



convegno tecnico

Acqua e cambiamenti climatici rischi, sfide ed opportunità

Monitoraggio idrometeorologico per la gestione del rischio nel clima che cambia



Prof. Roberto RANZI

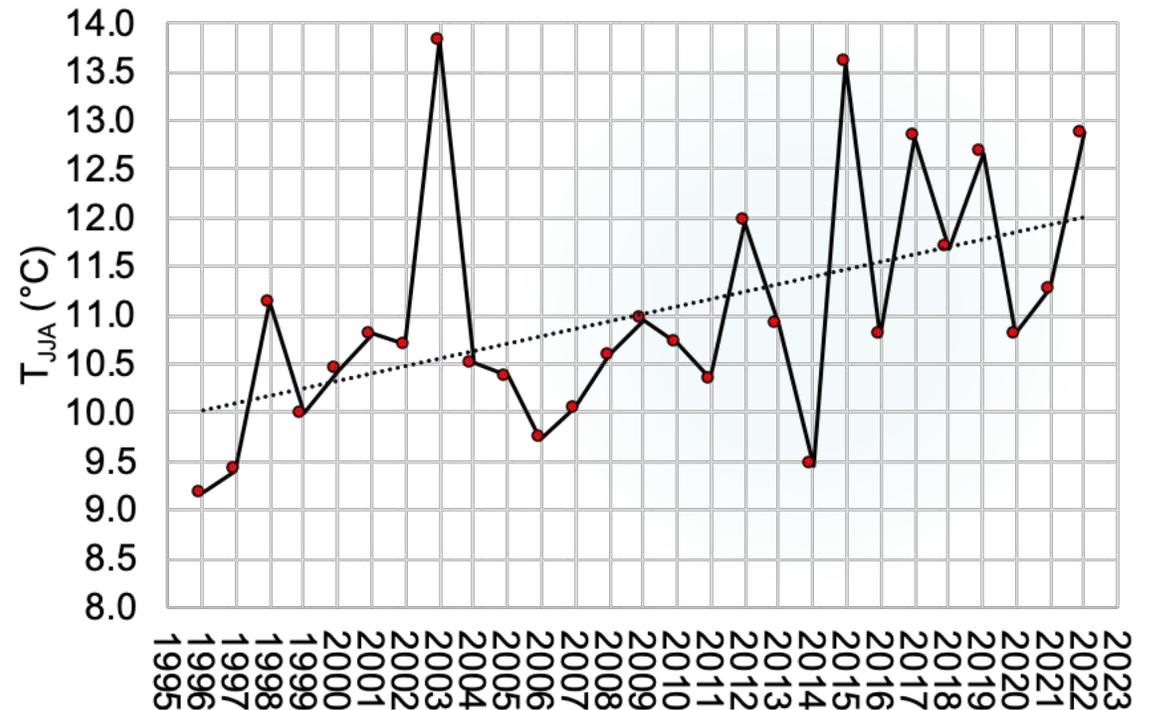
Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica

Sommario

- ✓ Alcune evidenze di variazioni climatiche
- ✓ Aggiornamento delle curve di possibilità climatica (linee segnalatrici di probabilità pluviometrica) della Valle Camonica e della Lombardia Orientale
- Monitoraggio radar e satellitare delle colate del 2012-2023 in valle Camonica e Val di Sole

Alcune evidenze di variazioni climatiche (1): aumento delle temperature

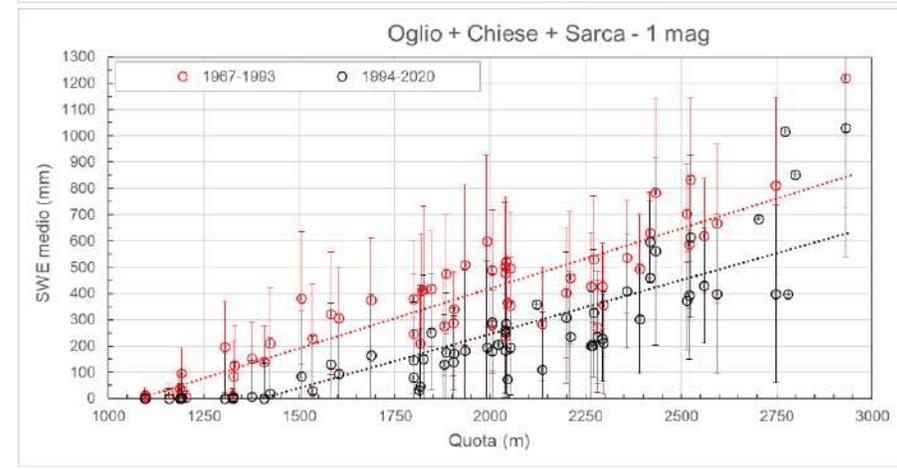
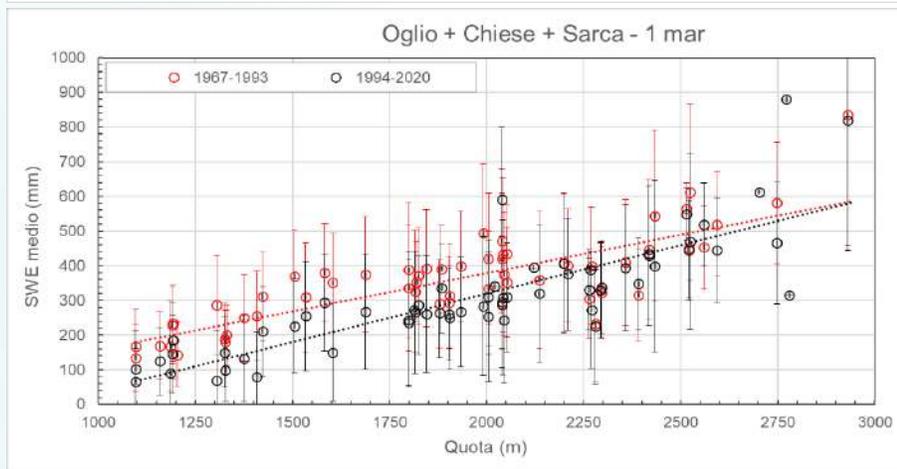
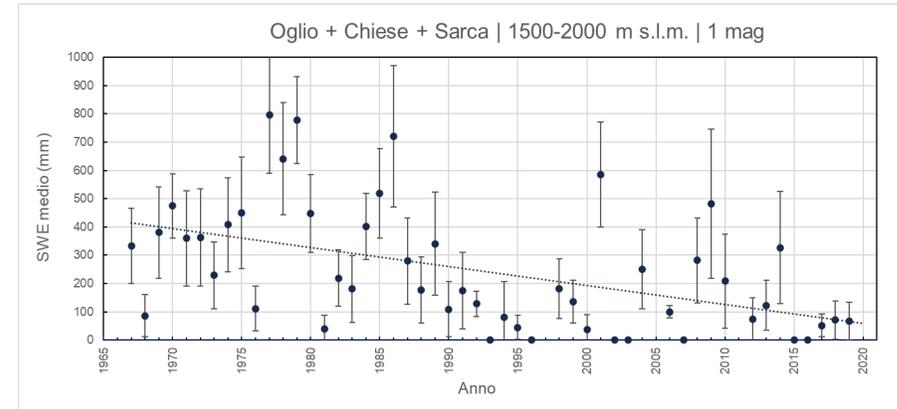
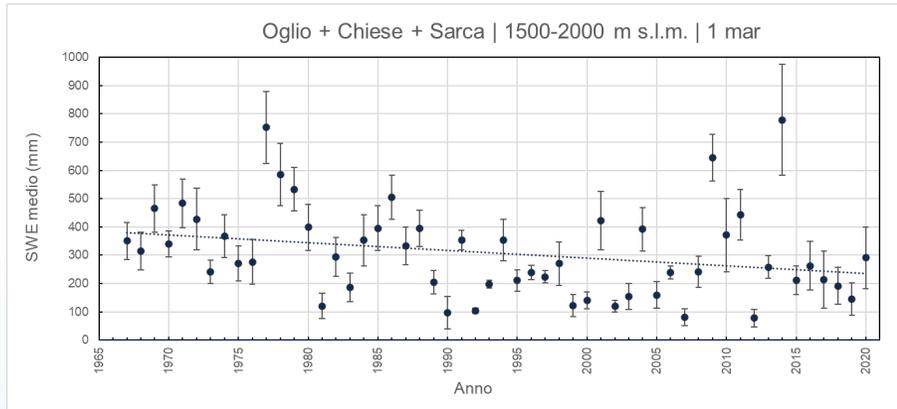
- La temperatura dell'aria alla stazione di Pantano d'Avio media annua è aumentata di $0,4^{\circ}\text{C}$ ogni decennio dal 1996 e in estate (T_{JJA}) è aumentata di $0,8^{\circ}\text{C}$ favorendo la fusione di ghiaccio e neve
- Ritiro del ghiacciaio dell'Adamello



Alcune evidenze di variazioni climatiche (2):

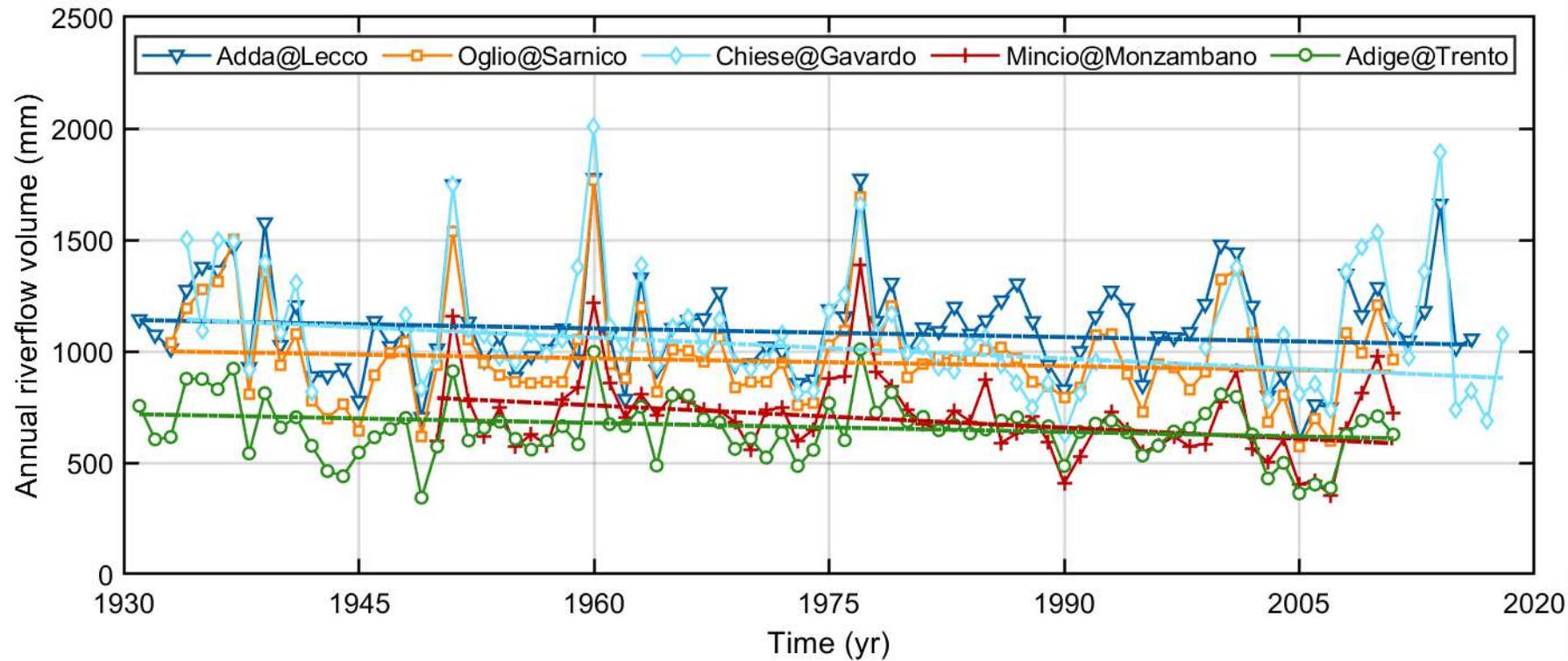
diminuzione dell'accumulo nivale

L'equivalente in acqua del manto nevoso NEL BACINO DELL'OGLIO: (1967-2020)



Alcune evidenze di variazioni climatiche (3): diminuzione dei deflussi medi annuali

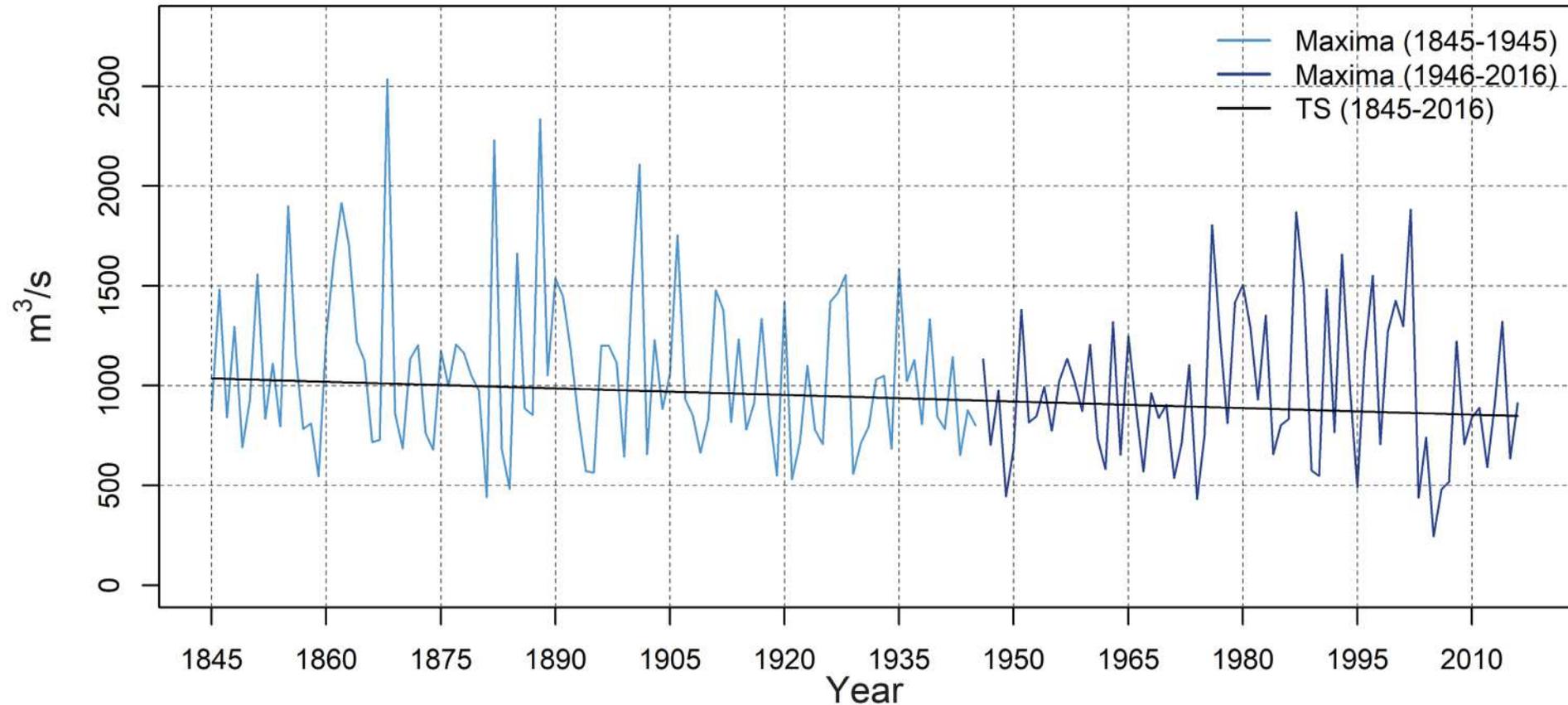
Watershed	m_k	m_{kl}	m_{ku}	α_{0k}	τ_k	α_{tk}	ρ_k	α_{rk}	m_p	α_p	α_{pk}
	(mm/yr)	(mm/yr)	(mm/yr)	(%)	-	(%)	-	(%)	(mm/yr)	(%)	(%)
Adige	-1.34	-1.75	-0.98	<0.1	-0.30	<0.1	-0.46	<0.1	-1.45	54.8	66.2
Mincio	-3.33	-5.00	-1.28	0.5	-0.24	0.6	-0.32	1.0			15.8
Chiese	-3.12	-5.02	-1.10	0.8	-0.21	0.8	-0.28	1.6			16.2
Oglio	-1.16	-2.91	0.56	32.2	-0.08	32.4	-0.11	32.8			71.3
Adda	-1.29	-1.85	-0.70	<0.1	-0.19	<0.1	-0.27	<0.1			62.2



α_{0k} Test for null slope
 α_{tk} Mann-Kendall test
 α_{pk} Spearman test
 α_p Sen-Adichie test
 α_p Theil test for m_p slope
 5%-95% percentiles

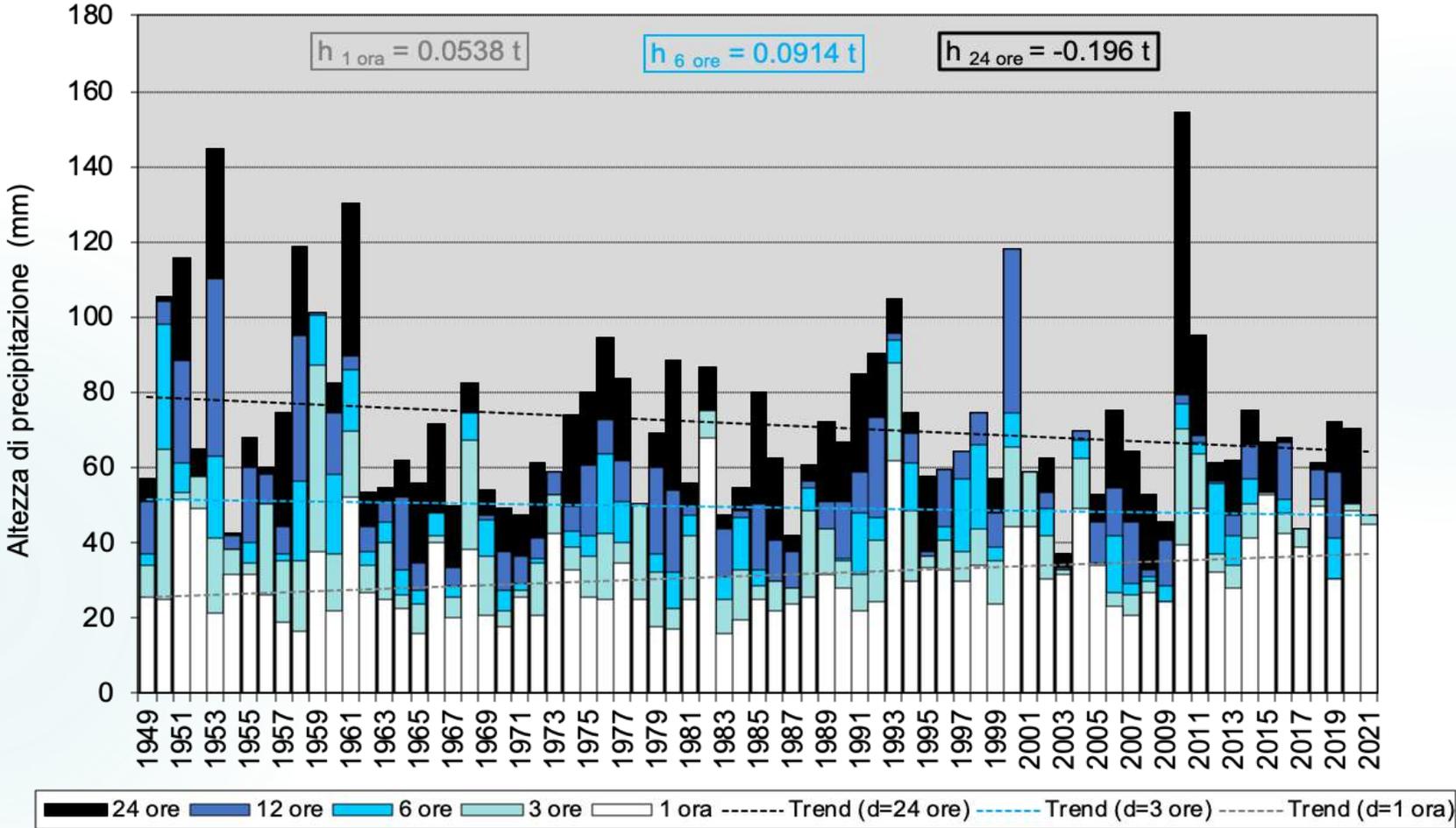


Alcune evidenze di variazioni climatiche (4): afflussi massimi giornalieri al Lago di Como (1845-2016). Diminuiscono?

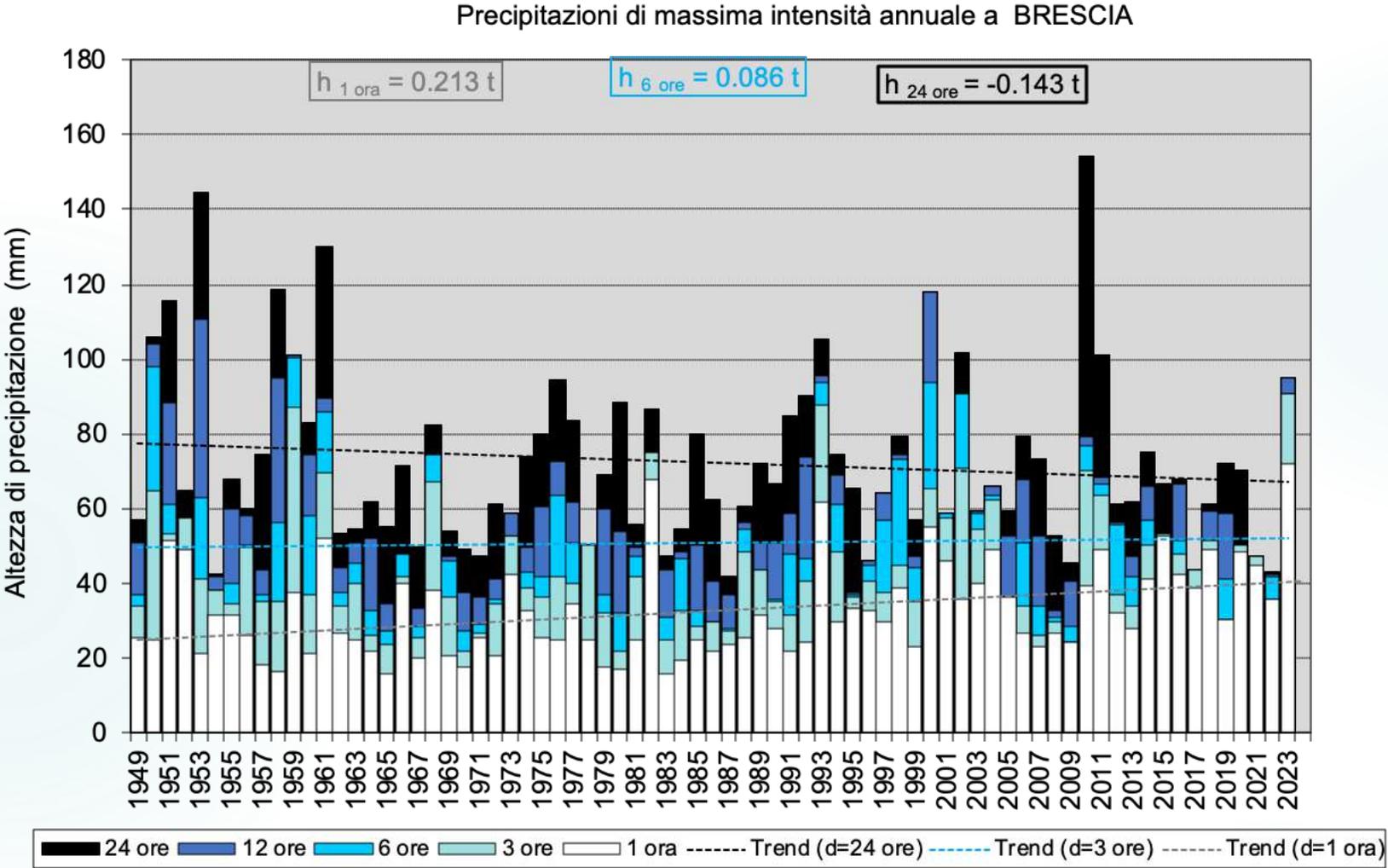


Alcune evidenze di variazioni climatiche (5): Precipitazioni massime annuali?

Precipitazioni di massima intensità annuale a BRESCIA



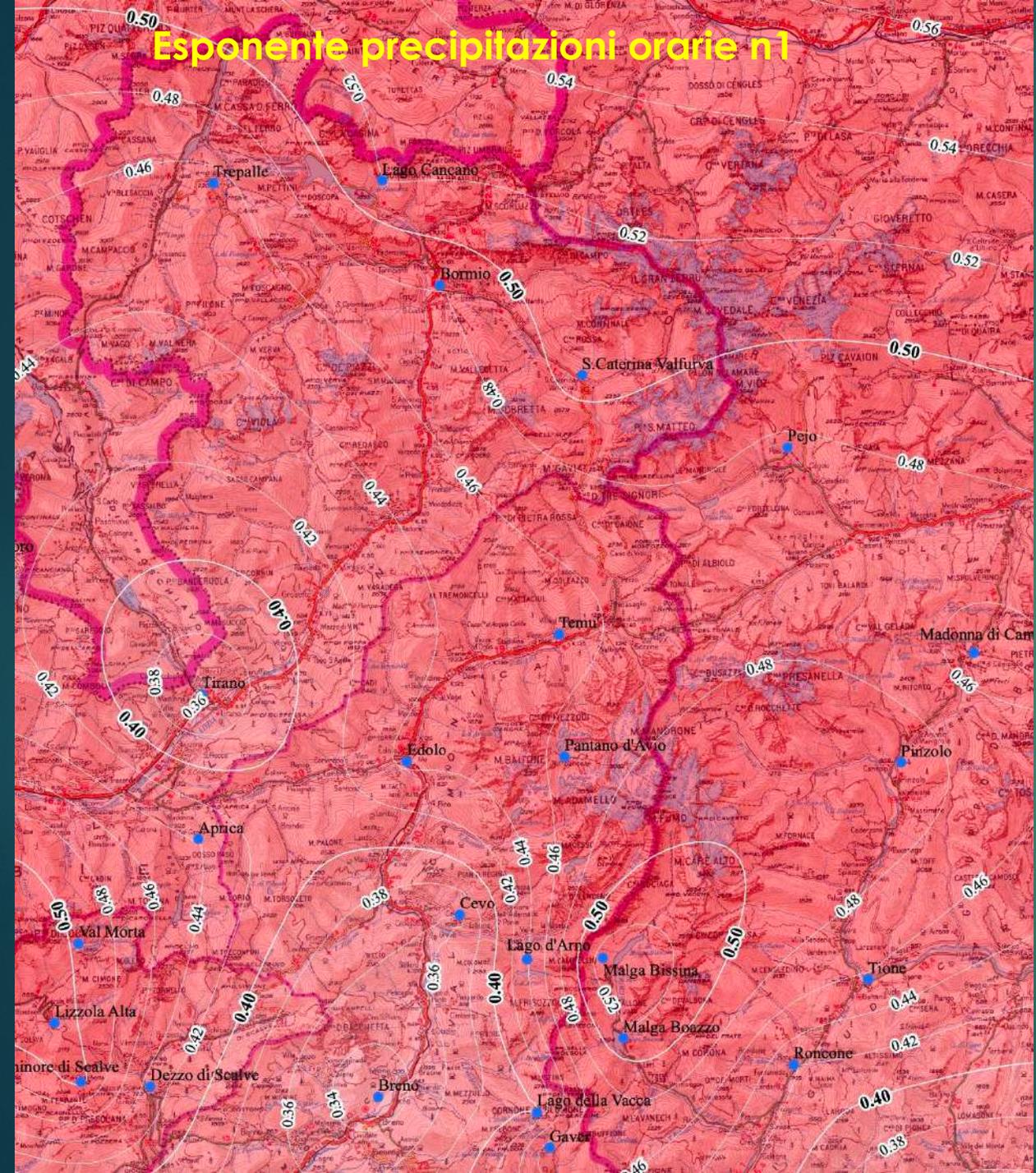
Alcune evidenze di variazioni climatiche (5): Precipitazioni massime annuali? Massimo a Brescia-Ingegneria nel 2023



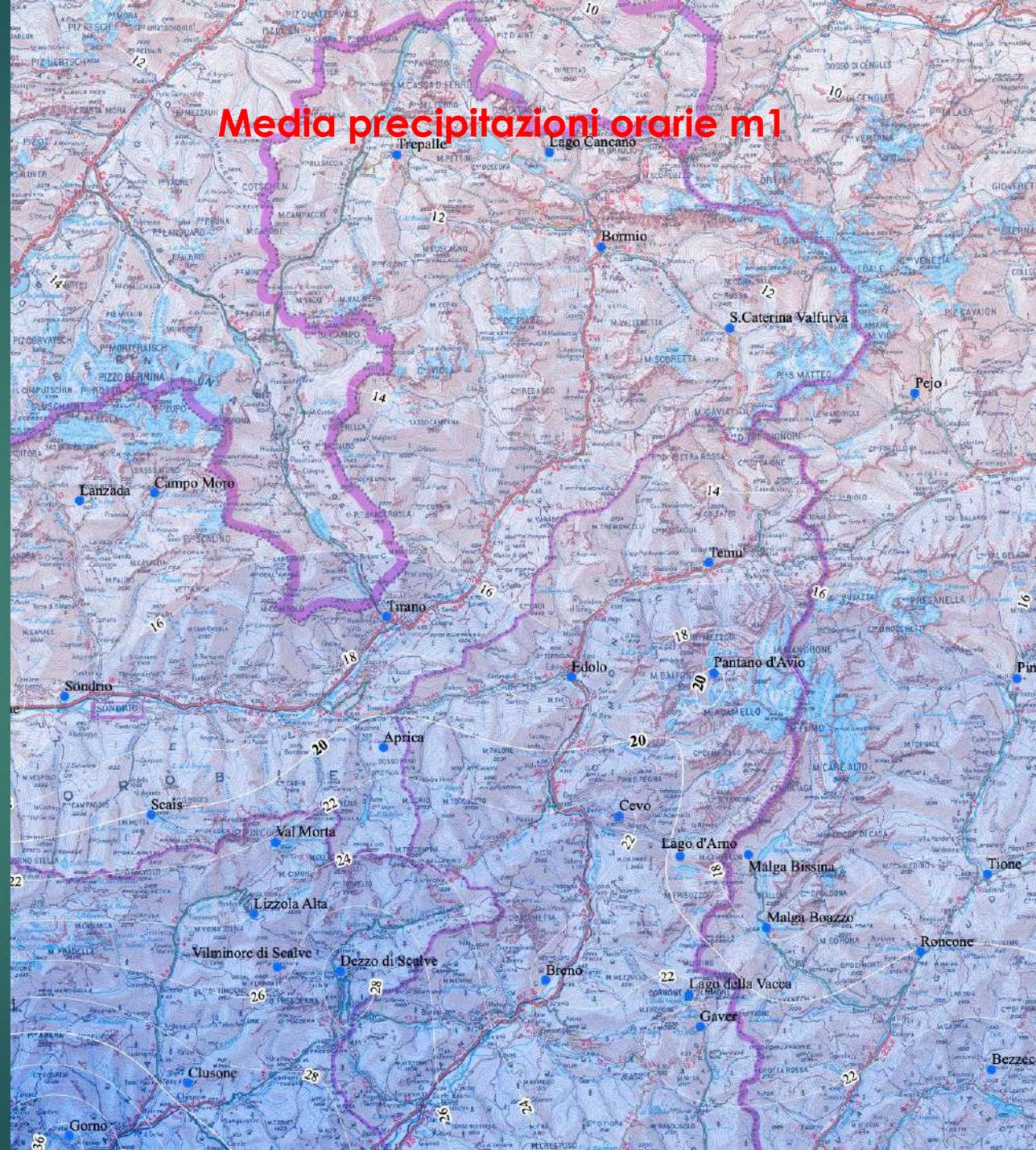
Variabilità climatica pre/post 1980

Nome Stazione	Dal	Al	Num dat	Test di Welch sulle medie dei due periodi					significatività alfa=	0.05					
Bergamo	1936	2021	34	-0.08	1.03	1.25	1.18	0.07	-1%	9%	10%	9%	0%		
Bezzecca	1931	2005	24	1.60	1.91	1.44	0.63	0.36	17%	16%	10%	4%	2%		
Bormio	1933	2021	40	2.80	3.44	3.31	3.65	3.43	25%	24%	21%	24%	22%		
Breno	1931	2021	28	0.06	1.34	2.01	1.28	1.37	0%	10%	15%	10%	10%		
Brescia	1949	2021	41	2.29	0.47	-0.20	-0.87	-1.21	21%	4%	-2%	-6%	-9%		
Chiari	1933	2022	39	-0.46	-0.57	-0.59	-1.25	-1.48	-4%	-4%	-5%	-10%	-11%		
Clusone	1931	2021	26	2.79	2.24	0.23	0.18	-0.11	25%	17%	2%	1%	-1%		
Cremona	1930	2021	33	1.56	1.96	1.59	0.92	0.51	16%	22%	20%	10%	5%		
Edolo	1934	2021	19	0.68	0.53	0.72	1.44	1.68	7%	5%	5%	11%	15%		
Gaver	1932	2005	22	3.48	3.80	3.72	2.15	1.56	27%	27%	27%	17%	14%		
Lago Cancano	1930	2011	28	-0.07	-1.02	-0.38	0.02	-0.05	-1%	-6%	-3%	0%	0%		
Lanzada	1930	2011	20	2.17	3.41	2.64	2.62	2.13	18%	20%	15%	17%	15%		
Mantova	1933	2021	27	1.68	1.57	1.59	2.47	2.05	17%	17%	16%	25%	19%		
Mozambano	1950	2021	32	1.71	2.49	2.38	2.62	2.84	15%	20%	19%	22%	22%		
Pejo	1932	2007	22	2.88	3.10	2.88	2.73	1.98	35%	23%	18%	24%	21%		
Riva del Garda	1930	2018	34	3.86	1.76	1.75	1.68	1.39	26%	11%	12%	10%	8%		
S. Caterina Valfurva	1952	2021	38	1.05	0.75	1.17	1.32	0.69	8%	6%	9%	11%	6%		
Tione	1930	1988	34	2.58	2.20	1.06	-0.16	0.91	20%	15%	6%	-1%	6%		
Tirano	1930	2021	27	-0.86	0.38	1.16	2.35	2.99	-11%	4%	9%	17%	26%		
	Medla		30	1.56	1.62	1.46	1.31	1.11	13.8%	12.5%	10.8%	10.2%	9.0%		
	Min		19	33	34.7%		In aumento		79	83%					
	Max		41	0	0.0%		In diminuzione		16	17%					

Esponente precipitazioni orarie n1



Media precipitazioni orarie m1



Variabilità climatica pre/post 1980 - MK

Z di Mann-Kendall	STAZIONE	H0	p-val	z 1 hr	H0	p-val	z 24 h
	Bezzeca	accept H0	0.4262	0.796	accept H0	0.7357	0.338
	Bergamo	accept H0	0.7183	0.361	accept H0	0.9857	0.018
	Bormio	reject H0	0.0180	2.366	reject H0	0.0056	2.768
	Breno	accept H0	0.6240	0.490	reject H0	0.0108	2.548
	Brescia	reject H0	0.0027	2.996	accept H0	0.3531	-0.929
	Chiari	accept H0	0.5928	0.535	accept H0	0.8158	-0.233
	Clusone	reject H0	0.0489	1.970	accept H0	0.5218	0.641
	Cremona	reject H0	0.0093	2.602	accept H0	0.1008	1.641
	Edolo	accept H0	0.1446	1.459	reject H0	0.0136	2.467
	Gaver	reject H0	0.0004	3.522	reject H0	0.0122	2.507
	Lago Cancano	accept H0	0.9491	-0.064	accept H0	0.8257	0.220
	Lanzada	accept H0	0.0555	1.915	reject H0	0.0235	2.265
	Mantova	accept H0	0.1918	1.305	reject H0	0.0093	2.600
	Monzambano	accept H0	0.1448	1.458	accept H0	0.1199	1.555
	Peio	reject H0	0.0119	2.514	reject H0	0.0190	2.345
	Riva del Garda	reject H0	0.0001	3.894	accept H0	0.1920	1.305
	S.Caterina	accept H0	0.4205	0.806	accept H0	0.0734	1.790
	Tione	reject H0	0.0029	2.975	accept H0	0.2125	1.247
	Tirano	accept H0	0.7698	0.293	reject H0	0.0400	2.054
				In aumento significativo	8		8
					42%		42%
				In aumento significativo per Welch e MK	7		5
					37%		26%
				In aumento significativo per Welch e MK 1h e 24 h	12		
					32%		
	montagna		in aumento	5			6
	n tot			11	45%		55%

Monitoraggio multisensore: pluviometrico radar e satellitare

Evento	Nickname	Data	Analisi meteo sinottica	Mappe fulminazione	Analisi Tr Piogge	Pluviografi	Idrometri	Radar Monter Macaion (TN)
Wavelength								
Sestri Ponente (GE)		2010/10/04 0.00	x		X	X	X vicini	X
Val Rabbia (Sonico-BS)		2012/07/27 17.00			x	X	NO	X
Monte Pinu (TPausania)	Cleopatra	2013/11/18 0.00	x	x	X	X		X
Rio Rotiano	Vaia	2018/10/29 19.00	x		X	X	X	X
Torrente Vallaro (BS)		2020/08/28 18.00			x	X		X
Torrente Blé (BS)		2021/08/16 23.00			x	X	x	X
Niardo		2022/07/27 23.00			x	X		no TN (ma Monte Lema Piloti)
Vallaro		2023/07/24			x	x		no TN in manutenzione
Val Rabbia		2023/08/27			X	x		no TN in manutenzione

Satellite, radar and raingauge investigation of severe flash flood events Mediterranean catchments



Sante Laviola¹, Paolo Colosio², Giulio Monte¹, Roberto Ranzi²

¹ CNR-Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), Bologna, Italy

² Università degli Studi di Brescia, Brescia, Italy

Compleanno Aurora
tra 4 minuti

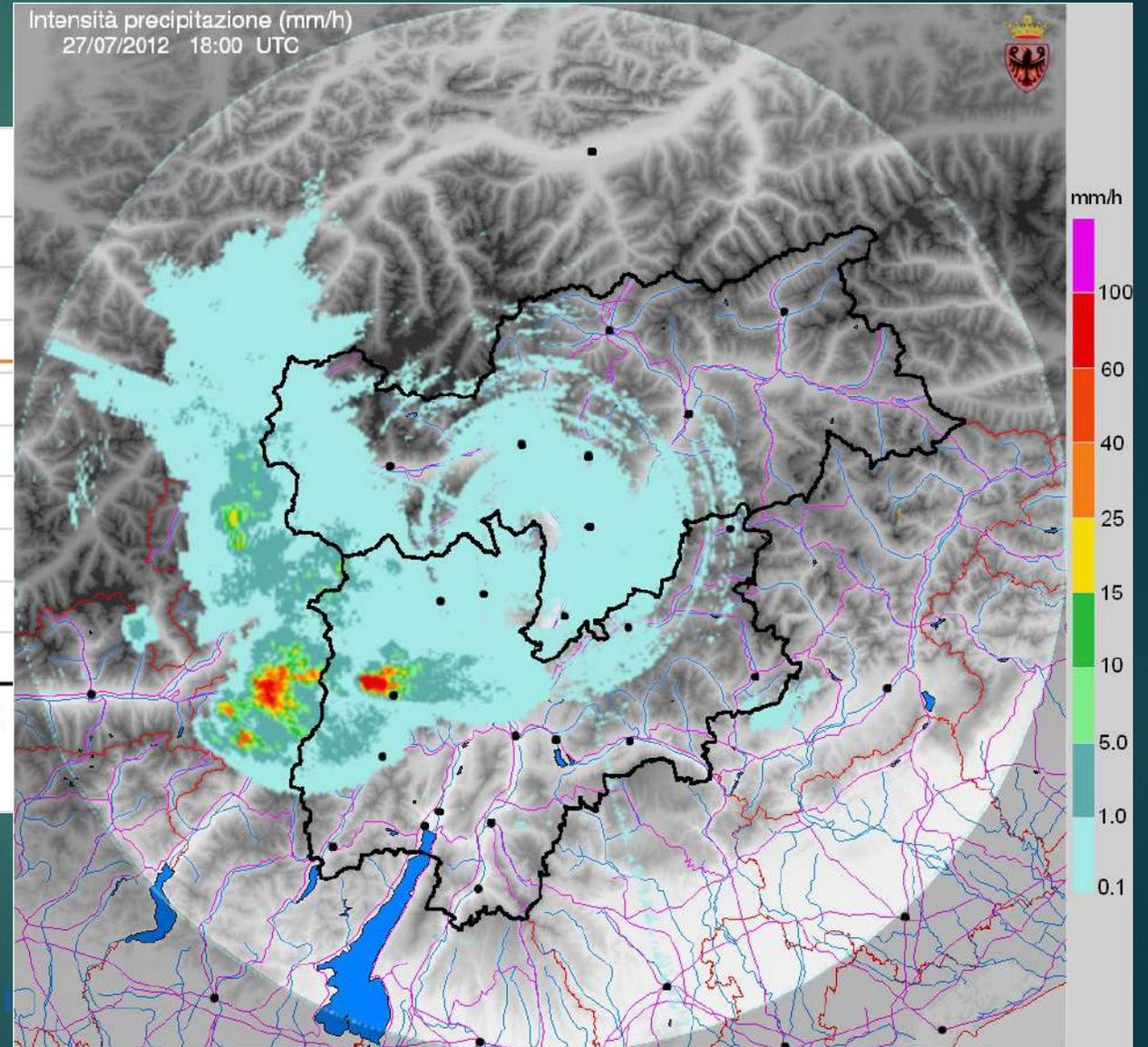
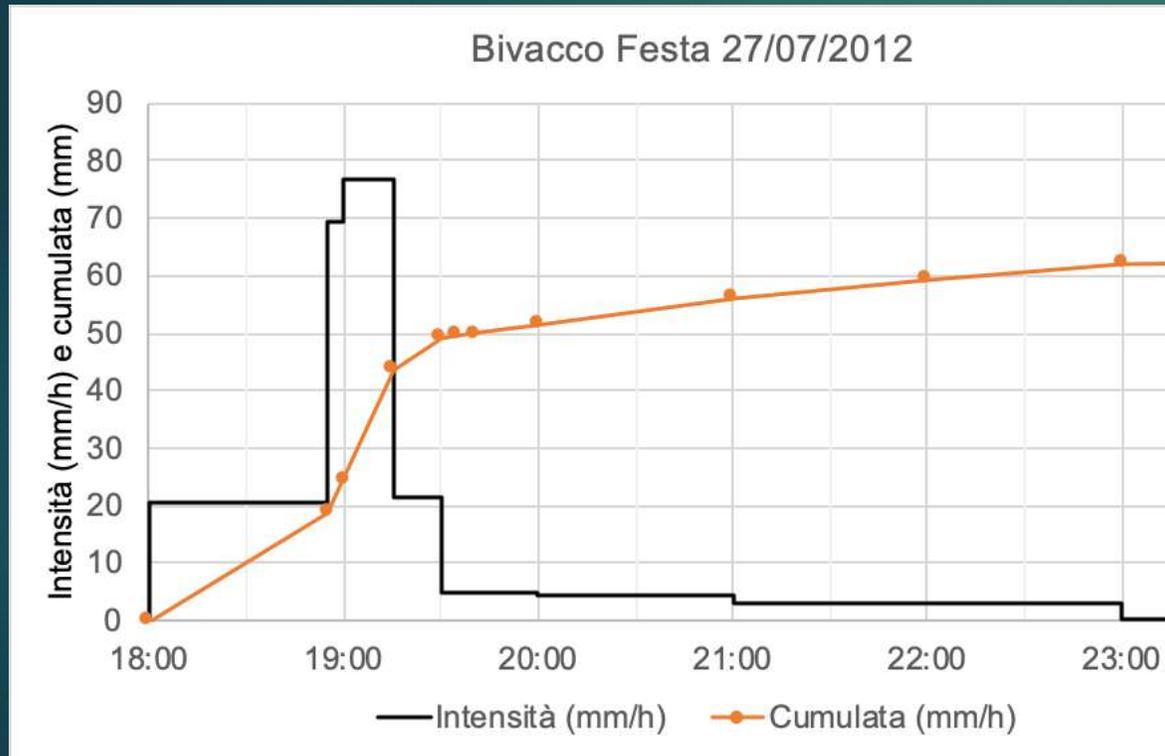
Chiuso

Ritardato

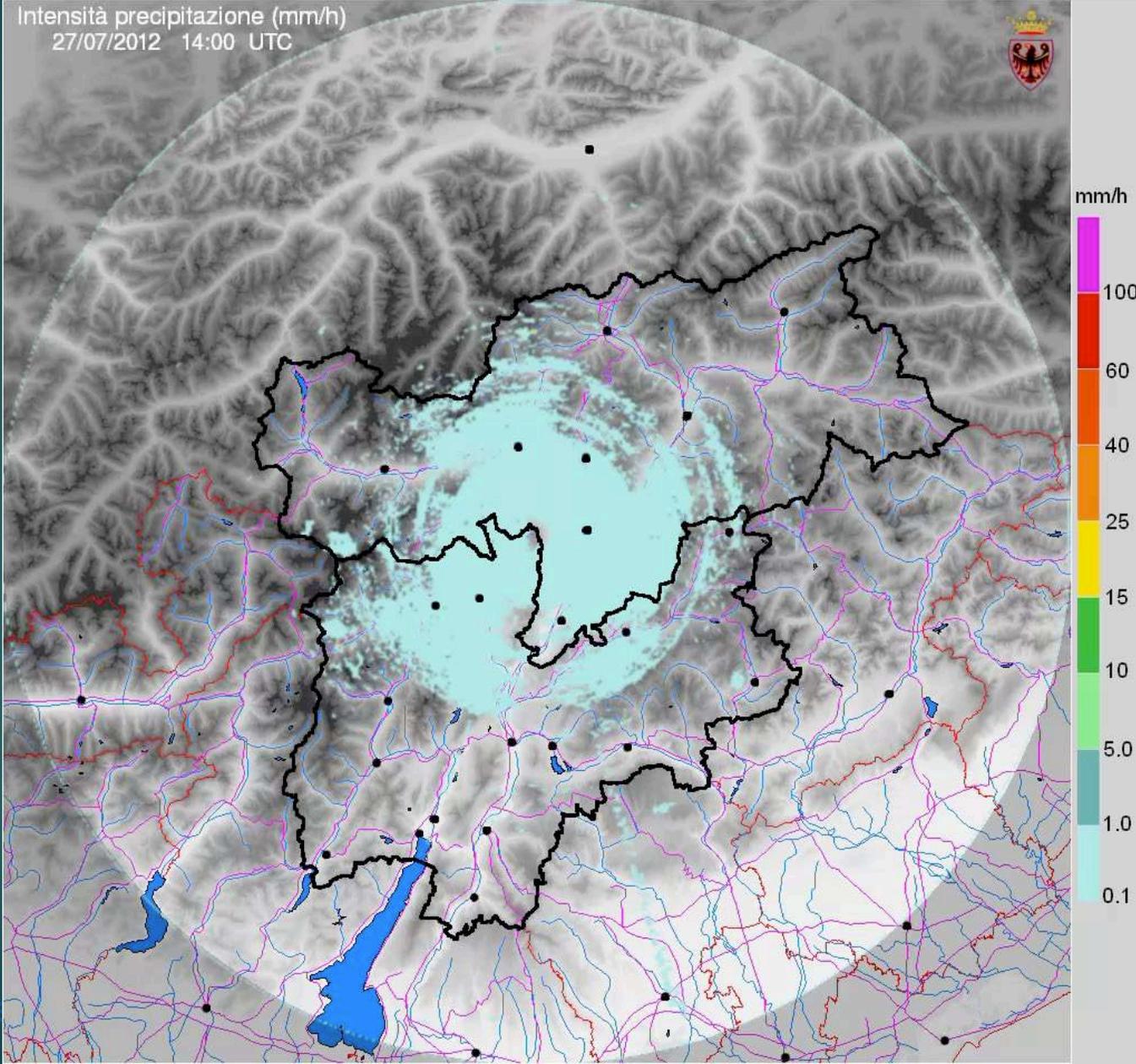


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Colata T. Rabbia 2012.07.27 pluvio, radar,



Colata T. Rabbia 2012.07.27 pluvio, radar,



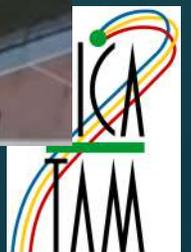
Colata Dimaro-Rio Rotiano 2018.10.29 pluvio, radar, satellite, idrometria Tr 3gg=80-100 anni

Dimaro - Il Giorno dopo (30.10.2018)

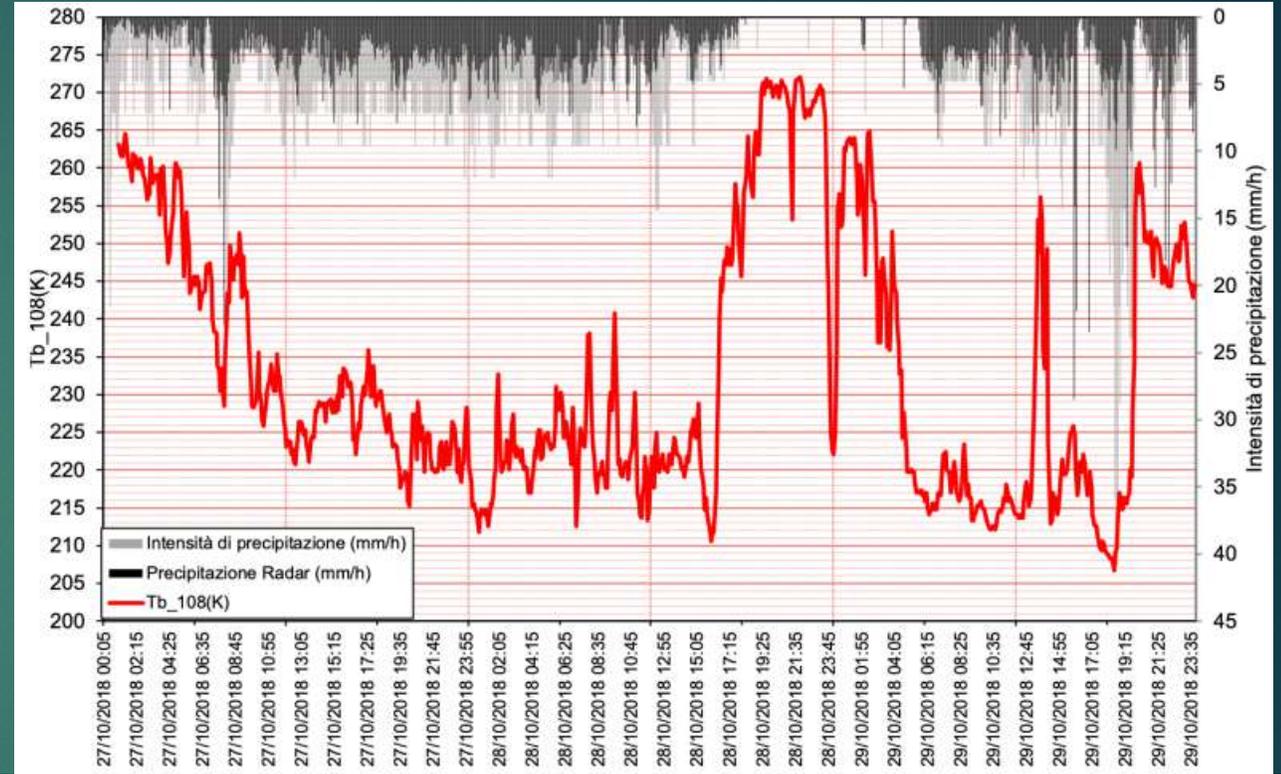
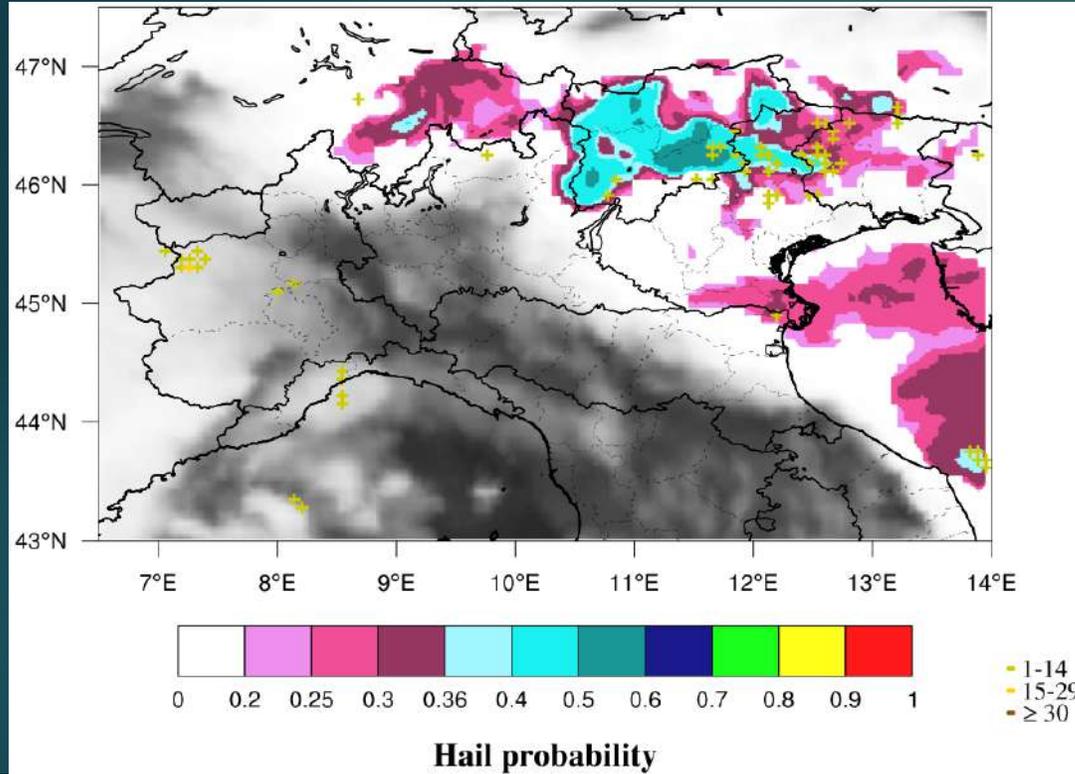


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Dipartimento di Ingegneria Civile, Architettura, Territorio, Ambiente e di Matematica



Colata Dimaro-Rio Rotiano 2018.10.29 pluvio, satellite con Sante Laviola CNR-ISAC



Satellite, radar and raingauge investigation of severe flash flood events Mediterranean catchments



Sante Laviola¹, Paolo Colosio², Giulio Monte¹, Roberto Ranzi²
¹ CNR-Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima (ISAC), Bologna, Italy
² Università degli Studi di Brescia, Brescia, Italy

Compleanno Aurora
tra 4 minuti

Chiuso
Ritardato



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI BRESCIA

Colata detritica T. Vallaro 2020.08.28

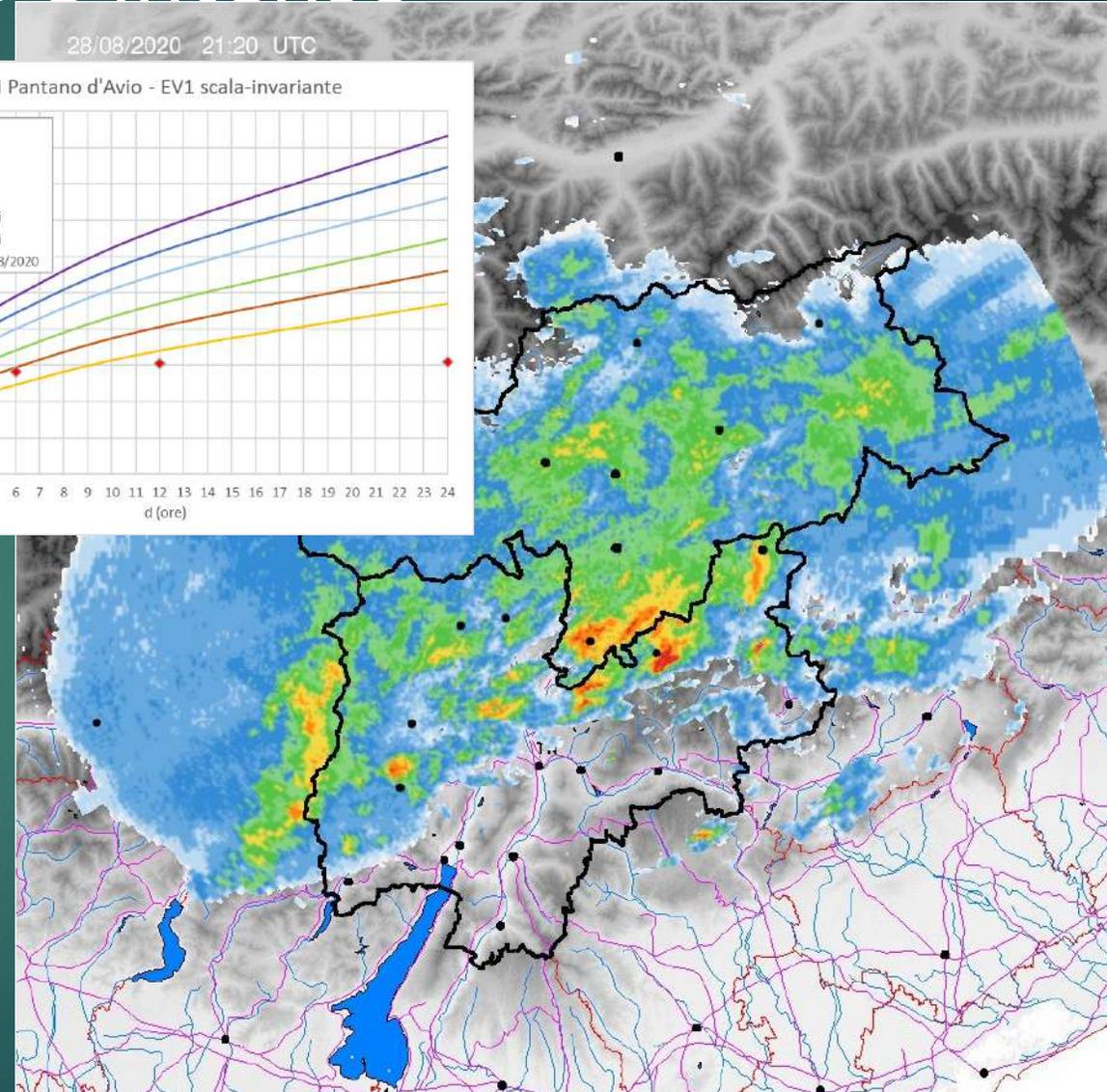
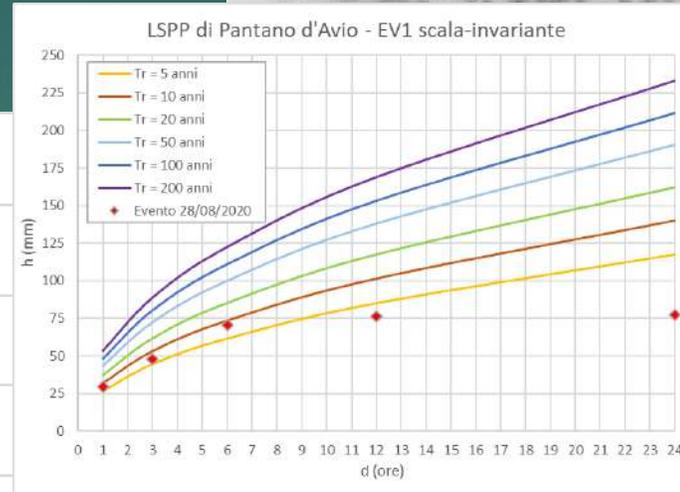
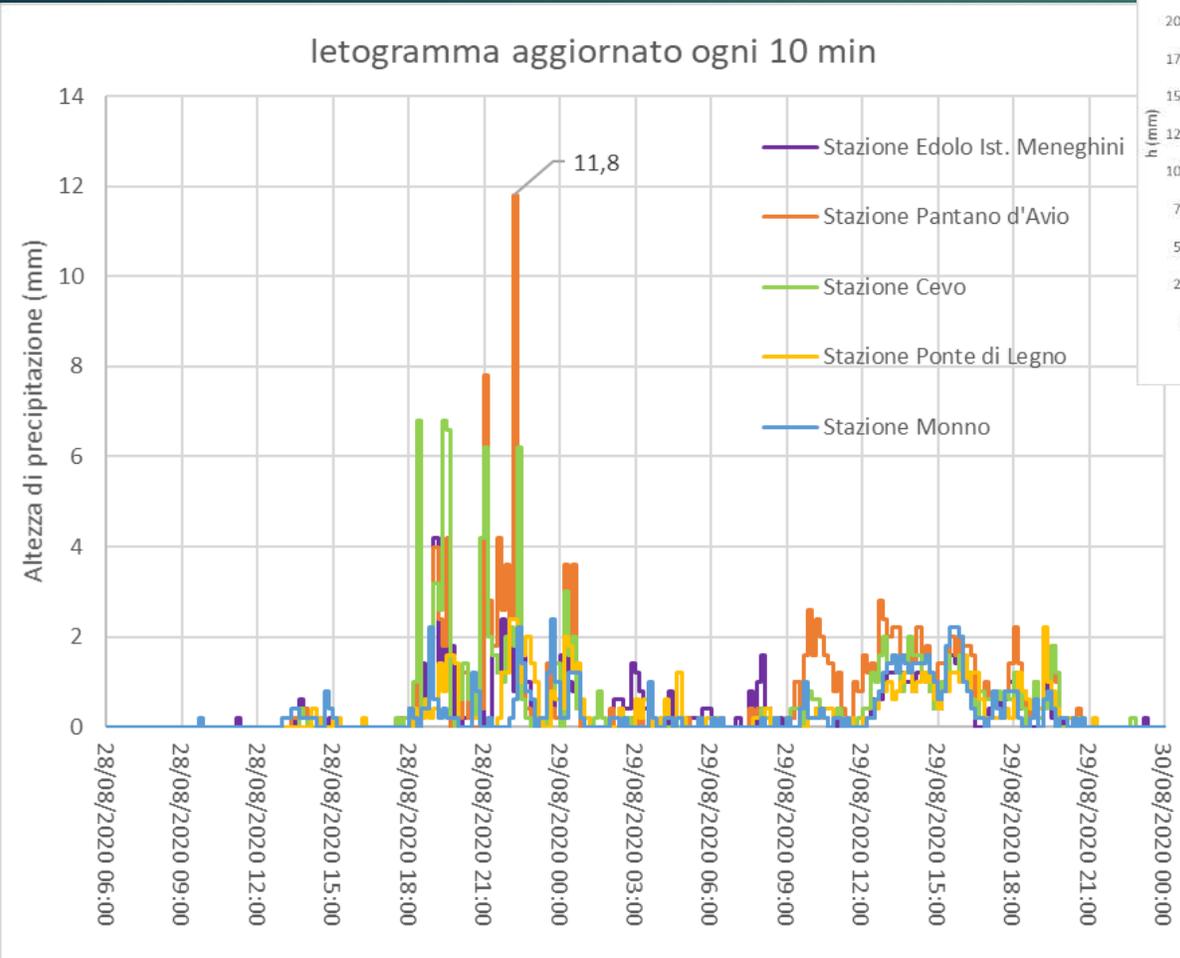
Evento pluviometrico breve e intenso $Tr=10-20$ anni



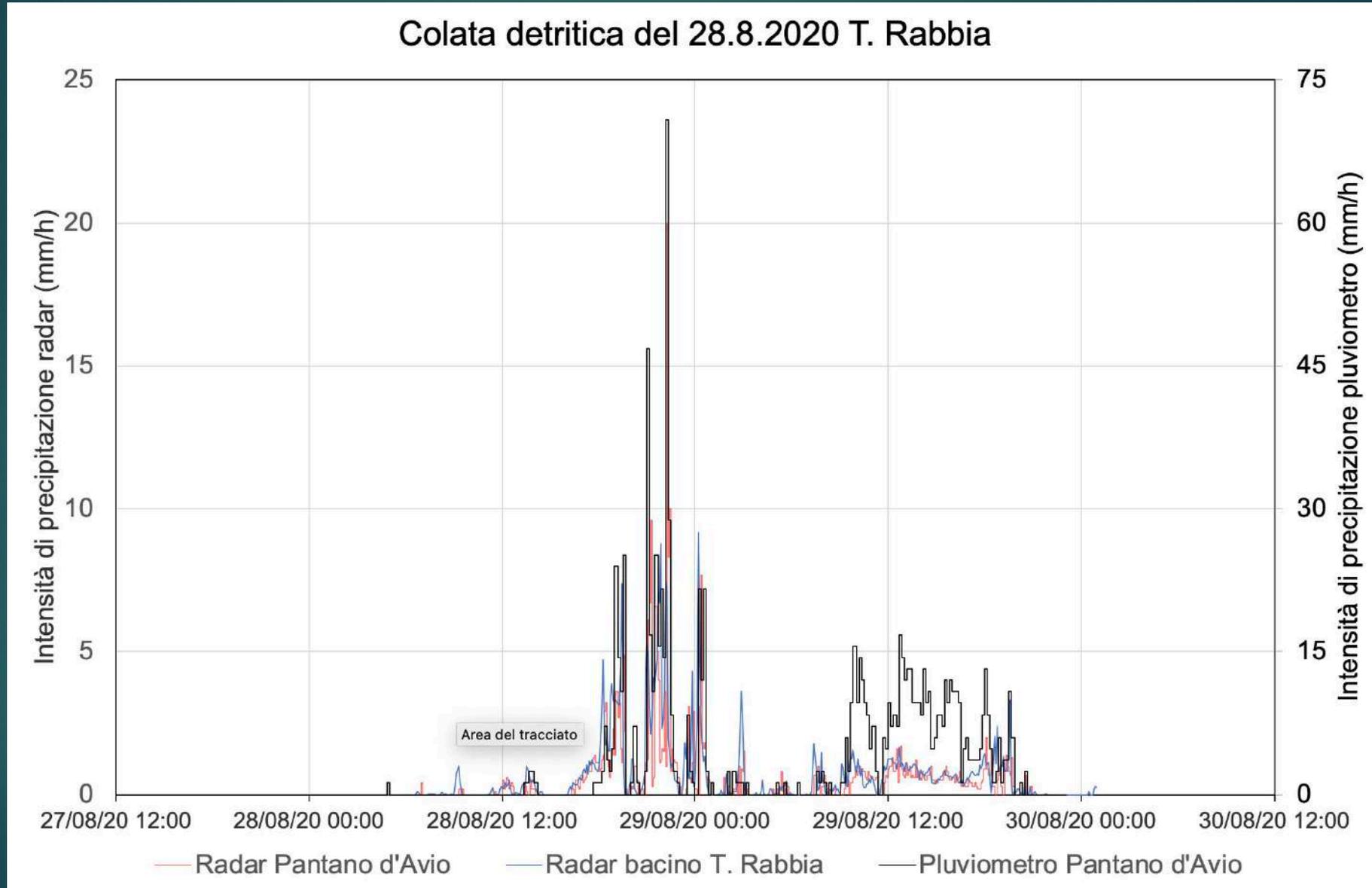
Colata T. Vallaro 2020.08.28

Evento pluviometrico breve e intenso

Tr=10-20 anni

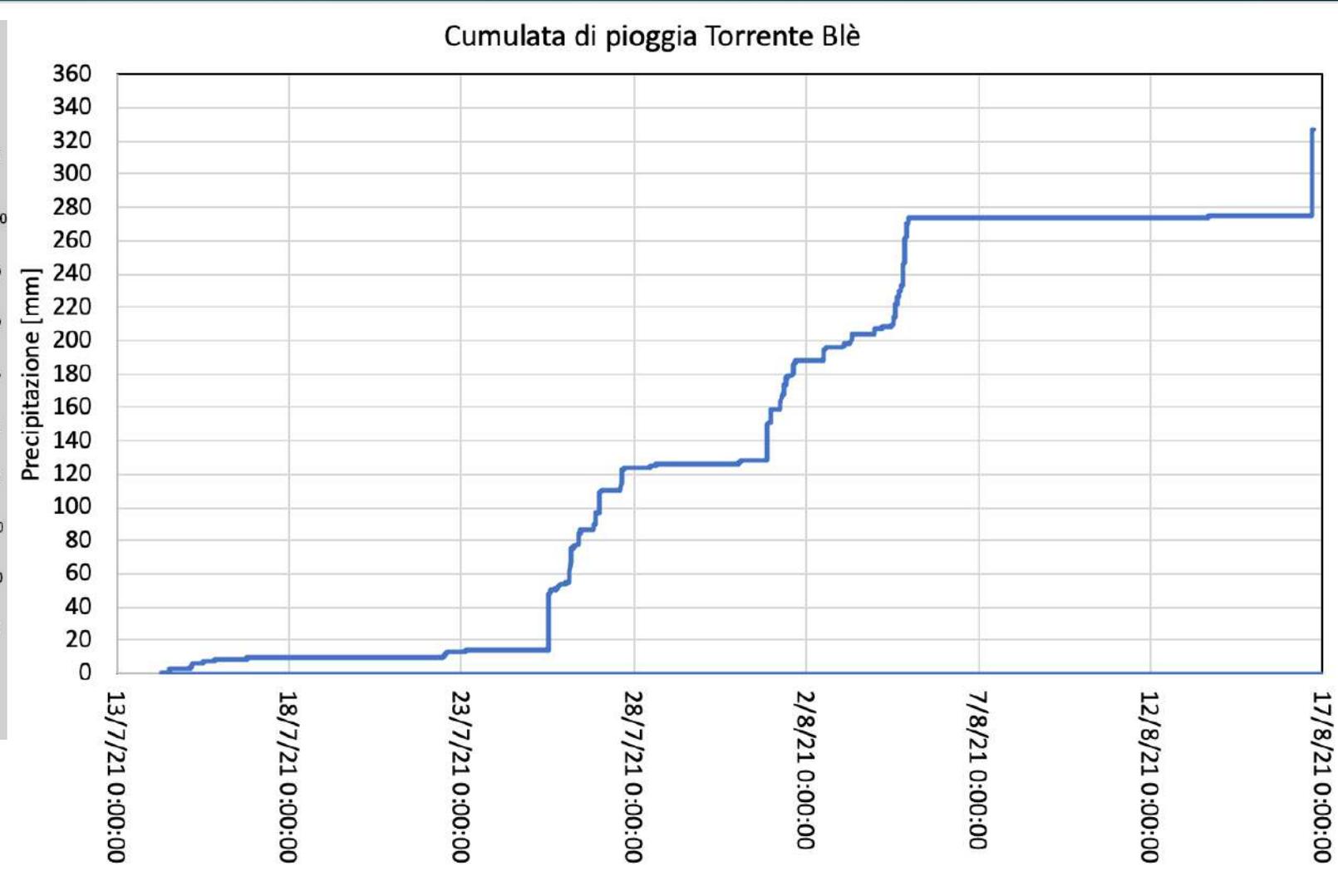
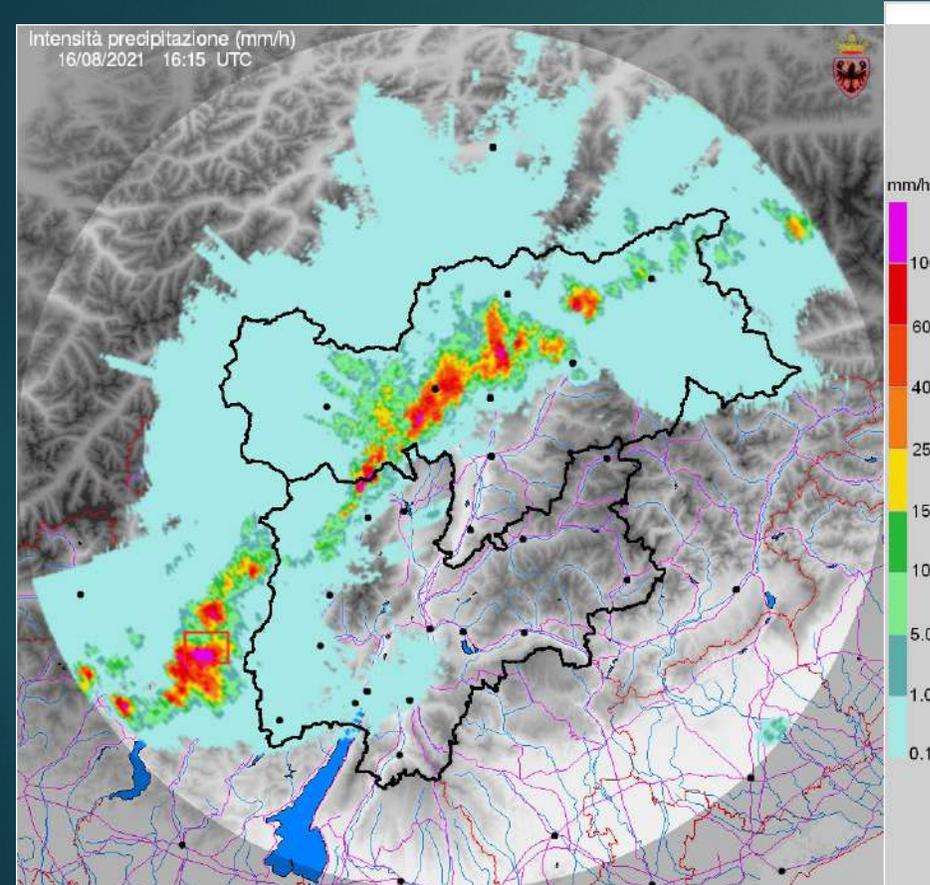


Evento T. Rabbia 2020.08.28



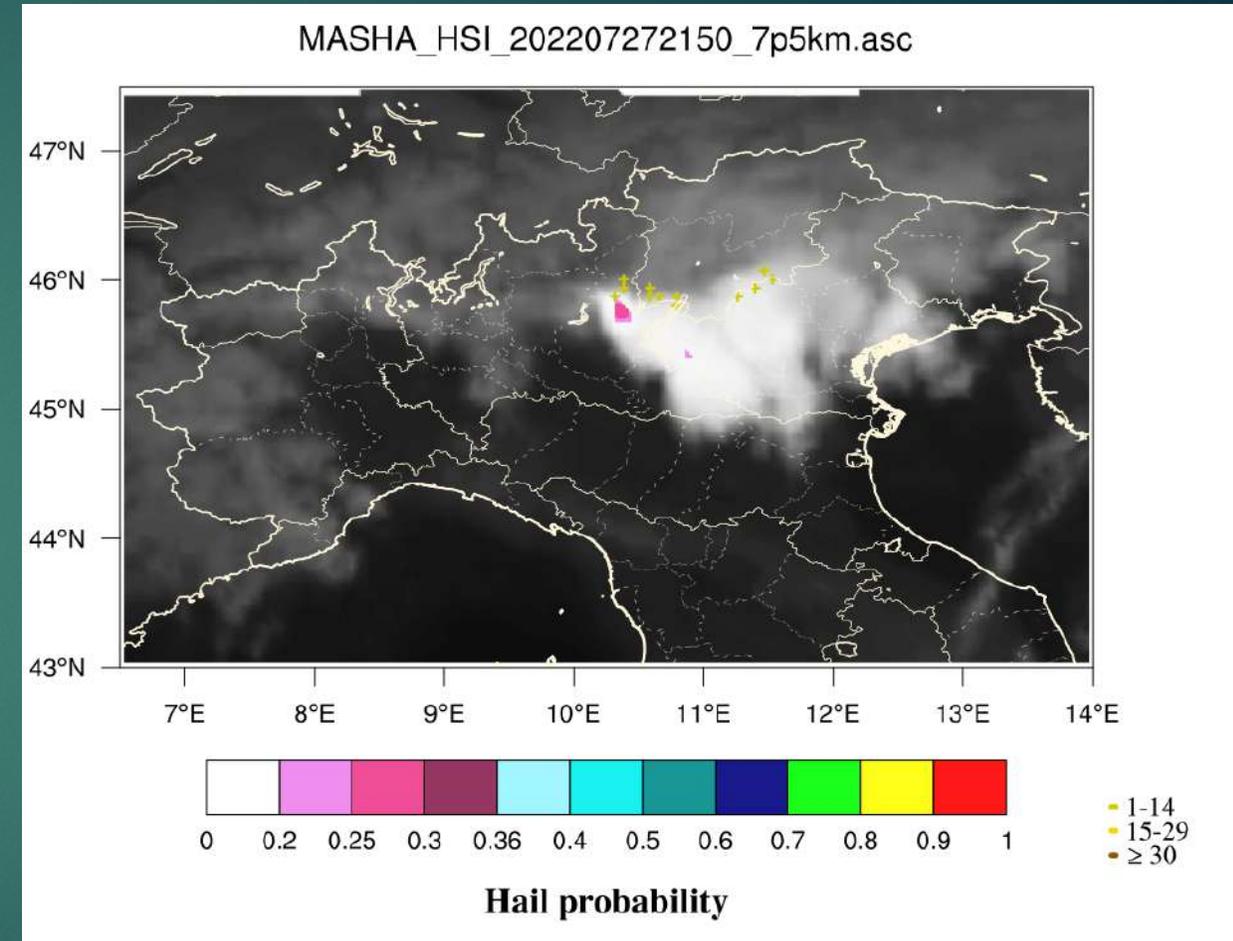
Colata T. Blé 2021.08.16

Monitoraggio colata Berti (mm/5')



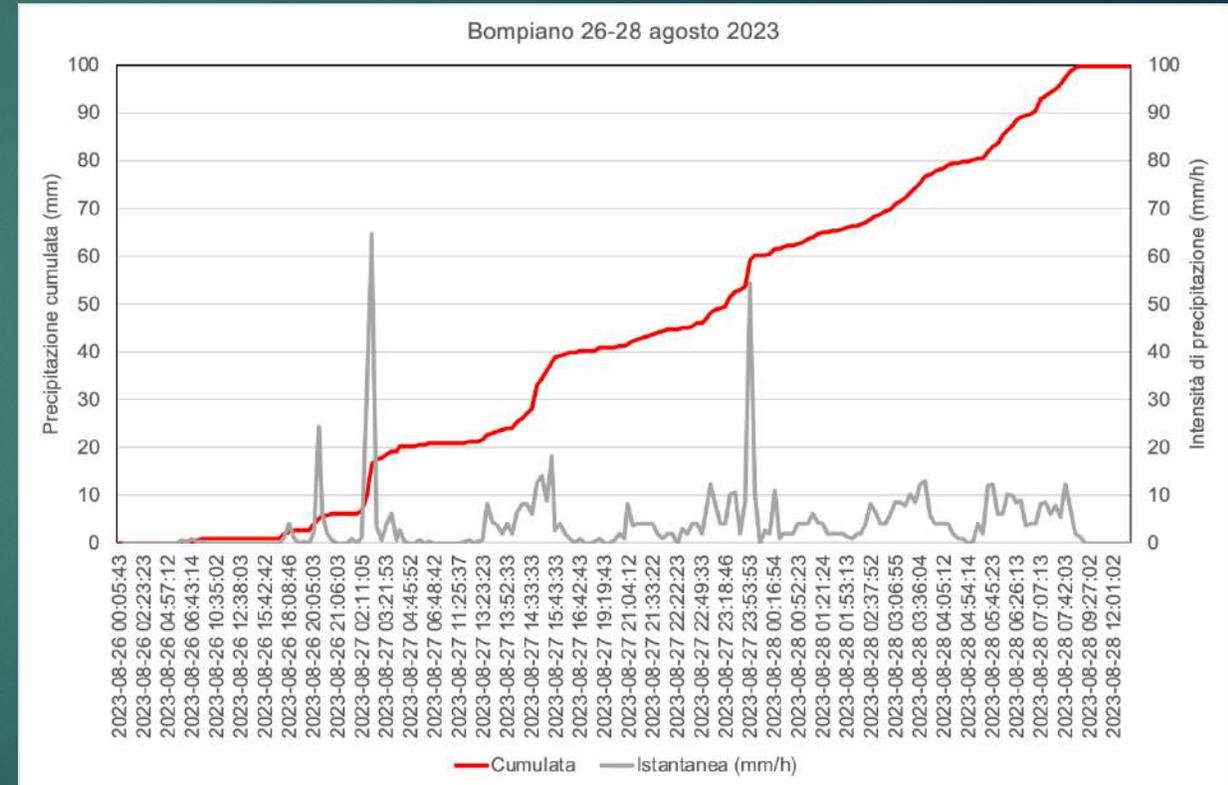
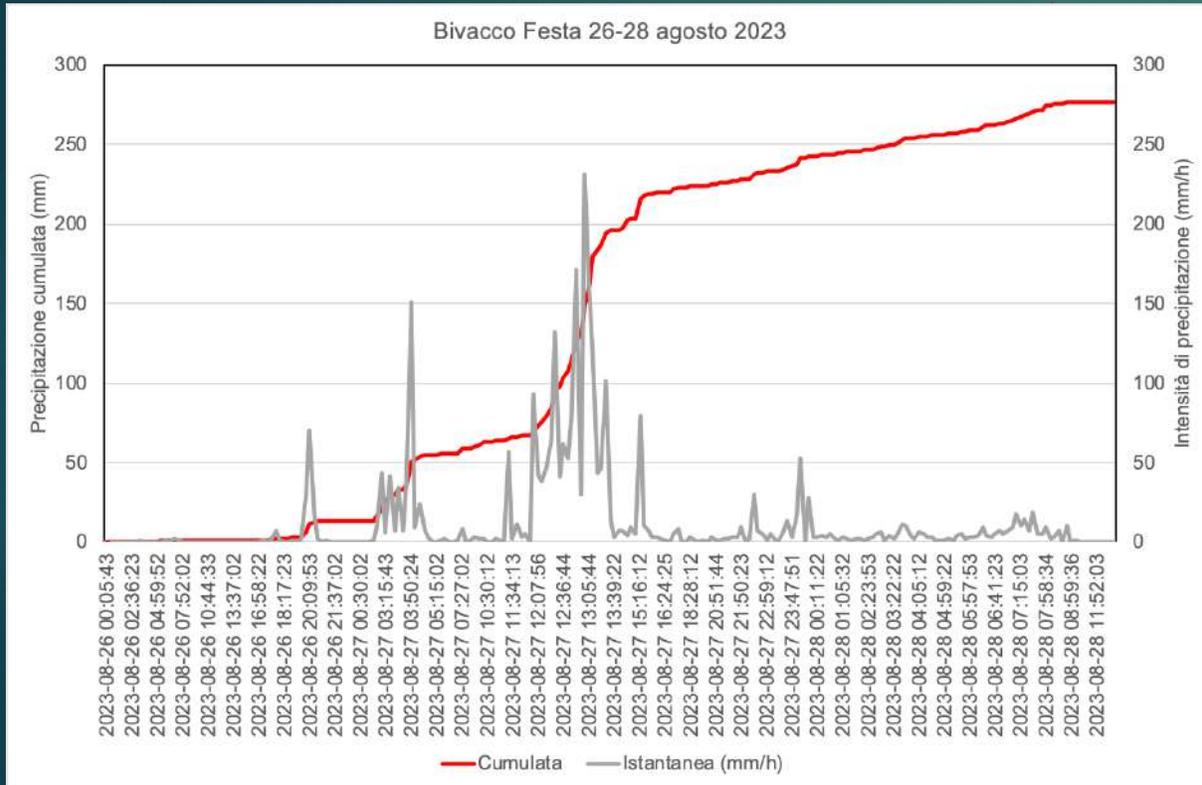
Monitoraggio pluviometrico e satellitare Niardo

2022.07.27



Sante Laviola, Paolo Colosio, Giulio Monte, Roberto Ranzi, Satellite, radar and raingauge investigation of severe flash flood events in mountain Mediterranean catchments, 9th International Conference on Meteorology and Climatology of the Mediterranean (MetMed) – Genoa (Italy), 22-24 May 2023

Monitoraggio pluviometrico Val Rabbia 2023.08.27 **STRANO?** 104 mm in 1 ora al Bivacco Festa? Sarebbe evento eccezionale ma diverso da dati ETG??



Monitoraggio pluviometrico Val Rabbia 2023.08.27 fonte: NESAs

Monitoraggio pluviometrico Vallaro 2023

	sum10'	sum20'	sum30'	sum40'	sum50'	sum60'	sum120'	sum180'	sum6h	sum12h	sum24h
Max 23-24-25.7	8.00	12.40	16.40	18.20	18.80	19.00	30.20	34.40	38.80	55.40	69.60
Max 26-28.8	5.80	7.20	8.20	8.40	10.00	11.00	17.20	19.80	34.40	64.00	90.60

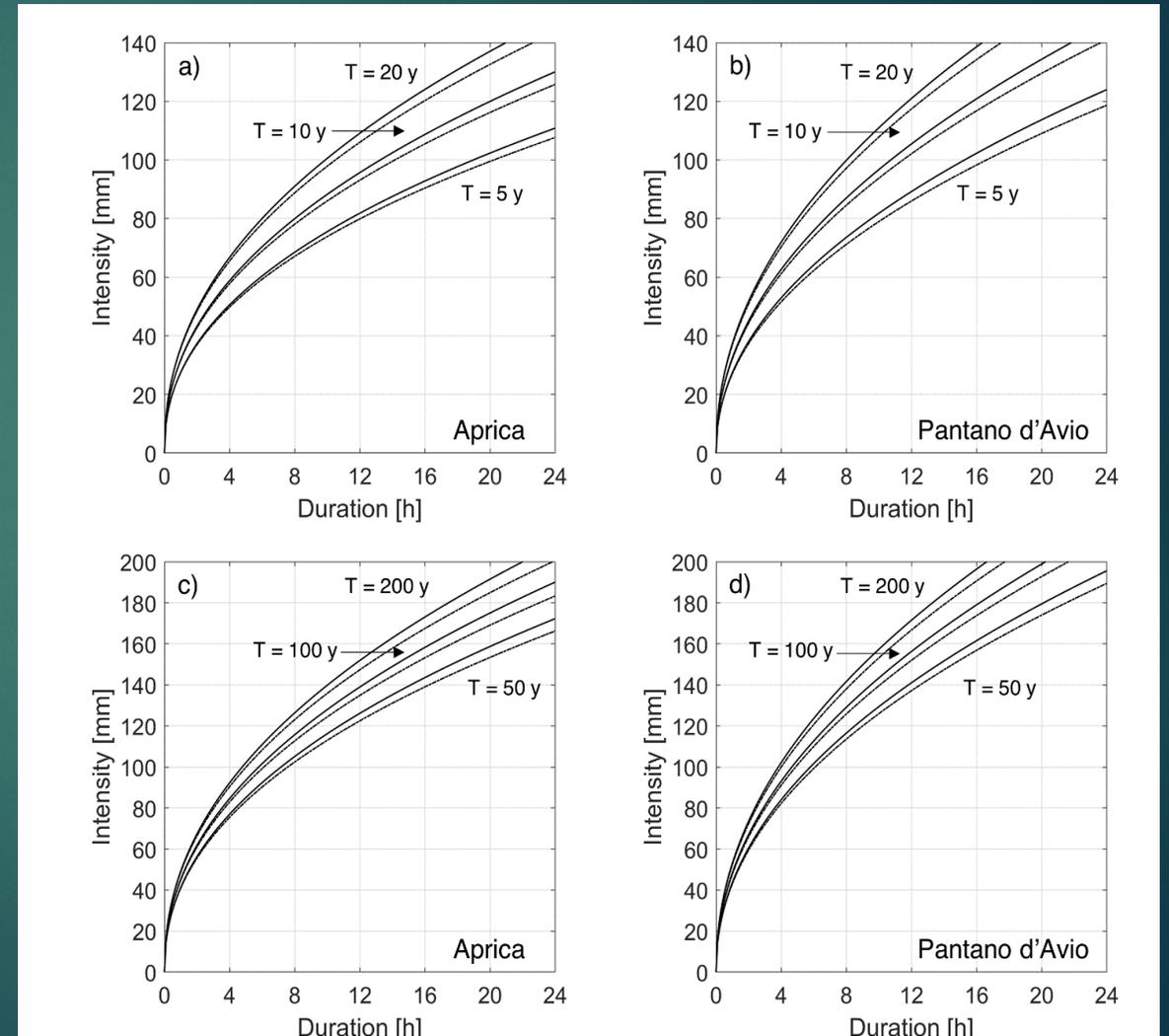
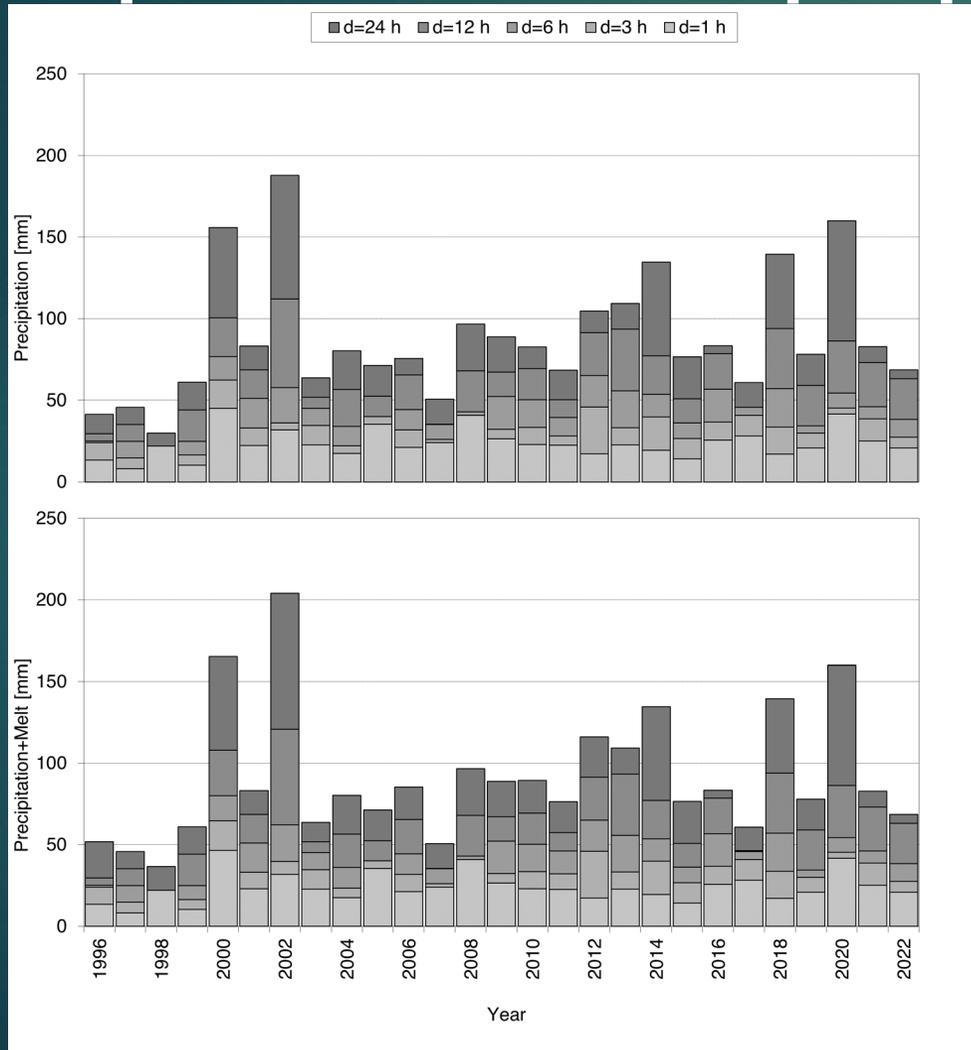


Linee segnalatrici EV1		Scala-invarianti a				Pantano	
		Durata in ore					
T [anni]	α_T [mm h ^{-0.1}]	1	3	6	12	24	
5	26.79	26.79	44.64	61.61	85.03	117.35	
10	32.01	32.01	53.33	73.60	101.58	140.19	
20	37.01	37.01	61.66	85.10	117.45	162.09	
50	43.48	43.48	72.45	99.99	137.99	190.45	
100	48.33	48.33	80.53	111.14	153.39	211.69	
200	53.16	53.16	88.59	122.26	168.73	232.86	

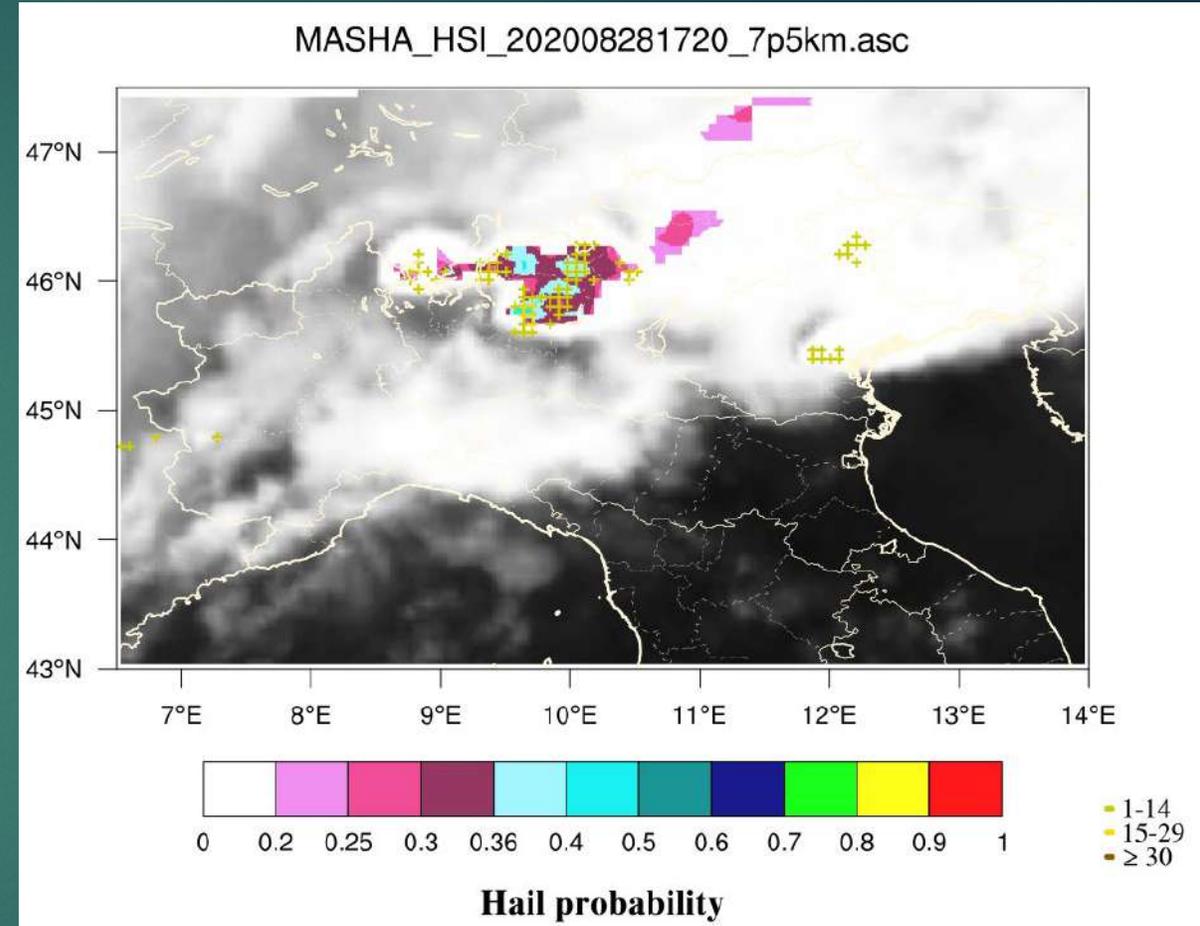
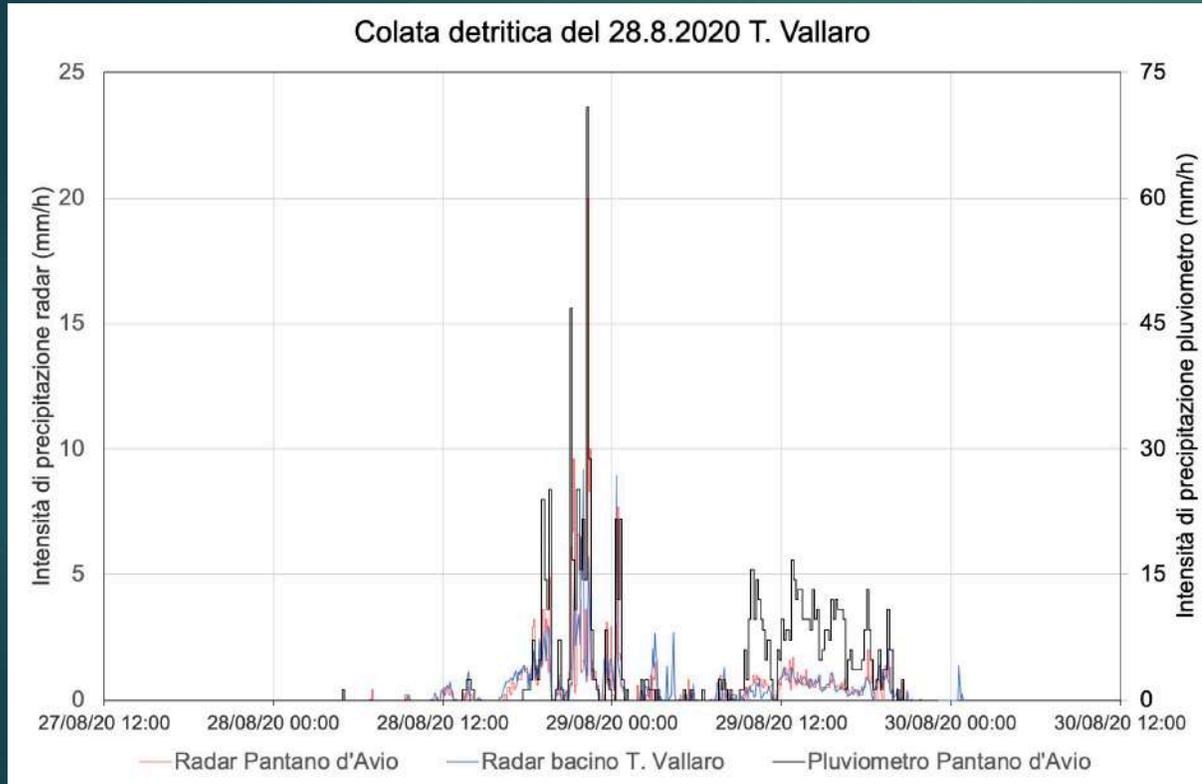
Conclusioni

- E' vero che il clima sta cambiando
- L'impatto sulle risorse idriche e gli eventi estremi non è sempre scontato
- I deflussi annuali stanno diminuendo
- Le precipitazioni di breve durata tendono ad aumentare anche in modo significativo
- Quelle giornaliere e le alluvioni nei bacini di media dimensione delle Alpi non mostrano aumenti significativi

Valutazione del possibile contributo di volume di equivalente in acqua per la fusione nivale



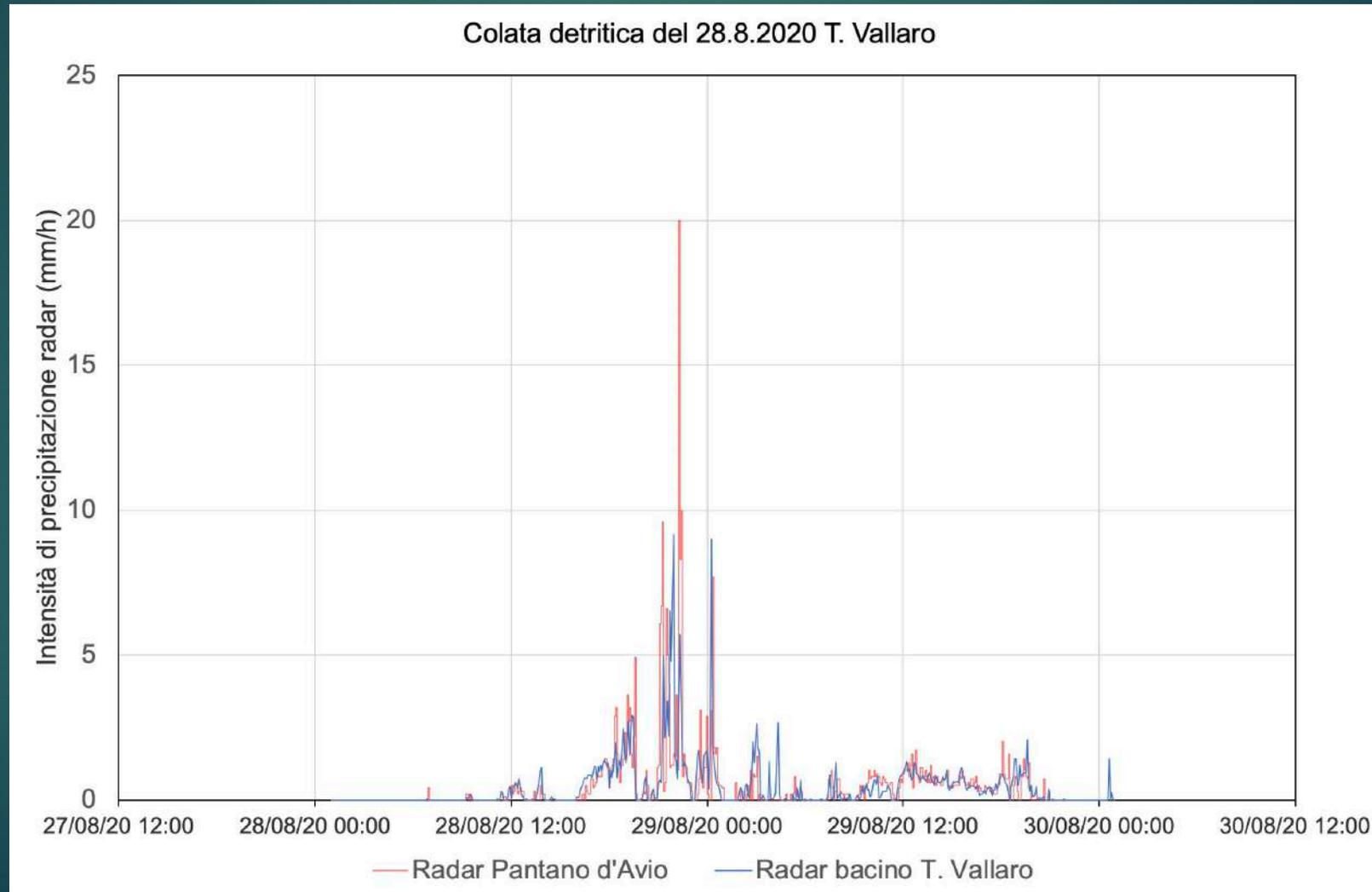
Colata T. Vallaro 2020.08.28



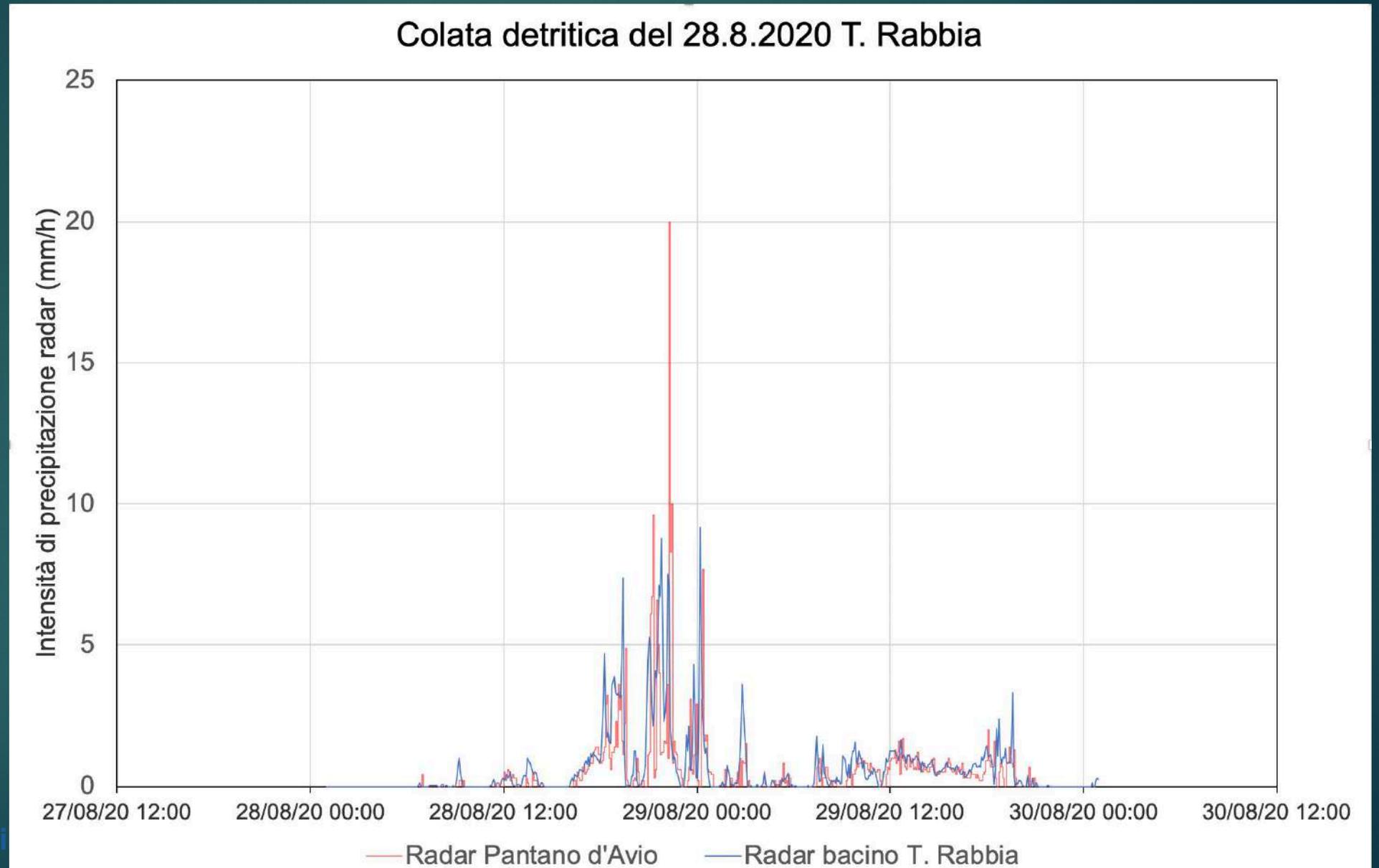
Colata T. Vallaro 2020.08.28

Evento pluviometrico breve e intenso

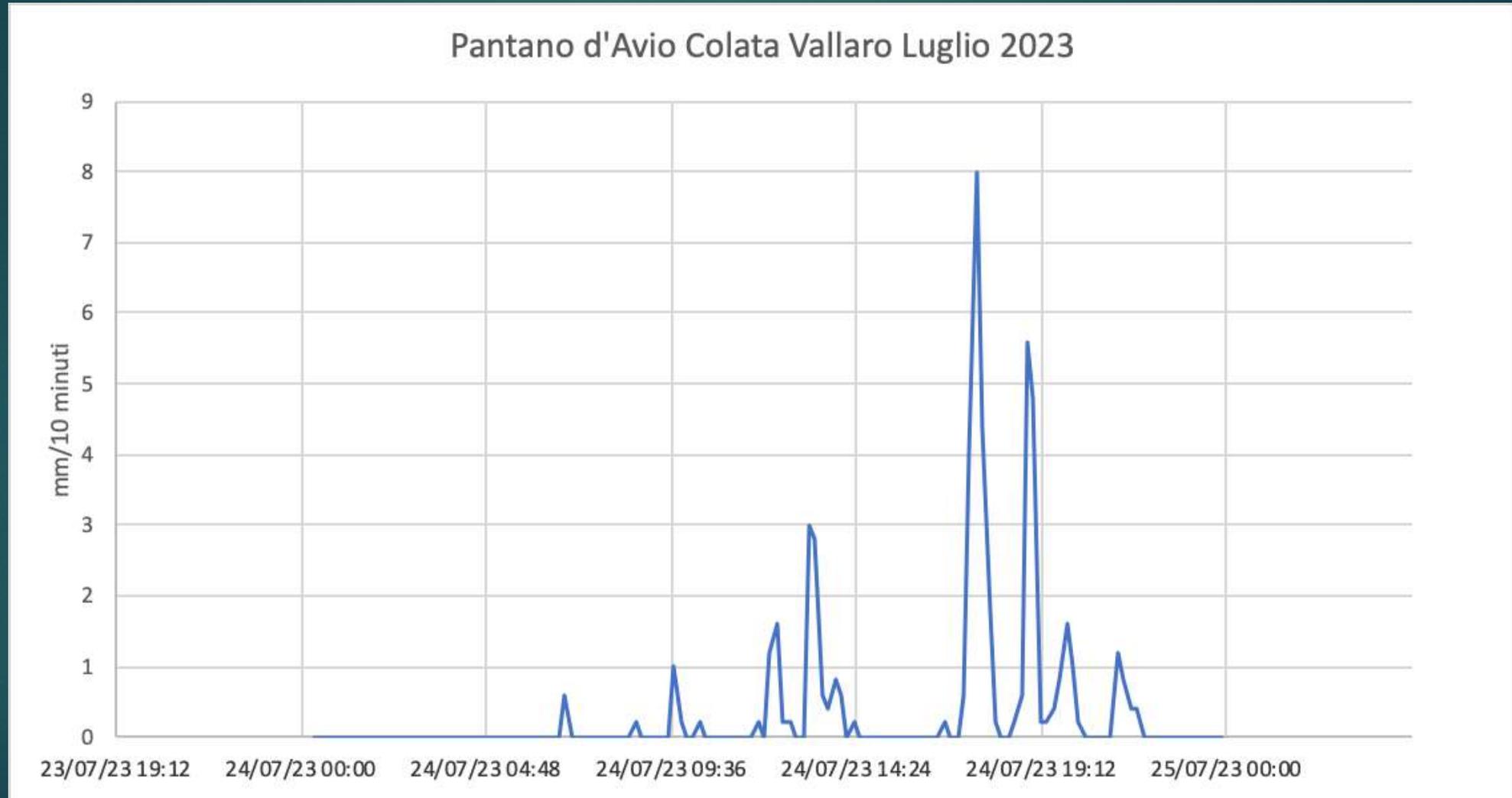
Tr=10-20 anni



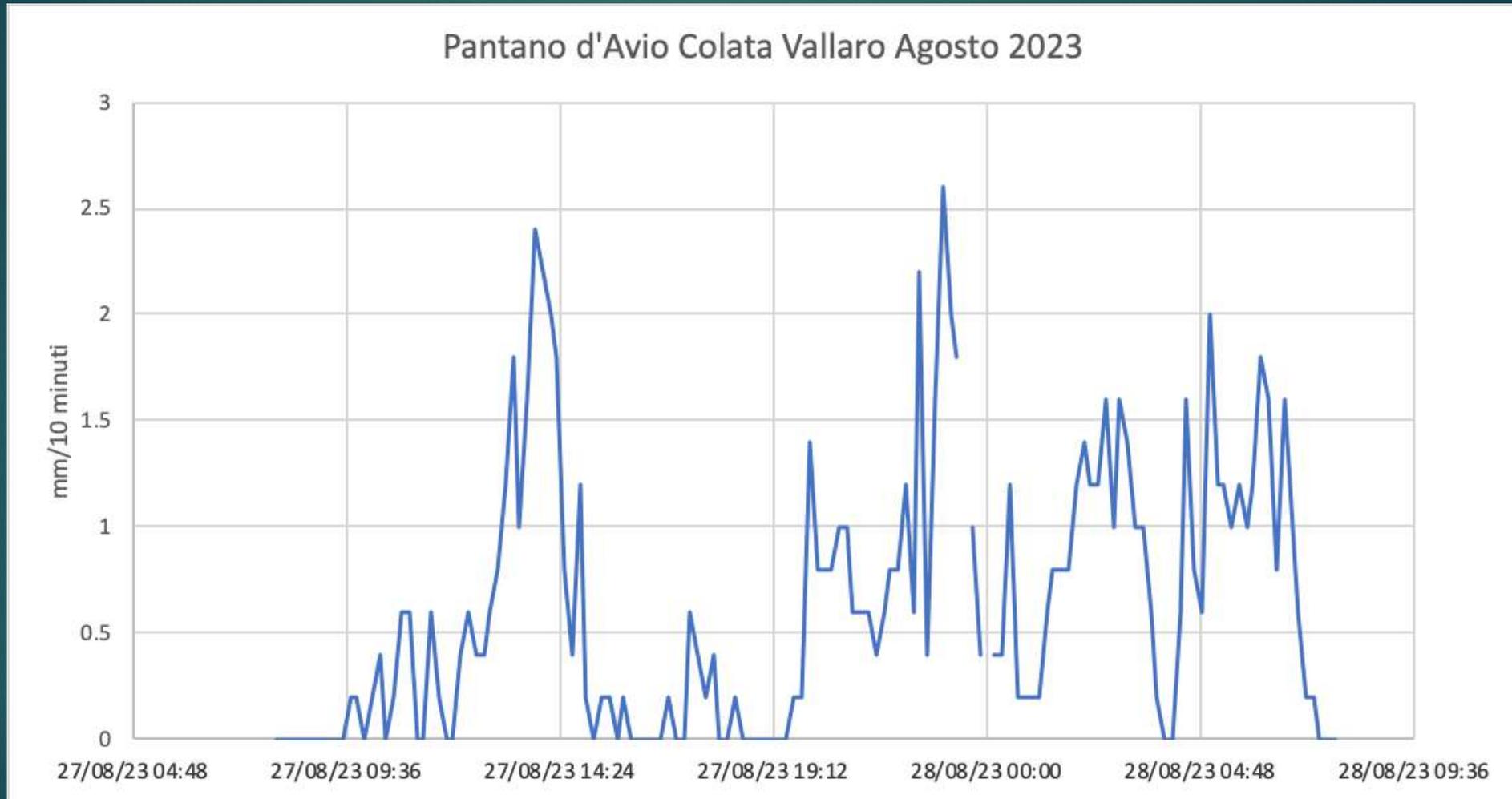
Evento T. Rabbia 2020.08.28 - Radar



Monitoraggio pluviometrico Vallaro luglio 2023

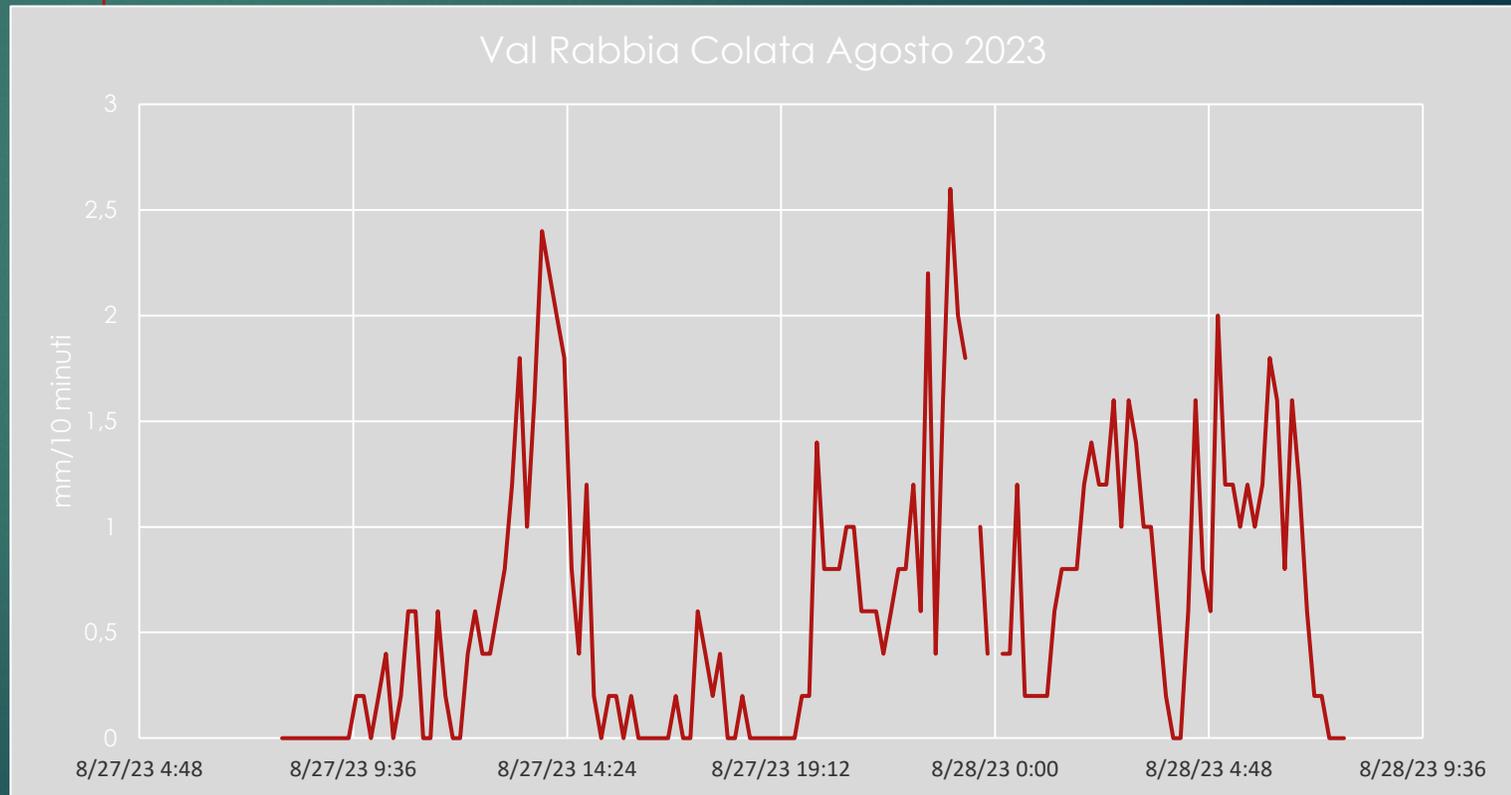


Monitoraggio pluviometrico Vallaro agosto 2023



Monitoraggio pluviometrico Val Rabbia 2023.08.27 **STRANO?** 104 mm in 1 ora al Bivacco Festa? Sarebbe evento eccezionale ma diverso da dati ETG?? Dati Pantano d'Avio

	sum10'	sum20'	sum30'	sum40'	sum50'	sum60'	sum120'	sum180'	sum6h	sum12h	sum24h
Max 23-24-25.7	8.00	12.40	16.40	18.20	18.80	19.00	30.20	34.40	38.80	55.40	69.60
Max 26-28.8	5.80	7.20	8.20	8.40	10.00	11.00	17.20	19.80	34.40	64.00	90.60



Linee segnalatrici EV1		Scala-invarianti a					Pantano	
		Durata in ore						
T [anni]	a_T [mm h ⁻¹]	1	3	6	12	24		
5	26.79	26.79	44.64	61.61	85.03	117.35		
10	32.01	32.01	53.33	73.60	101.58	140.19		
20	37.01	37.01	61.66	85.10	117.45	162.09		
50	43.48	43.48	72.45	99.99	137.99	190.45		
100	48.33	48.33	80.53	111.14	153.39	211.69		
200	53.16	53.16	88.59	122.26	168.73	232.86		