI del Fiume Magra:

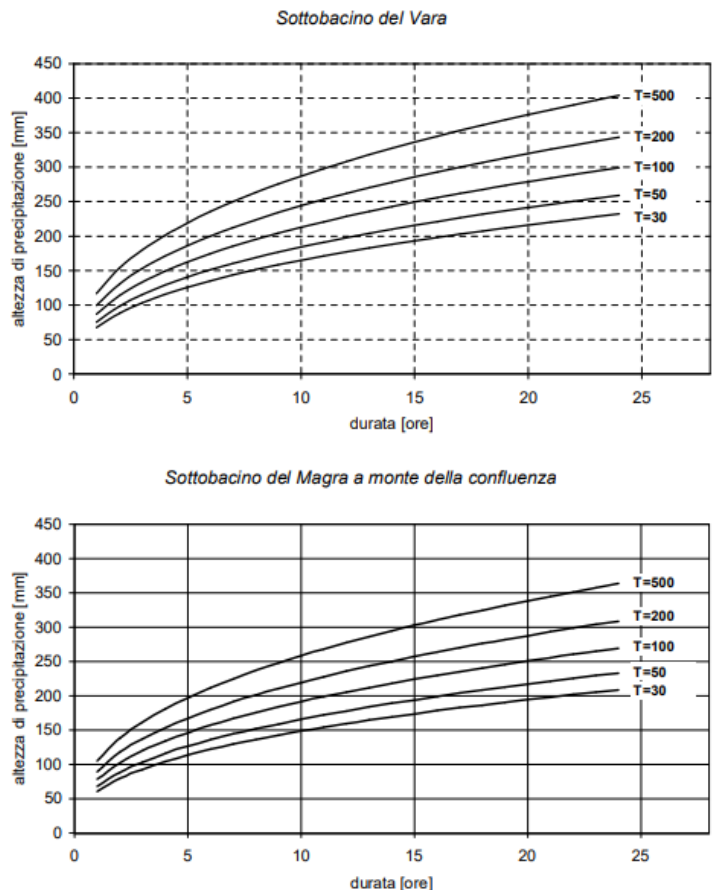
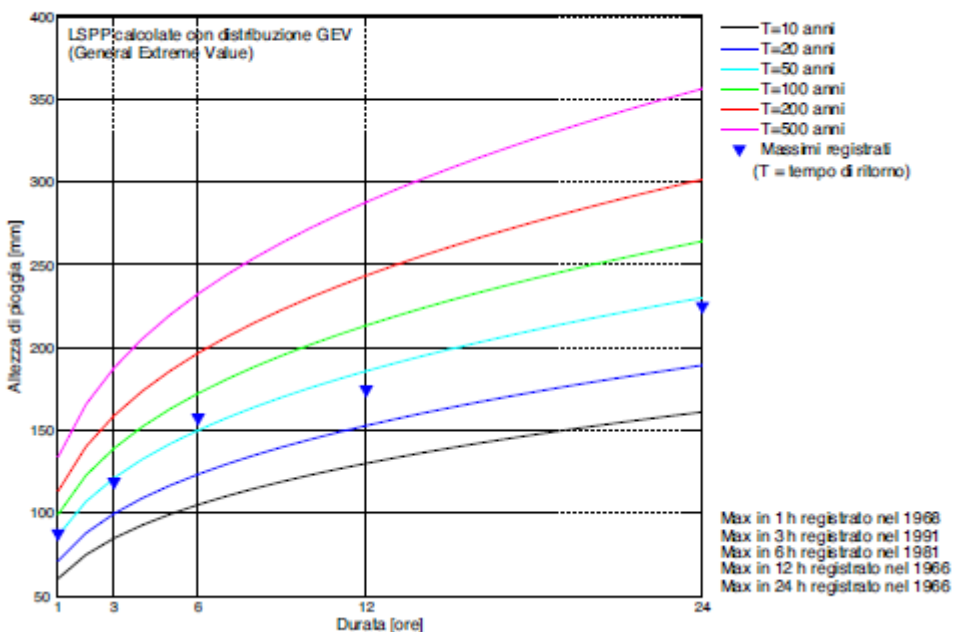


Figura 2.9.1.2: curve di possibilità pluviometrica stimate sui sottobacini a monte della confluenza.

- Curve pluviometriche Atlante Climatologico Regione Liguria:
  1. Montale di Levante

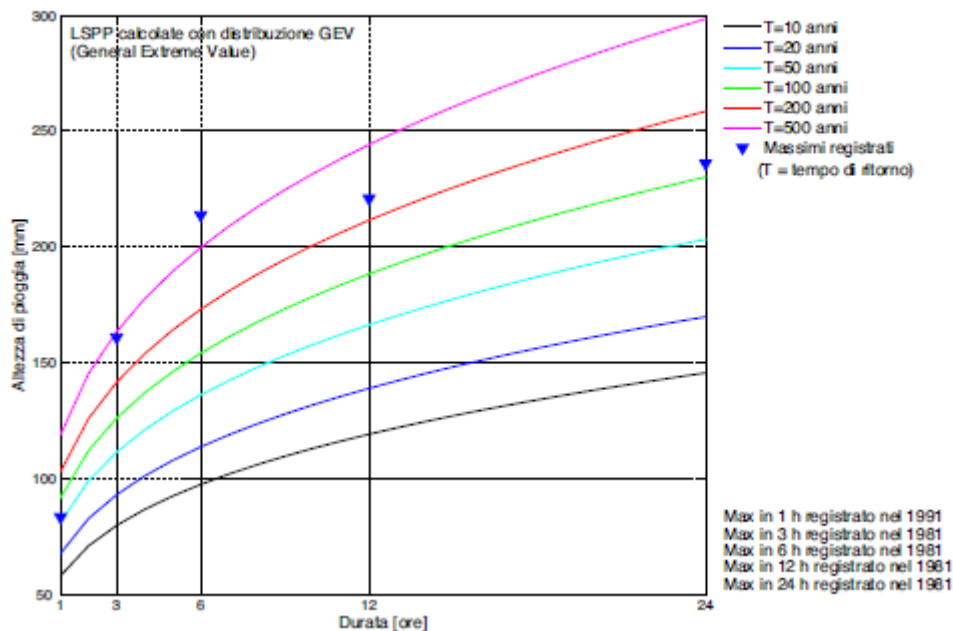
Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (numerosità campione: 38 anni)





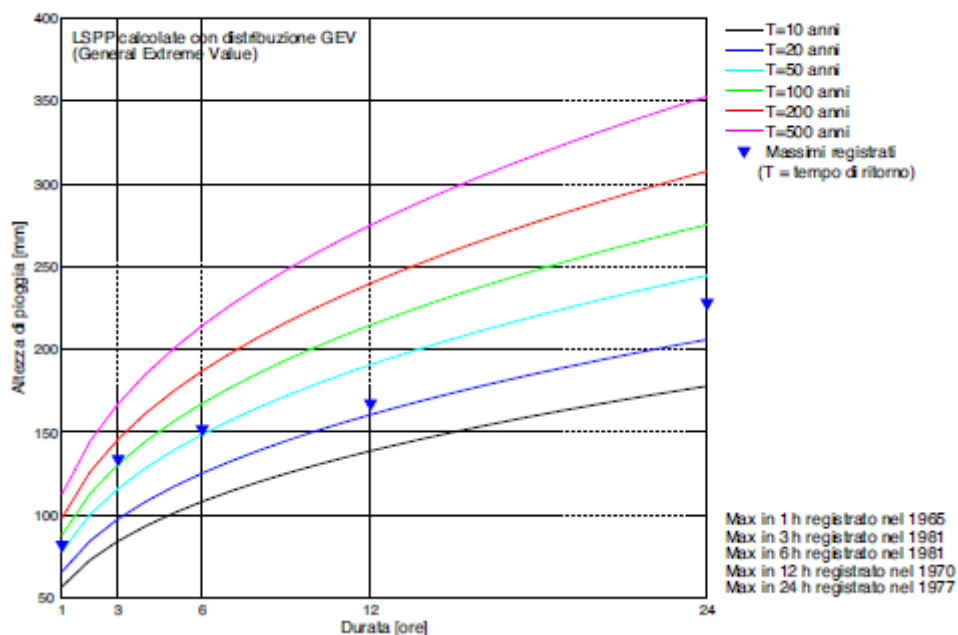
2. Levanto

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (numerosità campione: 44 anni)



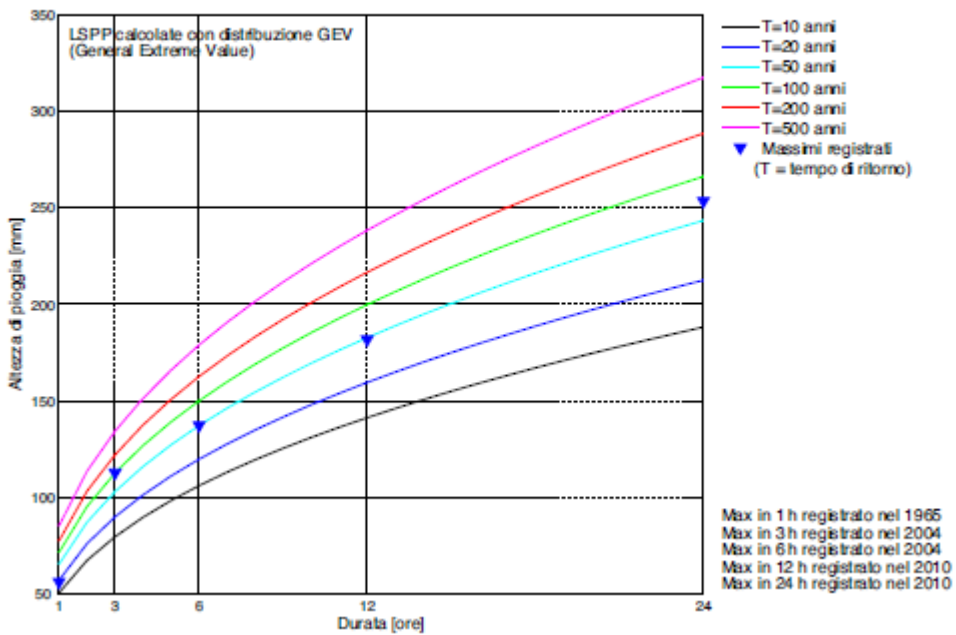
3. Santa Margherita

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (numerosità campione: 44 anni)



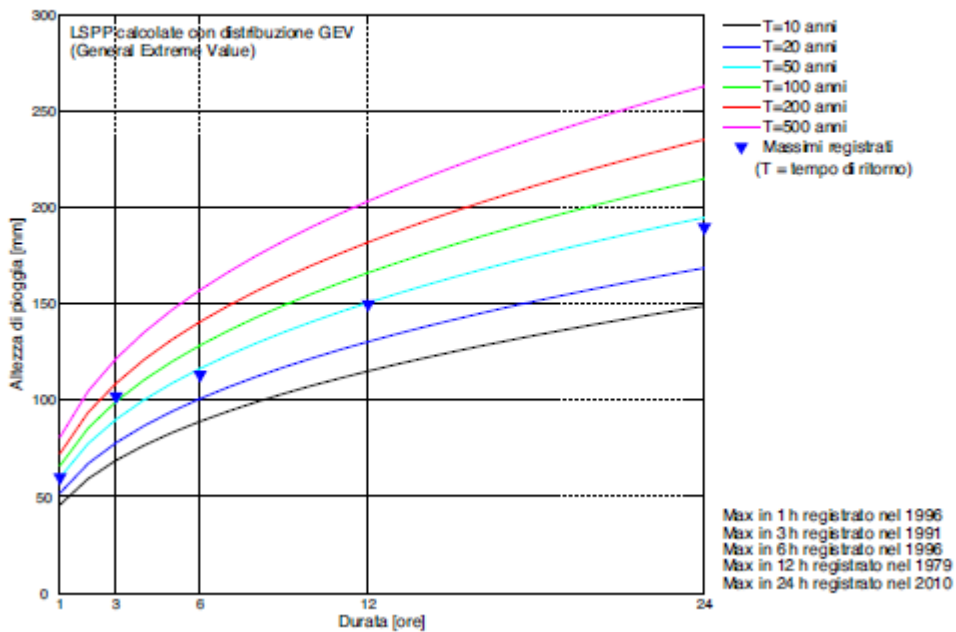
4. Calice al Cornoviglio

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (numerosità campione: 38 anni)



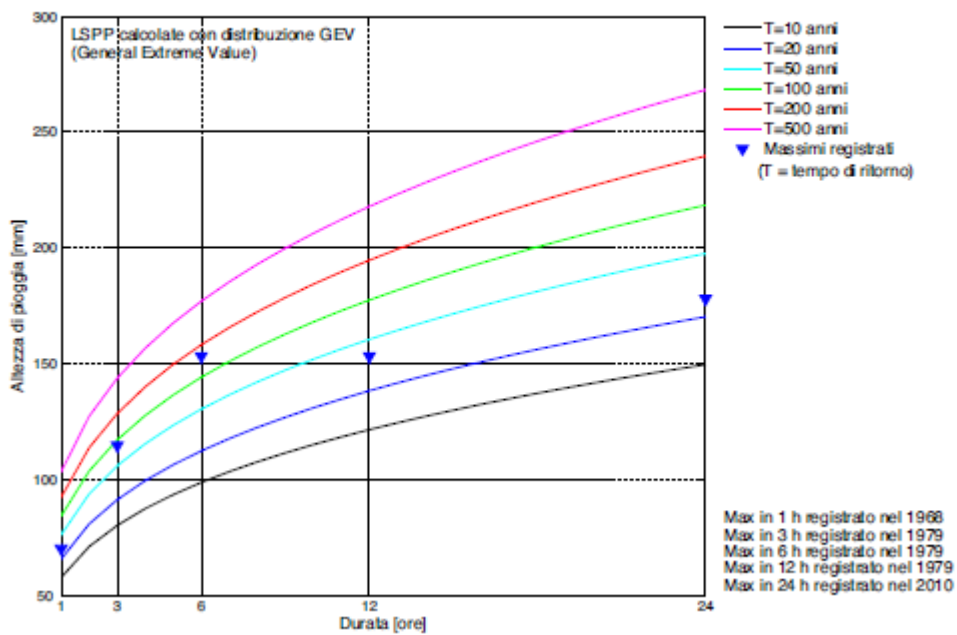
5. Serò di Zignago

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (numerosità campione: 42 anni)



6. Sarzana

### Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (numerosità campione: 46 anni)



## 4 Riepilogo soglie di attenzione

SOTTOBACINI O BACINO FIUME VARA				
PONTE	BACINO	i-1h (mm)	i-Tc (mm)	idrometro
21423	Torrente Chiciola	30	48 (1.85 h)	
24124	Fosso Veppo	75		
1712	Torrente Pignone	50	85 (2.21 h)	
5624	Fiume Vara			187.12 m
1001	Fiume Vara			187.12 m
32049	Torrente Matteranesca	47	47 (2.24 h)	
999011	Fosso senza nome	100		
SOTTOBACINI O BACINO FIUME VARA				
PONTE	BACINO	i-1h (mm)	i-Tc (mm)	
1665	Torrente Bettigna	20	37 (2.73 h)	
12704	Torrente Isolone	95		
17939	Canale degli Orti	40	52 (3.24 h)	
4860	Canale S. Michele	40	49 (2.14 h)	
5536	Fosso Acque Medie	45	56 (1.76h)	
SOTTOBACINI AMBITO 18				
PONTE	BACINO	i-1h (mm)		
6941	Rio Fontana	105		
23562	Rio Gallona	40		