





Comune di Verbania

PROVINCIA DI VERBANO CUSIO OSSOLA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA PER APPALTO INTEGRATO DELLE OPERE DI "VARIANTE ALL'ABITATO DI VERBANIA" DELLA S.S. N.34 - 1° LOTTO

IDROLOGIA E IDRAULICA RELAZIONE IDRAULICA

Mandataria:  IL PROGETTISTA: Dott. Ing. Alberto Checchi	Mandanti:  IL RESPONSABILE: Dott. Ing. G.S. Kalamaras	 IL RESPONSABILE E COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE: Dott. Ing. A. Salvago de Gennaro	 IL GEOLOGO: Dott. Carlo Alessio
--	--	---	---

COMMESSA	FASE	COMPARTO	DOCUMENTO	REV	SCALA	FILE
B357	PD	IDR	ID01RT0201	0		IDRID01RT02010.DWG

3						
2						
1						
0	30/05/2012	PRIMA EMISSIONE	R.FURLANETTO	L. MELICA	A. SALVAGO	A. CHECCHI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	AUTORIZZATO



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
2	IL MODELLO V.A.P.I.....	2
	2.1.1. Base di dati utilizzata	2
	2.1.2. Metodologia utilizzata	2
	2.1.3. Stima del valor medio	6
	2.1.4. Curve di possibilità pluviometrica.....	10
3	CONFRONTO E VALIDAZIONE DEI RISULTATI	19
	3.1. Caratterizzazione idrologica del Progetto Preliminare.....	19
	3.2. Confronto dei risultati	20
4	L'INFORMAZIONE IDROLOGICA DEL PAI	25
5	PRECIPITAZIONI DI DURATA INFERIORE AD 1 ORA.	29



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

1 PREMESSA

Lo studio idrologico oggetto della presente relazione, è finalizzato all'analisi delle caratteristiche idrologiche dell'ambito territoriale in cui si inserisce il nuovo tracciato stradale della "VARIANTE ALL'ABITATO DI VERBANIA" DELLA S.S. N.34 - 1° LOTTO.

Il progetto ha origine in corrispondenza del cimitero di Fondotoce con una rotatoria e, proseguendo verso Nord, entra in galleria nei pressi della "Casa della Resistenza", by-passa l'abitato di Fondotoce uscendo in prossimità del vivaio sull'attuale strada S.S. 34.

Sulla base delle elaborazioni esperite si è provveduto allo sviluppo degli approfondimenti necessari ad un'adeguata caratterizzazione idrologica dell'area in esame. In particolare, sulla base dei dati disponibili (in particolare modello VAPI) sono stati validati e completati i risultati già ottenuti in sede preliminare definendo un livello di affidabilità dell'informazione idrologica adeguato al livello progettuale definitivo.

Nel prosieguo verranno esplicitati i parametri e la metodologia utilizzata nel presente progetto per la stima delle massime precipitazioni che interessano la tratta in argomento.

Fanno parte integrante della presente relazione tutti gli elaborati grafici di progetto inerenti le opere in argomento nonché la relazione idraulica relativa alla tratta in esame.



2 IL MODELLO V.A.P.I.

Al fine di caratterizzare dal punto di vista idrologico l'area in esame sono state recepite le risultanze delle elaborazioni proposte per il territorio in argomento dal denominato "Progetto VAPI".

In particolare lo studio preso in esame sviluppa la sua analisi sui dati pluviometrici disponibili su un'area molto estesa che comprende il bacino del Po, chiuso a Pontelagoscuro ed i bacini liguri con foce sul litorale tirrenico.

Di tale studio è stato pubblicato un Rapporto Regionale, ed è in fase di preparazione uno specifico "Manuale di valutazione delle piene".

Lo studio in argomento ha per titolo "Rapporto sulla Valutazione delle Piene nel Bacino Padano e nella Liguria Tirrenica di De Michele & Rosso" [1999], e presenta un sostanziale avanzamento delle ricerche già delineate nella preliminare versione di Brath & Rosso [1994], entrambi compilati dall'U.O. 1.8 del Politecnico di Milano.

2.1.1. Base di dati utilizzata

Sono stati utilizzati i dati osservati nelle stazioni di misura pluviometriche e pluviografiche del SIMN fino al 1986. Dopo un'analisi di qualità dell'informazione contenuta nelle serie storiche registrate, è stato ottenuto un data base comprendente 366 stazioni di misura (270 nel bacino padano e 96 in Liguria) con almeno 20 anni di osservazione e numerosità media di 34 anni.

2.1.2. Metodologia utilizzata

Per la piovosità di breve durata e forte intensità, non sono state individuate sottozone pluviometriche omogenee in relazione alla distribuzione di probabilità cumulata delle piogge da 1 a 24 ore consecutive, ma, piuttosto, si è proceduto alla valutazione della DPC per ogni stazione in base all'ipotesi di invarianza di scala, utilizzando la distribuzione generalizzata di valore estremo (GEV).



Stimati, quindi, i valori dei parametri di forma k , di scala a , e di posizione, ε , della DPC/GEV per la stazione in esame, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del fattore di crescita K_T .

$$T = \frac{1}{1 - \exp \left\{ - \left[1 - \frac{k}{\alpha} (K_T - \varepsilon) \right]^{1/k} \right\}} \quad (1)$$

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della precedente, per cui, fissato un valore T in anni, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita:

$$K_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} (1 - e^{-ky_T}) \quad (2)$$

dove y_T individua la variabile ridotta di Gumbel

$$y_T = -\ln \left(\ln \frac{T}{T-1} \right) \quad (3)$$

L'altezza di pioggia cumulata con periodo di ritorno T va quindi valutata come

$$h_T(d) = \mu(d) K_T \quad (4)$$

dove $\mu(d)$ è il valore atteso di pioggia massima annuale caduta in d ore consecutive. Per la valutazione dei parametri della distribuzione di probabilità cumulata visti in precedenza, sono state ricavate delle tabelle elaborate per tutte le stazioni pluviometriche della regione in esame, dalle quali sono state ottenute, con interpolazione secondo Kriging, le mappe parametriche per l'intero territorio utilizzate nel presente progetto e riportate di seguito.



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

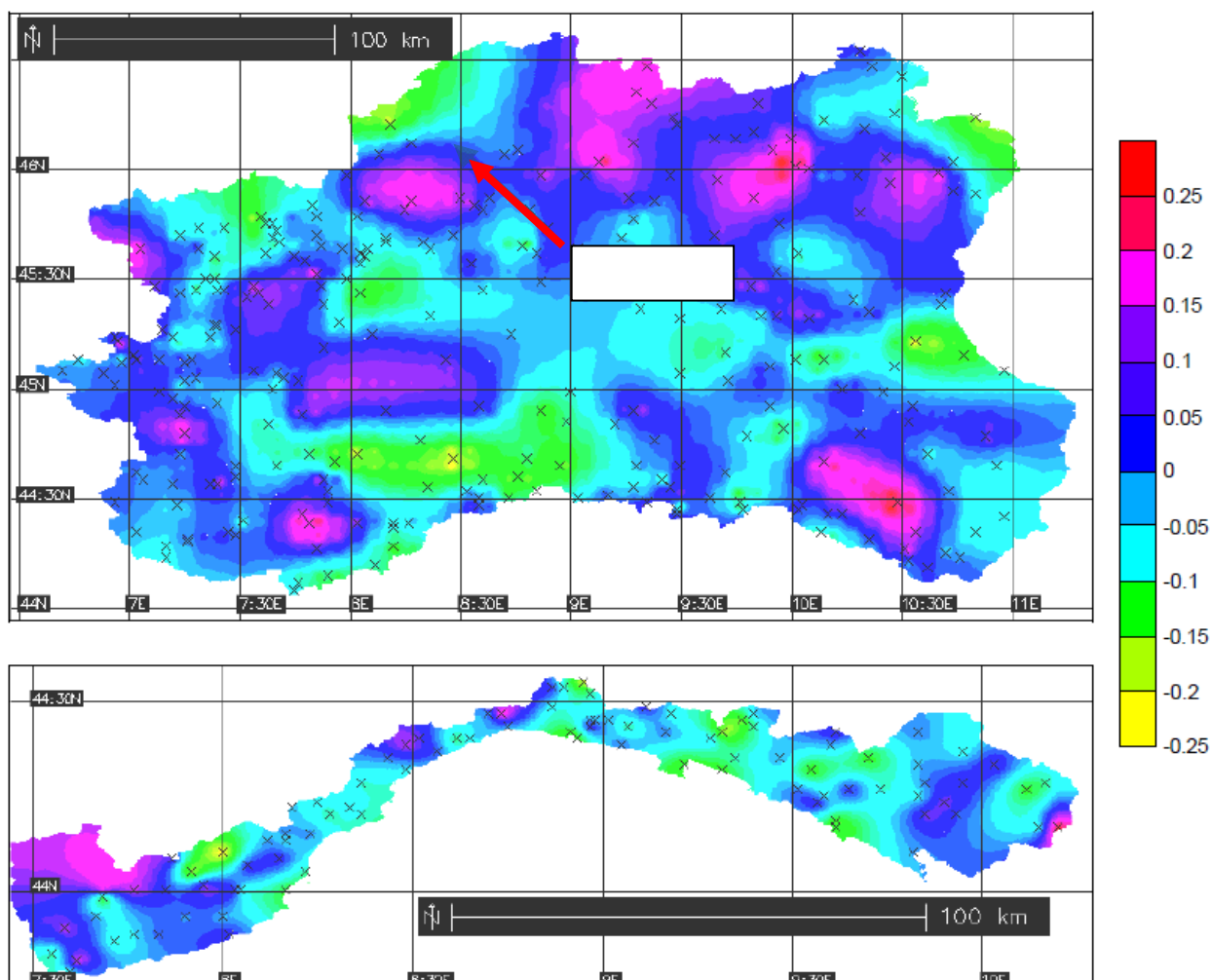


Figura 1 - Mappa del parametro di forma, k , della distribuzione di probabilità del coefficiente di crescita dei massimi annuali delle piogge



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

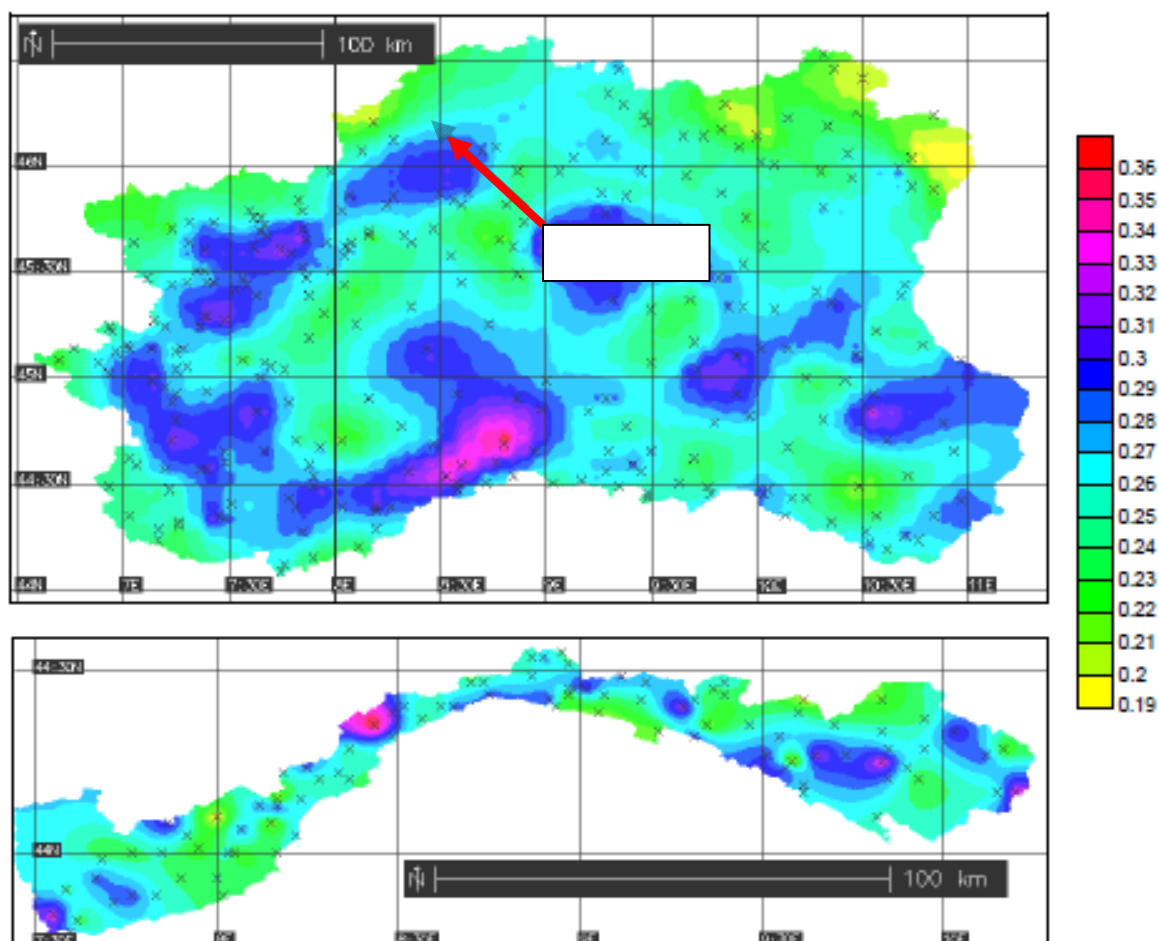


Figura 2 - Mappa del parametro di scala, α , della distribuzione di probabilità del coefficiente di crescita dei massimi annuali delle piogge



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

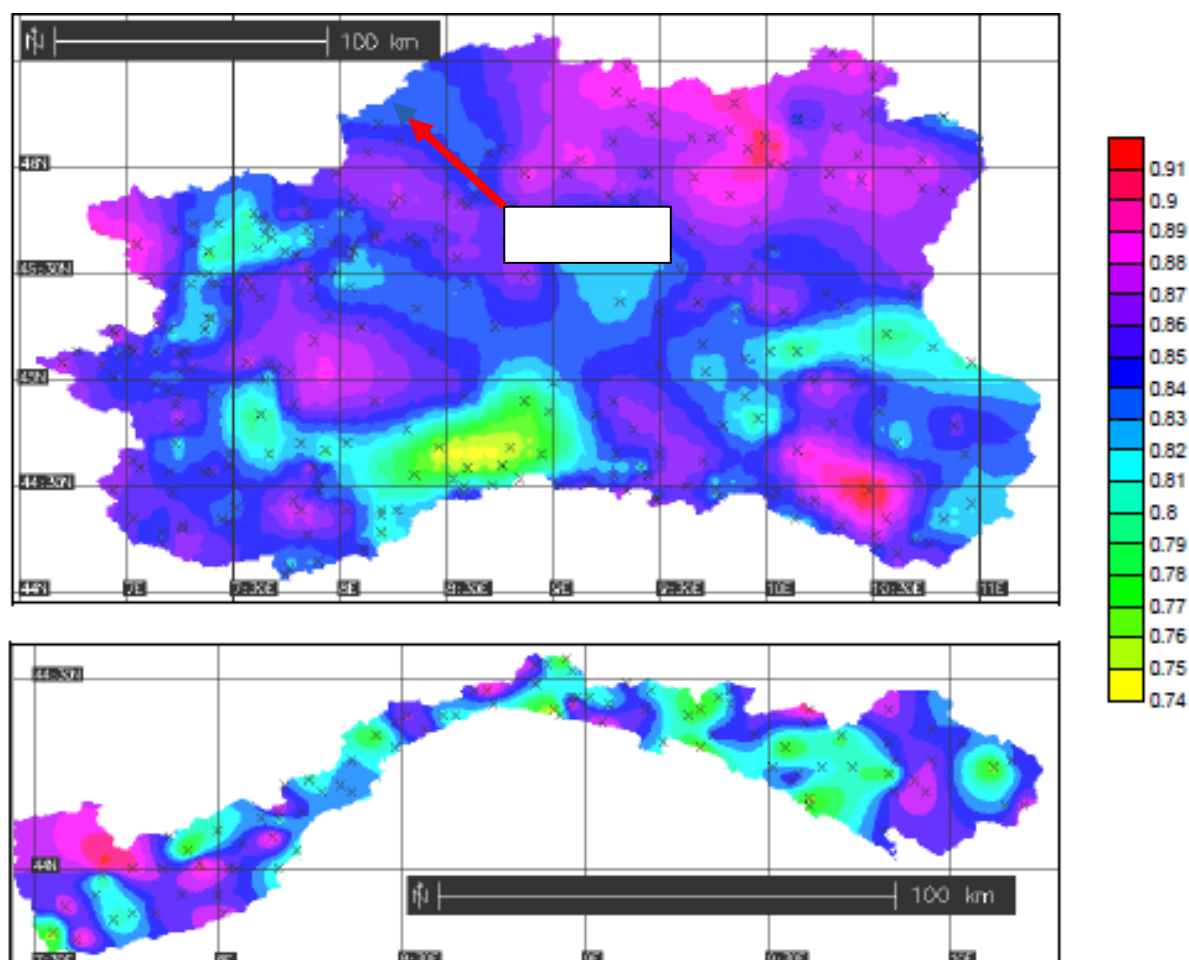


Figura 3 - Mappa del parametro di posizione, ϵ , della distribuzione di probabilità del coefficiente di crescita dei massimi annuali delle piogge

2.1.3. Stima del valor medio

Ricordando che l'assegnazione di un valore preciso ad una grandezza, che in realtà presenta un notevole grado di aleatorietà come la pioggia, non può essere effettuata in maniera univoca e definitiva, è necessario identificare un legame sempre di tipo probabilistico tra la durata di un evento meteorico d ed il valore della media del massimo annuale dall'intensità di pioggia $\mu[I(d)]$, assegnato



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

un determinato periodo di ritorno in anni. Tale legame prende il nome di legge di probabilità pluviometrica o climatica.

Tali leggi devono essere strettamente monotone, in quanto mediamente l'intensità di pioggia media per una durata superiore deve essere necessariamente minore di quella per una durata inferiore. Inoltre, per una durata molto piccola devono raggiungere un valore finito, rappresentante al limite per d che tende a zero, la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia istantanea.

Le leggi di probabilità pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'altezza di pioggia su una fissata durata d , $m[h(d)]$, con la durata stessa. Per la Zona in esame è stata adottata una espressione del tipo:

$$\mu [h(d)] = a_1 d^n \quad (5)$$

I parametri della (5) sono stati valutati con regressione ai minimi quadrati nelle 366 stazioni di misura pluviografiche presenti sul territorio esaminato. I valori osservati variano per a_1 da 10 a 49 mm/ore e per n da 0.21 a 0.61: l'ampiezza di questi intervalli richiede un modello di variabilità spaziale dei parametri. In particolare, si è fatto riferimento ad un modello a variabilità continua: per una pratica applicazione della (5), vengono fornite, di seguito, le mappe isoparametriche di a_1 e di n per l'intero territorio.



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

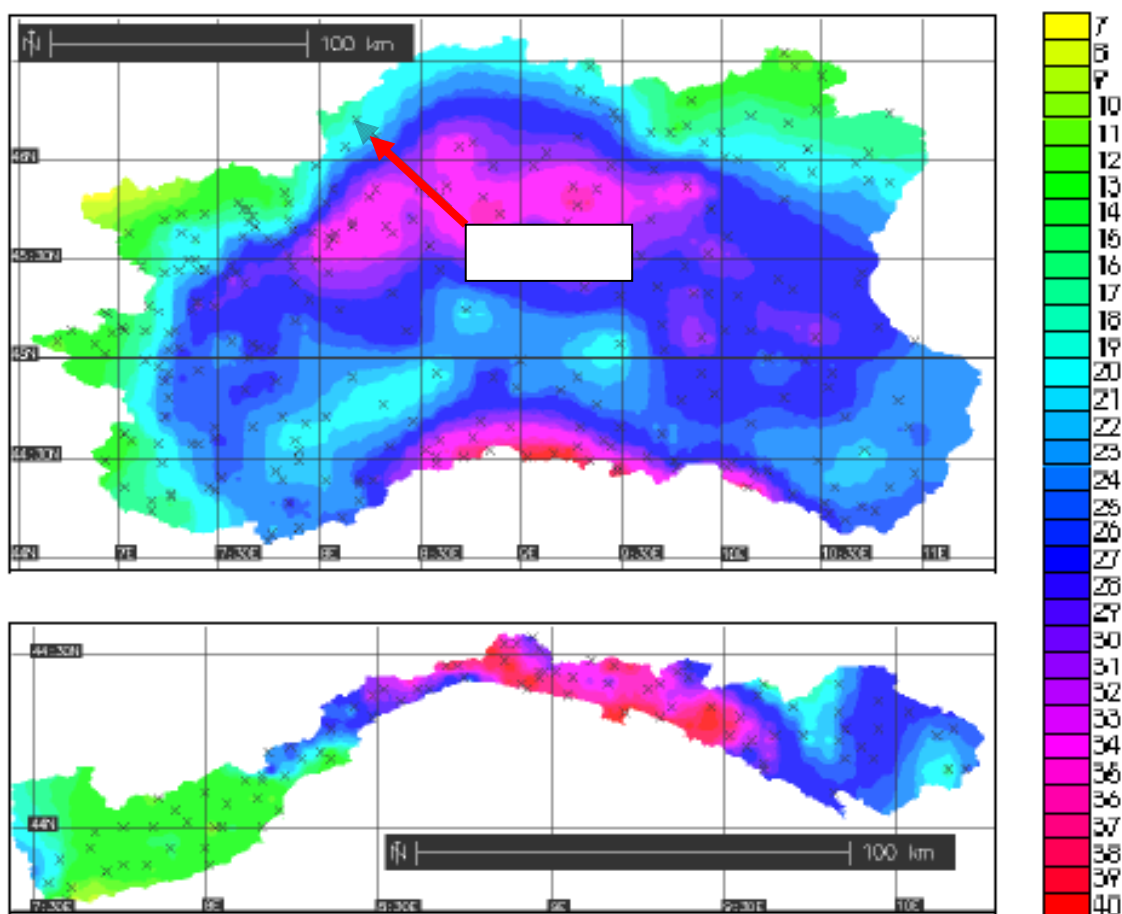


Figura 4 - Mappa del coefficiente pluviometrico orario, a_1 , mm/ore n pari al valore atteso della pioggia oraria massima



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

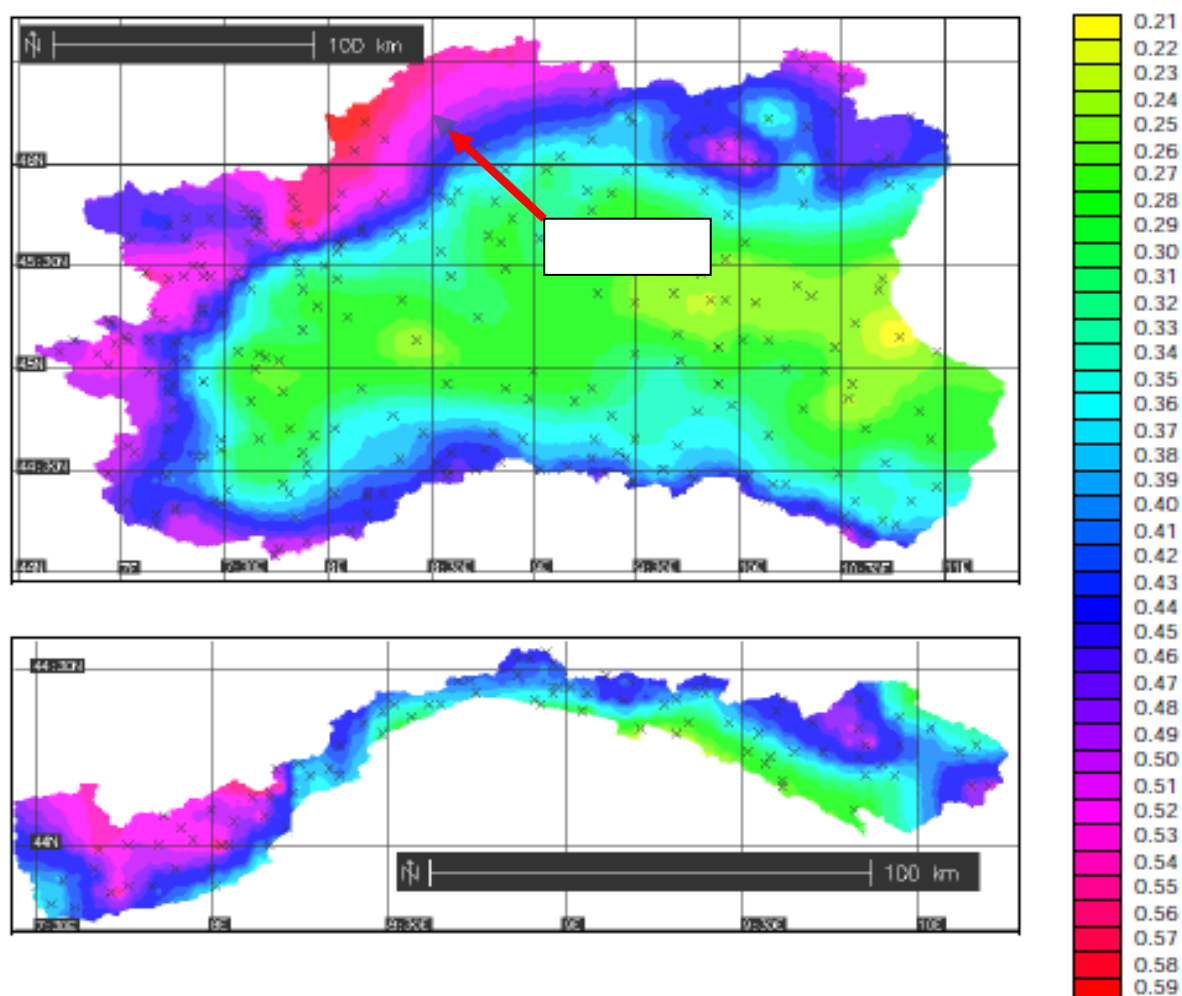


Figura 5 - Mappa dell'esponente di scala, n , della pioggia massima annuale al variare della durata da 1 a 24 ore



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

2.1.4. Curve di possibilità pluviometrica

Sulla base della trattazione precedentemente descritta si riportano di seguito, per la zona in esame, i parametri necessari ad esplicitare la legge di possibilità pluviometrica.

In appendice A1 si riportano i parametri idrologici valutati nelle 366 stazioni di misura pluviografiche presenti sul territorio esaminato.

In particolare è stato fatto riferimento a tre stazioni pluviometriche vicine all'area in esame, ossia:

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI CANNOBIO

Località	anni	ε	α	κ	a_1 mm/ora ⁿ	n
CANNOBIO	47	0.828	0.284	-0.028	37.4	0.412

Ne consegue che i parametri della curva di possibilità pluviometrica con i relativi coefficienti di crescita per l'area in esame sono:

$$\mu(d) = a \cdot d^n$$

$$h_T(d) = \mu(d) K_T \quad (4)$$

$$a=37.4$$

$$n=0.412$$

Tr	5	10	50	100	200	500
K_T	1.263	1.488	1.999	2.222	2.449	2.755

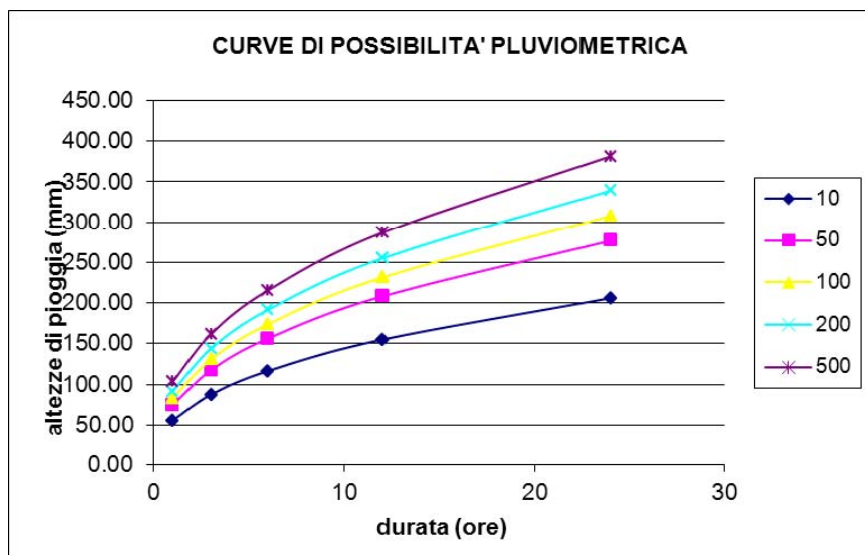


COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

Si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica esplicitate per ciascun tempo di ritorno.

ALTEZZE DI PIOGGIA (mm)					
Tr/t(ore)	1	3	6	12	24
10	55.65	87.51	116.43	154.92	206.12
50	74.76	117.56	156.42	208.12	276.91
100	83.10	130.67	173.87	231.33	307.80
200	91.59	144.02	191.63	254.97	339.24
500	103.04	162.02	215.57	286.82	381.63

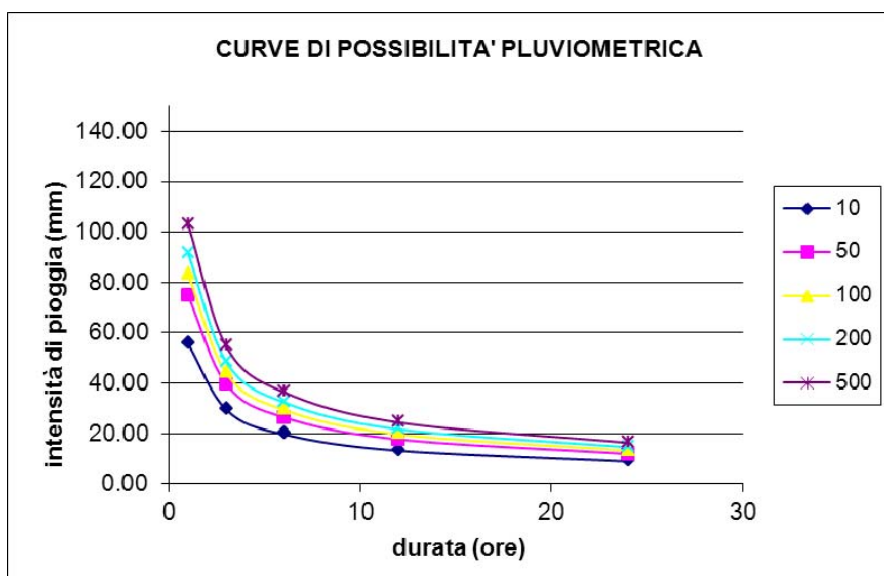




COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)					
Tr/t(ore)	1	3	6	12	24
10	55.65	29.46	19.72	13.20	8.84
50	74.76	39.58	26.49	17.74	11.87
100	83.10	43.99	29.45	19.71	13.20
200	91.59	48.48	32.46	21.73	14.55
500	103.04	54.54	36.51	24.44	16.36





COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI GIGNESE

Località	anni	ε	α	κ	a_1 mm/ora ⁿ	n
GIGNESE	33	0.861	0.29	0.11	31.8	0.446

Ne consegue che i parametri della curva di possibilità pluviometrica con i relativi coefficienti di crescita per l'area in esame sono:

$$\mu(d) = a \cdot d^n$$

$$h_T(d) = \mu(d) K_T \quad (4)$$

$$a = 31.8$$

$$n = 0.446$$

Tr	5	10	50	100	200	500
K_T	1.262	1.439	1.781	1.908	2.025	2.166

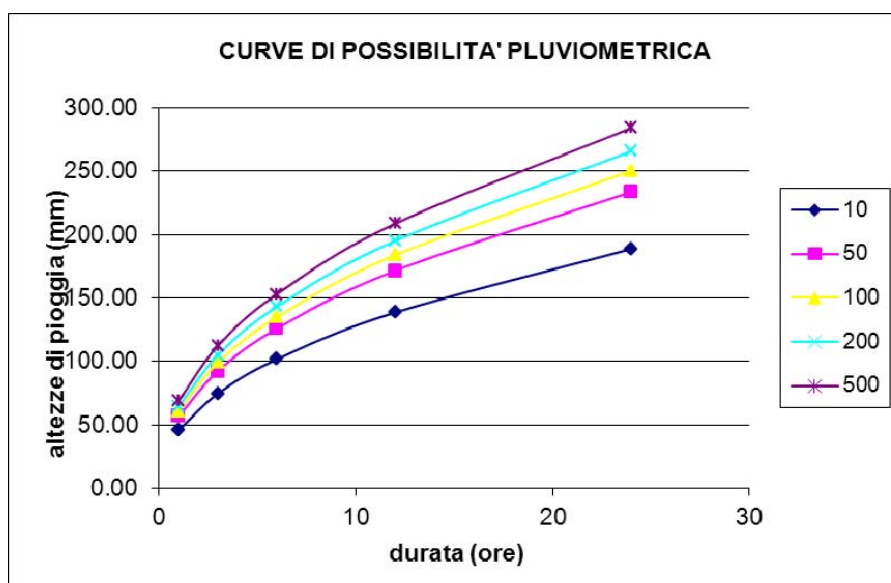
Si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica esplicitate per ciascun tempo di ritorno.



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

ALTEZZE DI PIOGGIA (mm)					
Tr/t(ore)	1	3	6	12	24
10	45.76	74.69	101.75	138.61	188.83
50	56.64	92.45	125.94	171.56	233.70
100	60.67	99.04	134.92	183.79	250.37
200	64.40	105.11	143.19	195.06	265.72
500	68.88	112.43	153.16	208.64	284.22

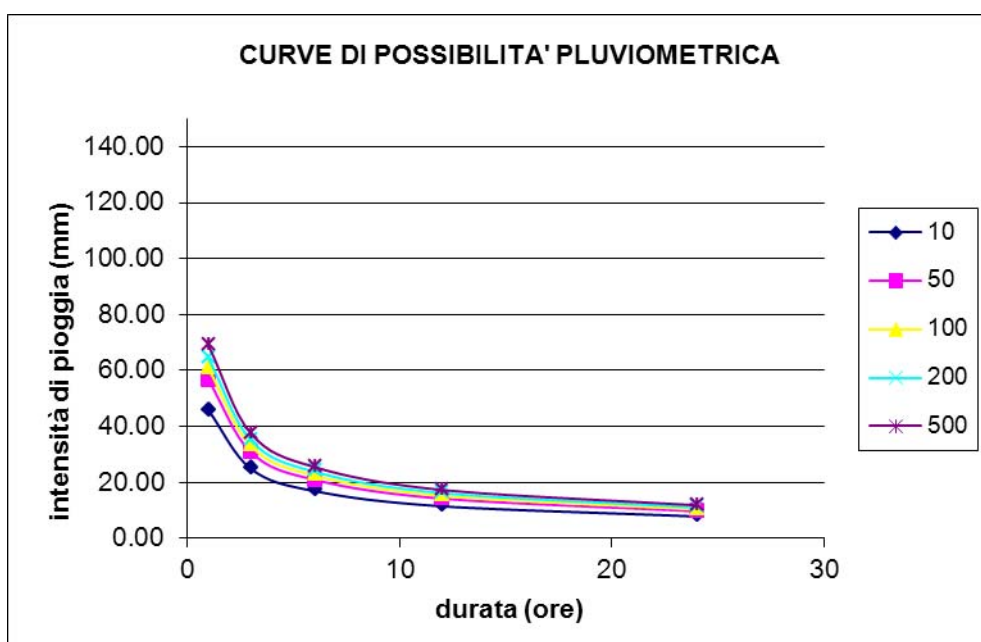




COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)					
Tr/t(ore)	1	3	6	12	24
10	45.76	24.90	16.96	11.55	7.87
50	56.64	30.82	20.99	14.30	9.74
100	60.67	33.01	22.49	15.32	10.43
200	64.40	35.04	23.86	16.25	11.07
500	68.88	37.48	25.53	17.39	11.84





COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI LESA

Località	anni	ε	α	κ	a_1 mm/ora ⁿ	n
LESA	31	0.865	0.26	0.065	32.5	0.387

Ne consegue che i parametri della curva di possibilità pluviometrica con i relativi coefficienti di crescita per l'area in esame sono:

$$\mu(d) = a \cdot d^n$$

$$h_T(d) = \mu(d) K_T \quad (4)$$

$$a = 32.5$$

$$n = 0.387$$

Tr	5	10	50	100	200	500
K_T	1.237	1.409	1.761	1.899	2.030	2.194

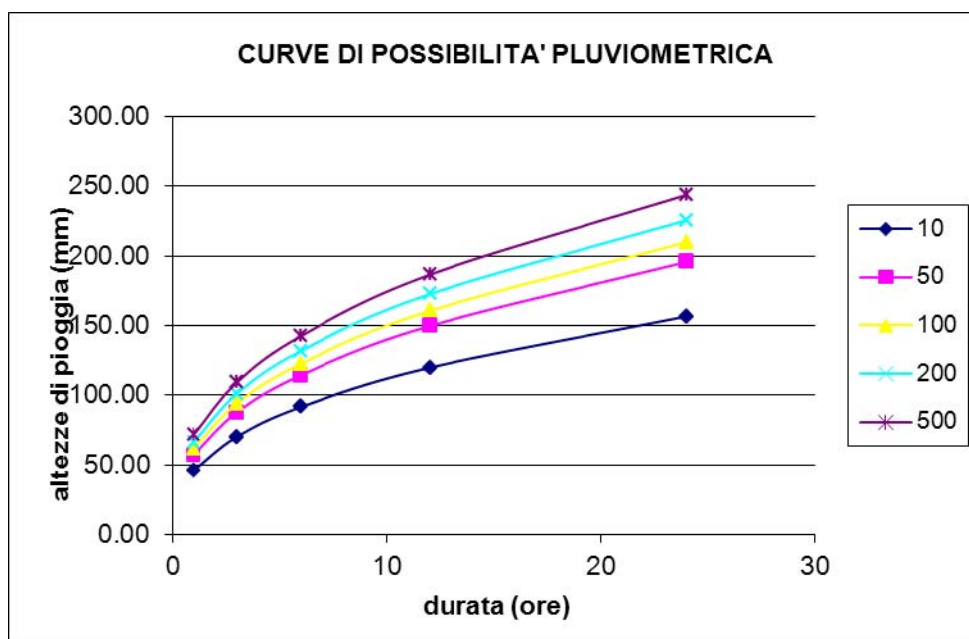
Si riportano di seguito le curve di possibilità pluviometrica esplicitate per ciascun tempo di ritorno.



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

ALTEZZE DI PIOGGIA (mm)					
Tr/t(ore)	1	3	6	12	24
10	45.79	70.06	91.61	119.79	156.65
50	57.23	87.56	114.50	149.72	195.79
100	61.39	93.92	122.82	160.60	210.02
200	65.98	100.93	131.98	172.59	225.69
500	71.31	109.09	142.65	186.54	243.93

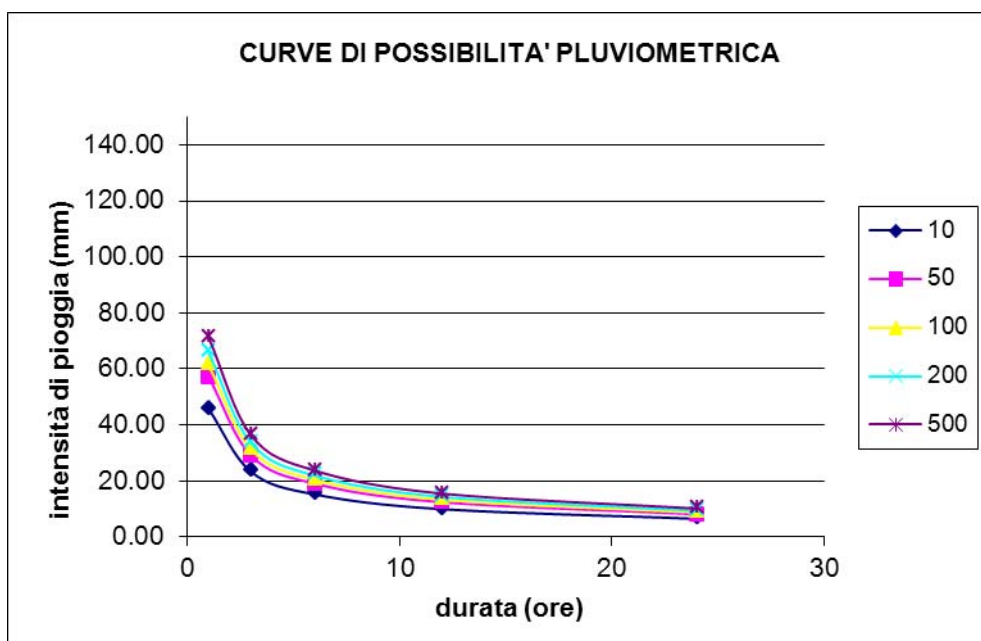




COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

INTENSITA' DI PIOGGIA (mm/h)					
Tr/t(ore)	1	3	6	12	24
10	45.79	23.35	15.27	9.98	6.53
50	57.23	29.19	19.08	12.48	8.16
100	61.39	31.31	20.47	13.38	8.75
200	65.98	33.64	22.00	14.38	9.40
500	71.31	36.36	23.77	15.54	10.16





3 CONFRONTO E VALIDAZIONE DEI RISULTATI

Appare opportuno, al fine di validare i risultati ottenuti effettuare un raffronto con l'informazione idrologica contenuta nel progetto preliminare.

Di seguito si riporta il modello proposto.

3.1. Caratterizzazione idrologica del Progetto Preliminare

La valutazione delle piogge brevi e intense, di durata fra 1 e 24 ore, può essere eseguita mediante l'individuazione delle relative leggi segnalatrici di possibilità climatica, nella forma:

$$H = a \cdot T^n$$

dove "a" è l'altezza di pioggia di durata 1 ora, "n" è un valore caratteristico della stazione, e "T" è la durata della pioggia.

L'identificazione delle leggi di possibilità climatica per precipitazioni con durata attorno ad 1 ora è stata eseguita utilizzando diverse metodologie, di seguito si riporta quella utilizzata:

- Sono stati elaborati direttamente i dati riportati sugli Annali Idrologici relativi alle varie stazioni dell'areale circostante i bacini in esame.
- Per ogni stazione sono stati innanzitutto raccolti i dati massimi annuali disponibili sugli Annali Idrologici relativamente alle precipitazioni di notevole intensità con durata 1-24 ore. A tale insieme di dati sono state applicate le varie distribuzioni di probabilità più utilizzate in questi casi (Gumbel, Fuller, Galton) e sui risultati è stato eseguito il test di Kolmogorov-Smirnov.

Per ciascuna stazione le altezze di pioggia risultanti sono state normalizzate mediante metodo dei minimi quadrati, per ricavare i parametri "a" e "n" a vario tempo di ritorno. I risultati sono stati i seguenti.



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

STAZIONE	PARAMETRI "a" E "n" RELATIVI A VARI TEMPI DI RITORNO									
	10		50		100		200		500	
	a	n	a	n	a	n	a	N	a	n
Candoglia	60.0	0.50	77.6	0.52	87.7	0.51	94.4	0.52	105.4	0.52
Pallanza	52.1	0.46	64.9	0.47	69.7	0.47	74.8	0.47	79.6	0.49
Unchio	62.4	0.35	85.3	0.33	93.5	0.33	102.1	0.32	113.5	0.32
Cannobio	51.3	0.47	68.4	0.47	71.6	0.47	80.7	0.48	88.5	0.48
Gignese	48.3	0.45	61.4	0.46	67.1	0.47	71.1	0.48	79.1	0.47
Lesa	49.3	0.35	63.2	0.35	70.3	0.34	79.1	0.31	83.9	0.33

3.2. Confronto dei risultati

Allo scopo di validare i risultati ottenuti nella presente analisi è stata effettuato il raffronto dei risultati ottenuti mediante la metodologia del progetto VAPI con le curve riportate nel progetto preliminare. L'analisi è stata condotta per la curva centennale.

L'analisi è stata condotta sulle stazioni pluviometriche poste nelle vicinanze dell'area in esame ed aventi la stessa denominazione sia nel progetto preliminare che nello studio VAPI.

In particolare le stazioni analizzate sono:

- Gignese
- Lesa
- Cannobio

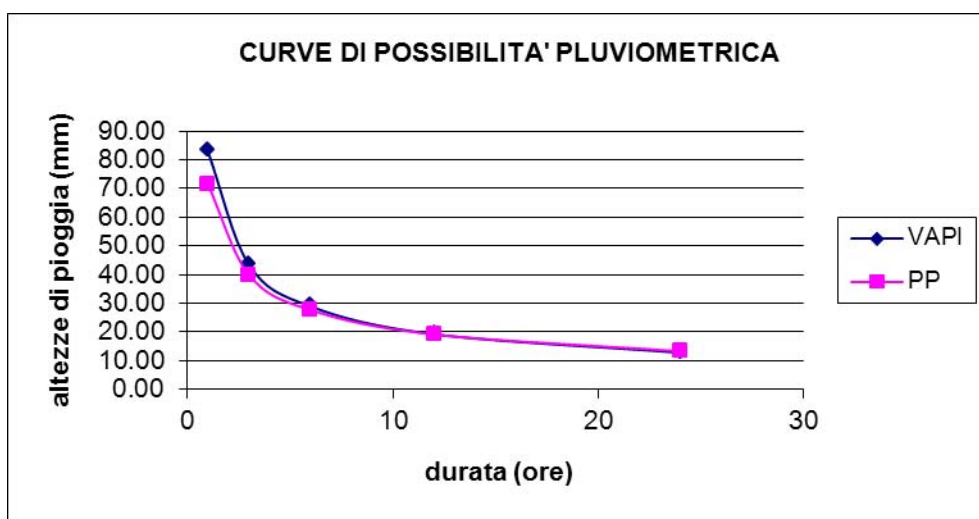


COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

RAFFRONTO STAZIONE DI CANNOBIO

ALTEZZE DI PIOGGIA Tr=100 ANNI						
	t(ore)	1	3	6	12	24
VAPI	h(mm)	83.03	130.56	173.71	231.13	307.52
P.P.	h(mm)	71.60	119.99	166.21	230.21	318.87
INTENSITA' DI PIOGGIA Tr=100 ANNI						
	t(ore)	1	3	6	12	24
VAPI	i(mm/h)	83.03	43.52	28.95	19.26	12.81
P.P.	i(mm/h)	71.60	40.00	27.70	19.18	13.29



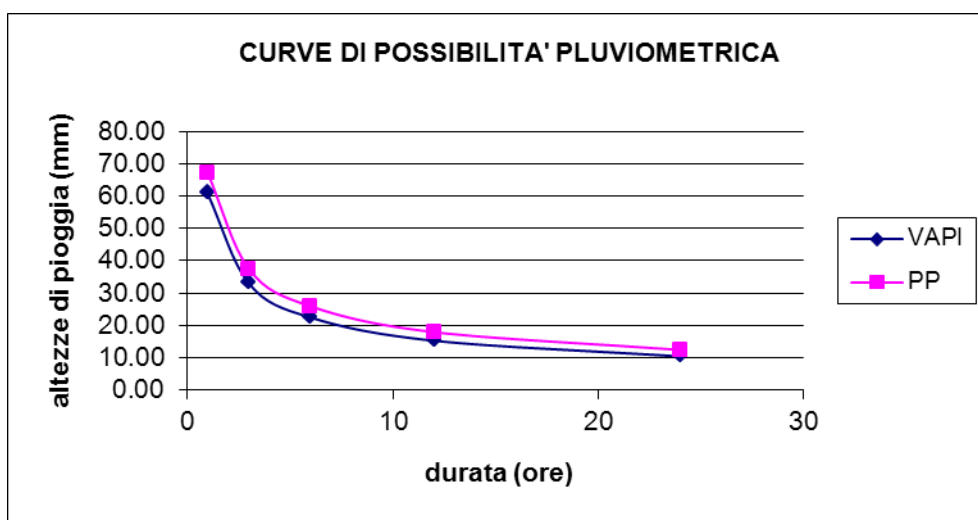


COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

STAZIONE DI GIGNESE

ALTEZZE DI PIOGGIA Tr=100 ANNI						
	t(ore)	1	3	6	12	24
VAPI	h(mm)	60.67	99.04	134.92	183.79	250.37
P.P.	h(mm)	67.10	112.45	155.76	215.74	298.83
INTENSITA' DI PIOGGIA Tr=100 ANNI						
	t(ore)	1	3	6	12	24
VAPI	i(mm/h)	60.67	33.01	22.49	15.32	10.43
P.P.	i(mm/h)	67.10	37.48	25.96	17.98	12.45



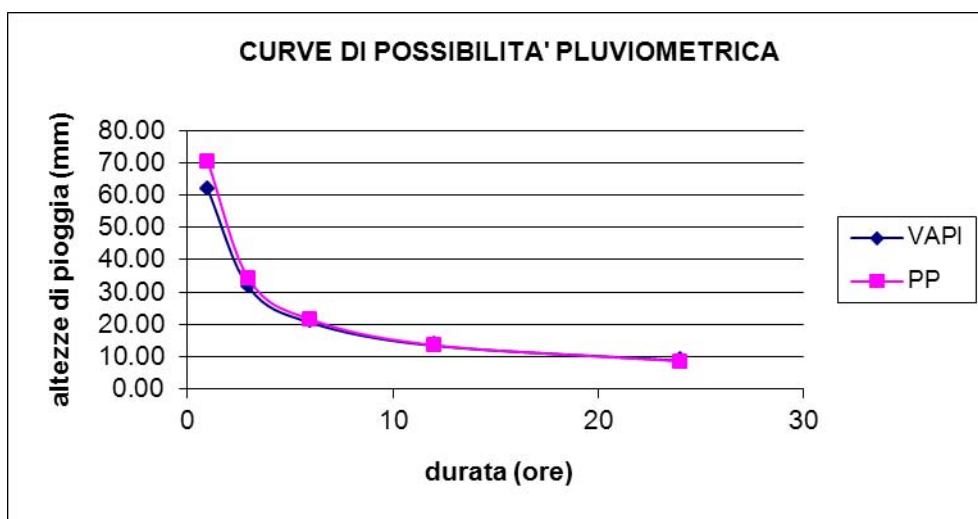


COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

STAZIONE DI LESA

ALTEZZE DI PIOGGIA Tr=100 ANNI						
	t(ore)	1	3	6	12	24
VAPI	h(mm)	61.43	93.97	122.88	160.69	210.13
P.P.	h(mm)	70.30	102.14	129.28	163.64	207.12
INTENSITA' DI PIOGGIA Tr=100 ANNI						
	t(ore)	1	3	6	12	24
VAPI	i(mm/h)	61.72	31.47	20.58	13.45	8.80
P.P.	i(mm/h)	70.30	34.05	21.55	13.64	8.63





COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

I risultati ottenuti con la metodologia VAPI sono del tutto sovrapponibili a quelli forniti nel progetto preliminare e le differenze riscontrate rientrano nell'ordine di grandezza della precisione dei modelli assunti.

Dalle tabelle e dai grafici sopra riportati si evince che le due curve hanno un andamento generale molto simile, con una tendenza a discostarsi per le durate più brevi. Restano quasi sempre superiori le curve riconducibili all'analisi del progetto preliminare che forniscono valori leggermente superiori.

L'approccio utilizzato ha, comunque, consentito la validazione dei risultati ottenuti in questa fase.

Al fine di sintetizzare i risultati ottenuti si è provveduto a ragguagliare su base areale l'informazione pluviometrica di ciascuna stazione in modo da ottenere le curve di possibilità pluviometrica rappresentative dell'area in esame.

Il procedimento è stato effettuato sull'informazione idrologica del progetto preliminare che appare leggermente più cautelativa per le brevi durate.



COMUNE DI VERBANIA

Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

4 L'INFORMAZIONE IDROLOGICA DEL PAI

Si riportano di seguito le informazioni contenute nella "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" (PAI – interventi sulla rete idrografica e sui versanti - legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6ter adottato con deliberazione del comitato istituzionale n. 18 in data 26 aprile 20017. norme di attuazione)

I valori delle curve di possibilità pluviometrica dedotti dall'Allegato 3 alla suddetta Direttiva (Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense) sono stati ricavati per la cella cartografica denominata (CC56) rappresentativa dell'area in esame.

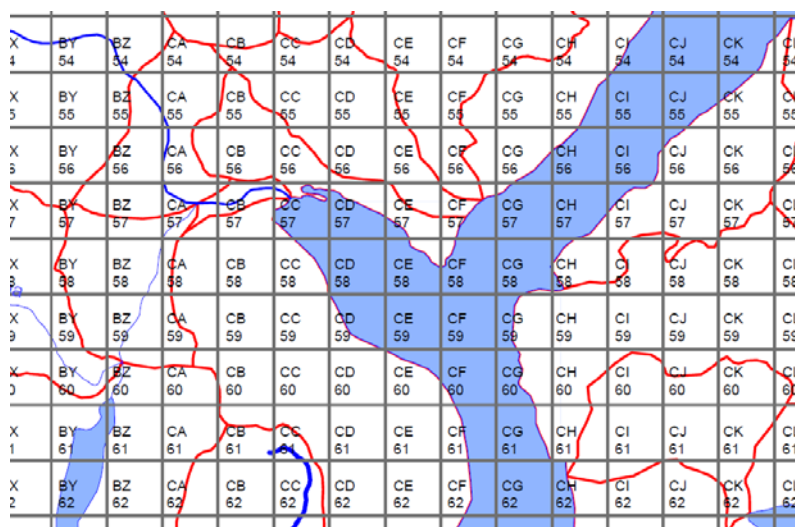


Figura 6 – celle nel reticolo cartografico PAI – zona lago Maggiore (regionalizzazione su griglia 2km).

I parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni nella suddetta cella sono di seguito riassunti:



COMUNE DI VERBANIA

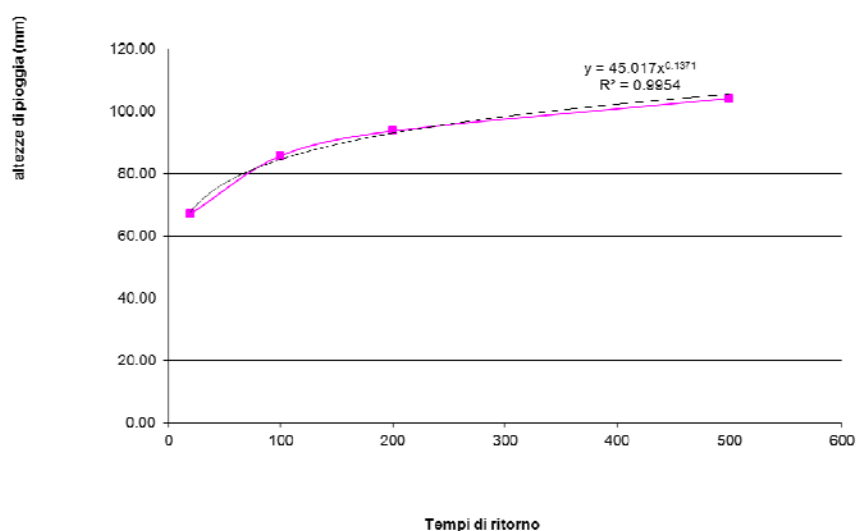
Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

Coord UTM est	Coord. UTM nord	a Tr=20	n Tr=20	a Tr=100	n Tr=100	a Tr=200	n Tr=200	a Tr=500	n Tr=500
461000	5089000	67.27	0.455	85.84	0.458	93.78	0.458	104.26	0.460

Per mezzo di un procedimento di regressione lineare sono stati estrapolati i valori caratteristici delle curve pluviometriche per tempi di ritorno pari a 25 e 50 anni.

	Tr	20	100	200	500
a		67.27	85.84	93.78	104.26
n		0.46	0.46	0.46	0.46

CURVE DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA - a





COMUNE DI VERBANIA

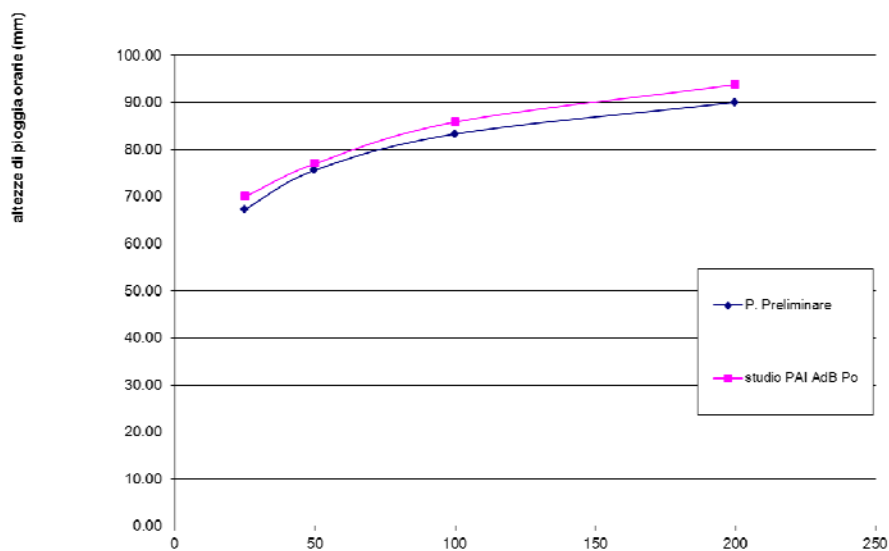
Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

Dall'analisi si sono ottenuti i seguenti dati:

a – Tr=25	n – Tr=25	a – Tr=50	n – Tr=50
69.99	0.456	76.99	0.457

I dati così ottenuti sono stati confrontati con quelli precedentemente ricavati.

ALTEZZE DI PIOGGE ORARIE						
	Tr	25	50	100	200	500
parametri "a" ed "n" - studio PAI dell'Autorità di bacino del Fiume Po	h(mm)	69.99	76.99	85.84	93.78	104.26
parametri "a" ed "n" - tramite metodo dei piani inclinati - progetto Preliminare	h(mm)	67.32	75.62	83.31	90.02	99.02





COMUNE DI VERBANIA

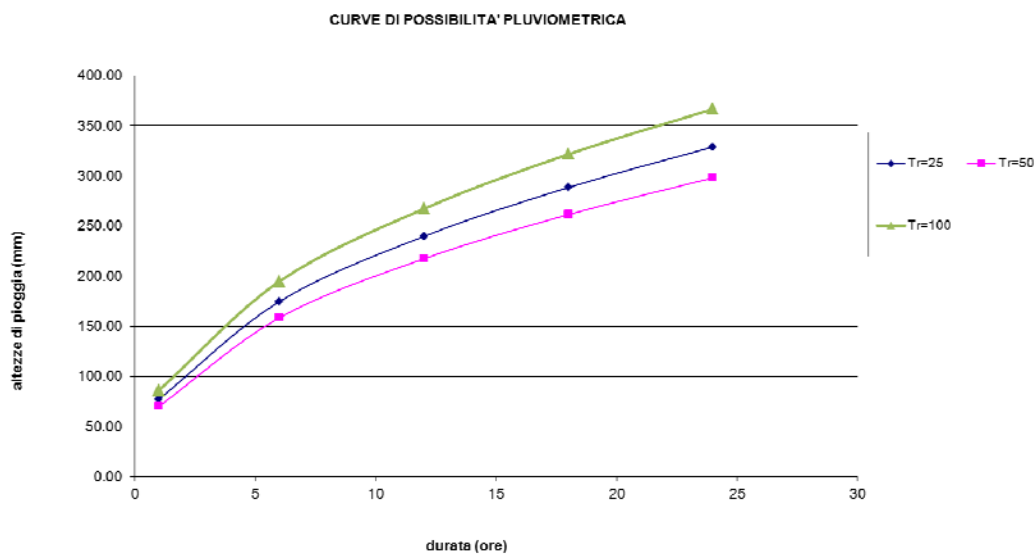
Palazzo Civico - P.zza Garibaldi, 15

Come si evince dal grafico sopra riportato i valori di altezza di pioggia oraria calcolati con i parametri del PAI si discostano lievemente da quelli calcolati in precedenza in questa sede.

In via del tutto cautelativa si è ritenuto opportuno utilizzare i dati provenienti dallo studio del PAI dell'AdB del fiume Po che risultano leggermente maggiori.

Le curve in definitiva utilizzate nelle successive elaborazioni sono le seguenti.

	t(min)	1	6	12	18	24
Tr=25 ammi	h(mm)	69.99	158.44	217.34	261.48	298.13
Tr=50 ammi	h(mm)	76.99	174.60	239.67	288.47	329.00
Tr=100 ammi	h(mm)	85.84	194.67	267.22	321.62	366.81





5 PRECIPITAZIONI DI DURATA INFERIORE AD 1 ORA.

Visto che i tempi di corrivazione caratterizzanti i bacini analizzati risultano estremamente contenuti (nettamente inferiori all'ora), e che le curve di possibilità pluviometrica sono state ottenute mediante l'elaborazione delle piogge intense aventi durate superiore o uguale all'ora, nei successivi calcoli sono stati utilizzati i seguenti rapporti tra la massima altezza di precipitazione di durata δ e la massima altezza oraria.

δ (minuti)	1	2	3	4	5	10	15	30	45
$r\delta = h_{\delta m}/h_{1m}$	0.155	0.178	0.215	0.241	0.304	0.449	0.568	0.7	0.799

I valori sopra riportati sono stati elaborati sulla base di registrazioni effettuate al pluviografo di Milano Monvisio, su un campione di 17 anni e sono validi per tutta l'Italia settentrionale (Piga E. Salis M. Passoni G. 1990 – "Analisi statistica delle piogge intense di breve e brevissima durata nell'area metropolitana di Milano" – Città Studi, Milano). Effettuando una regressione di potenza, dei coefficienti precedentemente riportati, si sono ricavati i valori delle correzioni da introdurre nella valutazione delle piogge critiche di durata inferiore all'ora, e direttamente correlate ai tempi di corrivazione ricavati per ogni bacino componente l'area in esame.