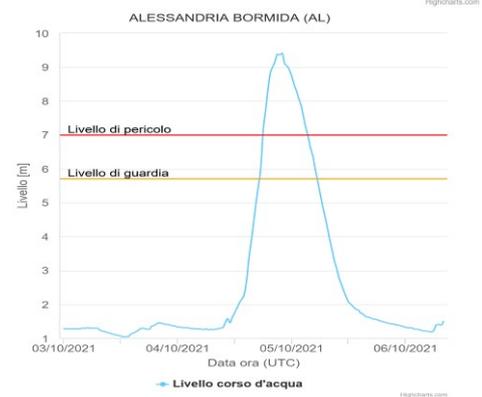
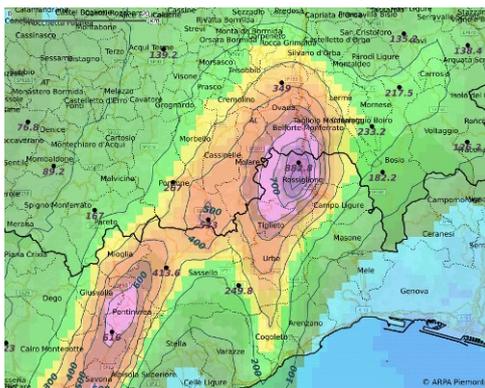
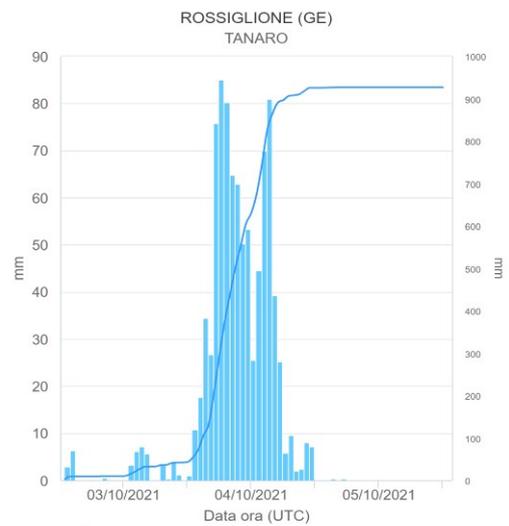
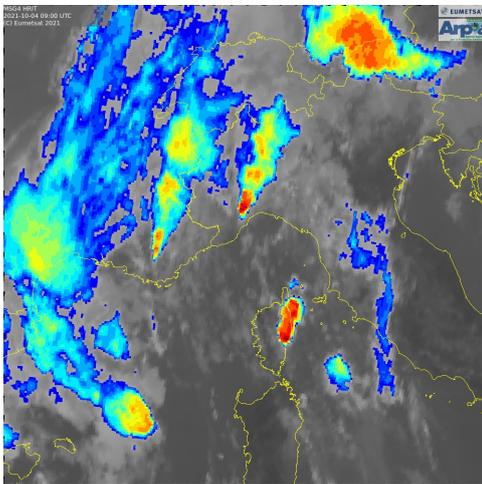


RAPPORTO EVENTO

3-5 OTTOBRE 2021



A cura del
 Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali

Torino, 11 ottobre 2021

SOMMARIO

INTRODUZIONE	1
ANALISI METEOROLOGICA	2
ANALISI PLUVIOMETRICA	9
ANALISI STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI	16
ANALISI IDROMETRICA	23
ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE	27

In copertina: a sinistra in alto, immagine satellitare nel canale dell'infrarosso il 4 ottobre 2021 alle ore 9 UTC, a destra in alto ietogramma della stazione di Rossiglione (GE); a sinistra in basso dettaglio delle precipitazioni cumulare il 4 ottobre sul basso Piemonte; a destra in basso, idrogramma di piena sulla Bormida ad Alessandria.

INTRODUZIONE

Nella giornata di lunedì 4 ottobre 2021 una vasta saccatura di origine nord-atlantica si è portata sulla penisola italiana interessando il Piemonte dapprima con una marcata caratterizzazione convettiva e quindi con una significativa componente avvettiva. Già nelle prime ore del 4 ottobre, si è innescato nella parte più avanzata del sistema frontale, una struttura temporalesca di tipo **V-shaped** che ha colpito lo spartiacque ligure-piemontese tra le provincie di Savona, Genova ed Alessandria. L'intensità e la persistenza del fenomeno, alimentato da una forte umidità proveniente sia dal mare sia dalle correnti di libeccio in quota, ha originato quantitativi di piogge **cumulate eccezionali** su differenti scale temporali tra 3 e 24 ore.

In seguito, il minimo barico associato alla saccatura è transitato sul Mar Ligure nella notte tra il 4 e il 5 ottobre 2021 e le precipitazioni ad esso associate, in questo caso con caratteristiche più avvettive che convettive, si sono spostate dal sud della regione ai settori nord-occidentali per poi attenuarsi fino all'esaurimento nella notte successive quando il sistema perturbato si è spostato definitivamente più ad est.

Sullo spartiacque ligure-piemontese sono stati registrati valori storici per diverse stazioni della rete meteorografica ligure-piemontese, tra i quali: 350 mm in 3 ore per Montenotte Inferiore (SV), 472 mm in 12 ore per Ponzzone Bric Berton (AL) e **926 mm in 24 h per Rossiglione (GE)**. I fenomeni più intensi si sono esauriti nel corso della serata. Martedì 5 ottobre, nelle prime ore del mattino, sono stati registrati ancora picchi forti sul Piemonte nord-occidentale: le stazioni di Graglia (BI) e Piano Audi (TO) hanno registrato rispettivamente 113.4 mm in 3 ore e 180 mm in 12 ore.

Le precipitazioni da record delle prime ore del 4 ottobre, hanno generato, in pochissimo tempo, la piena del **torrente Erro** che, all'idrometro di Cartosio (AL), ha registrato un livello massimo di 4,91 m corrispondente, da una prima stima, ad una portata di oltre 1000 mc/s. Il **torrente Orba** all'idrometro di Tiglieto ha fatto registrare un livello al colmo di 6,63 m, valore massimo della serie storica. Anche più a valle, la piena ha mantenuto il suo carattere di eccezionalità superando i riferimenti storici del 2014 a Basaluzzo con 3,82 m contro 3,74 m, e del 2019 a Casalcermelli con 7,61 contro 7,5m. In entrambe le sezioni la portata stimata è stata di poco più di 2200 mc/s. Per la **Bormida** ad Alessandria è stato registrato il valore di livello più alto dall'inizio della serie (1998), 9,41m superiore anche al 9,39 m del novembre 2019, cui corrisponde una portata di circa 3000 mc/s caratterizzata da un tempo di ritorno superiore ai 50 anni.

Nel presente rapporto sono raccolti e descritti brevemente i fenomeni temporaleschi occorsi sul territorio piemontese nella giornata del 4 ottobre 2021.

ANALISI METEOROLOGICA

Nella giornata di domenica 3 ottobre 2021 una vasta area di bassa pressione si estendeva dal nord Atlantico fino alla penisola iberica, apportando un flusso di correnti umide da sudovest sulla nostra regione.

Il ramo ascendente della saccatura atlantica ha cominciato ad indebolire la parte più occidentale del promontorio anticiclonico presente sul bacino centrale del Mediterraneo e, allo stesso tempo, si è assistito ad un'avvezione di vorticità sulla Spagna, legata allo spostamento di un'onda di bassa pressione dal Portogallo verso le Baleari. L'avvezione di vorticità sul Mediterraneo ha contribuito, nella notte, ad aumentare in modo marcato l'energia disponibile alla convezione e, quindi, dell'instabilità atmosferica sulle regioni tirreniche, in spostamento dalle Baleari verso il Golfo Ligure.

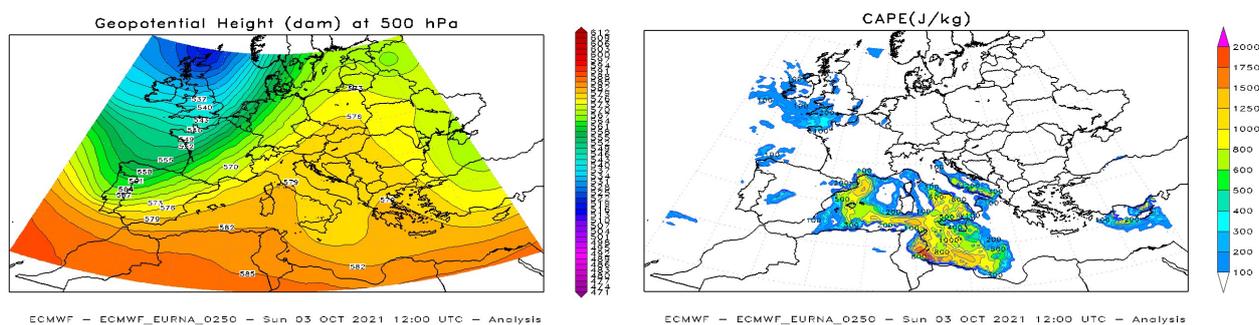


Figura 1 - Pressione in quota (altezza di geopotenziale a 500 hPa a sinistra) ed energia disponibile alla convezione (valori di CAPE a destra) alle 12:00 UTC del 3 ottobre 2021

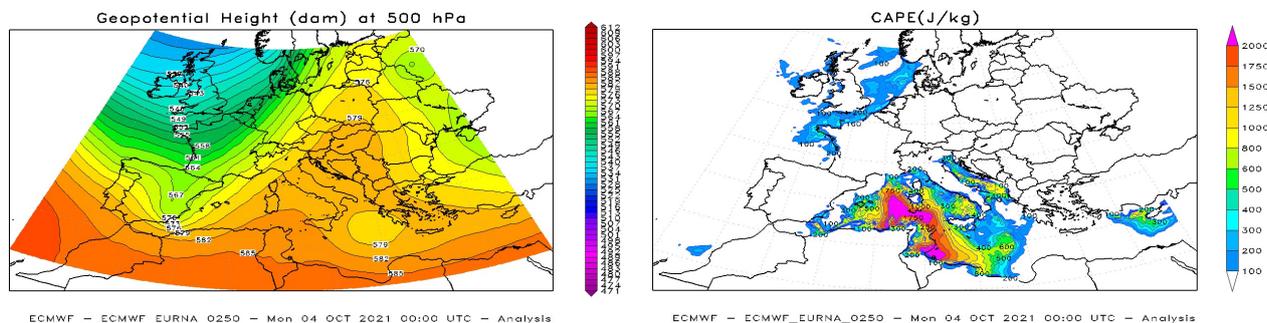


Figura 2 - Pressione in quota (altezza di geopotenziale a 500 hPa a sinistra) ed energia disponibile alla convezione (valori di CAPE a destra) alle 00:00 UTC del 4 ottobre 2021

In questo panorama a grande scala, il nordovest italiano ed in particolare il golfo ligure, ha cominciato a risentire del flusso umido vedendo un netto aumento dell'instabilità atmosferica. Nelle prime ore del mattino del 4 ottobre, lo spartiacque tra Piemonte e Liguria è stato lo scenario di un fenomeno molto localizzato in cui la marcata instabilità ha avuto genesi dal flusso venutosi a formare nei bassi strati dell'atmosfera sul golfo ligure. Analizzando gli strati atmosferici prossimi al suolo, infatti, si nota una marcata convergenza dei venti tra il savonese ed il genovese (Figura 3).

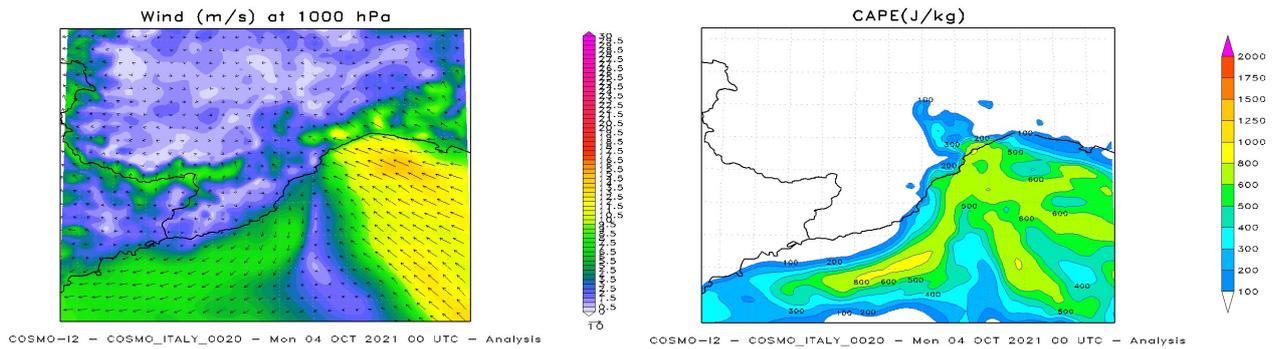


Figura 3 - Vento nei bassi strati atmosferici (a sinistra) e corrispondente energia disponibile alla convezione (CAPE a destra)

L'ambiente umido sul mare, reso ancora più umido dal contributo del flusso di libeccio associato alla saccatura atlantica, assieme ad un marcato shear del vento (valori prossimi ai 20 m/s come si vede in figura 4) hanno favorito la formazione di una struttura stazionaria ed rigenerante (V-shaped) che ha cominciato ad interessare nelle primissime ore di lunedì 4 ottobre l'entroterra ligure del savonese, inasprendosi nel corso della mattinata e del pomeriggio con **fenomeni eccezionali** principalmente a carattere temporalesco (Figura 4 e 5).

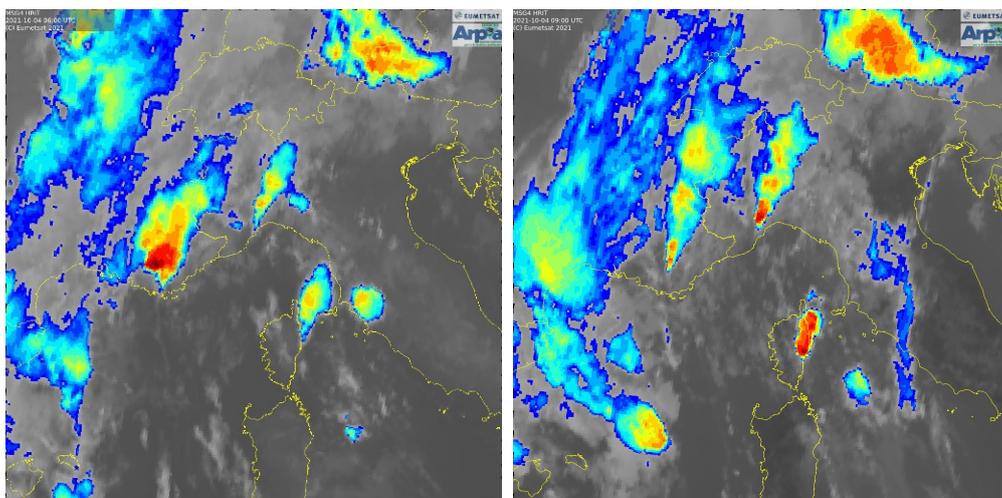
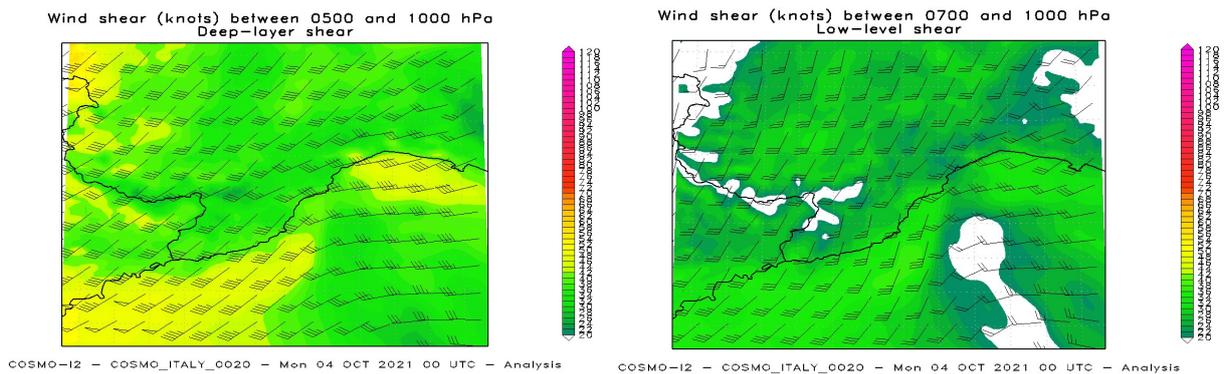
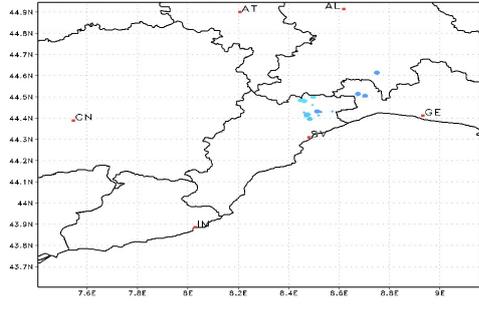
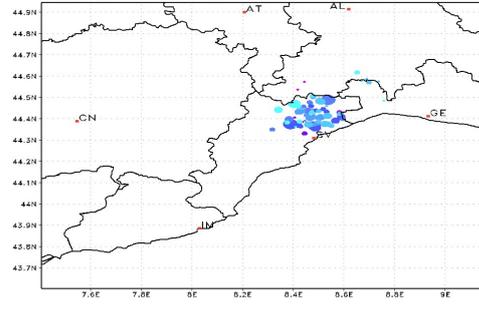


Figura 4 – In alto: deep-layer wind-shear (a sinistra) e low level wind-shear (a destra) il 4 ottobre 2021; in basso: evoluzione tri-oraria dell'immagine satellitare nel canale dell'infrarosso il 4 ottobre 2021 (06:00 UTC a sinistra e 09:00 UTC a destra)

Lightnings (previous 3h) at Mon 04/10/2021 03:00 UTC



Lightnings (previous 3h) at Mon 04/10/2021 06:00 UTC



Lightnings (previous 3h) at Mon 04/10/2021 09:00 UTC

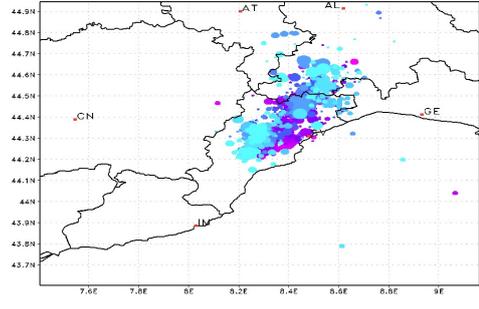


Figura 5 – Evoluzione delle fulminazioni durante la mattina del 4 ottobre 2021

Successivamente, il minimo di pressione, in seno alla perturbazione atlantica e strutturato a tutte le quote, si è spostato verso il nordovest italiano, transitandovi nella notte successiva (Figura 6 e 7).

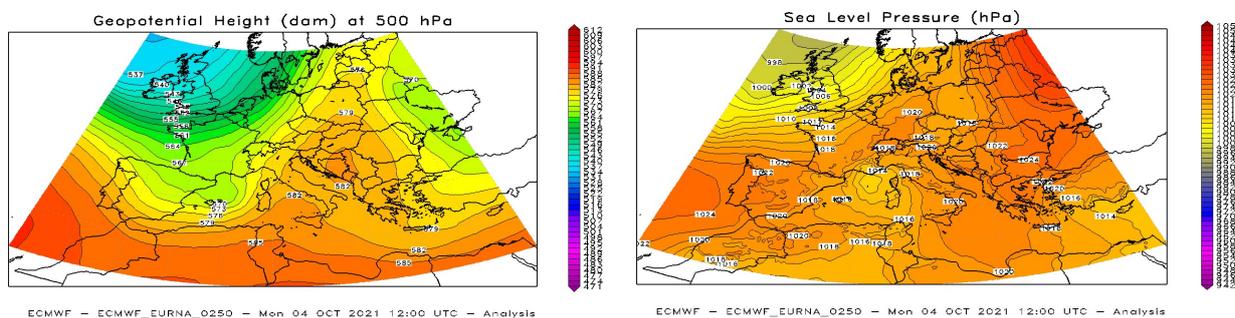


Figura 6 – Pressione in quota (altezza di geopotenziale a 500 hPa) a sinistra e al suolo a destra alle 12:00 UTC del 4 ottobre

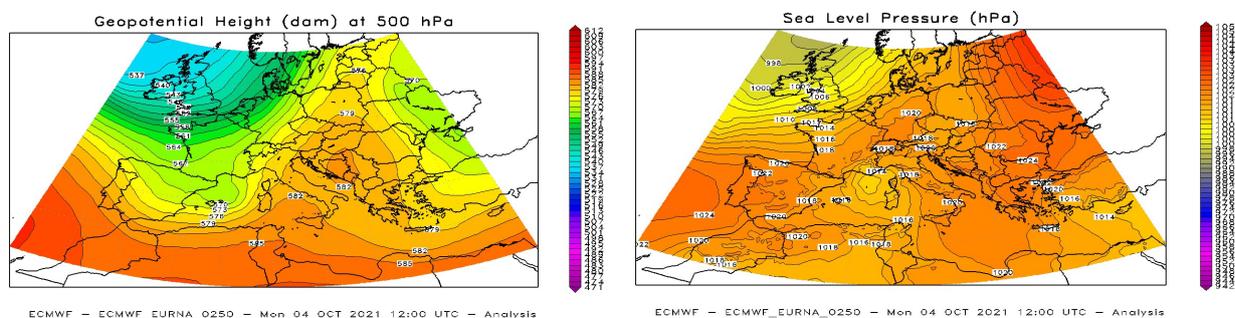
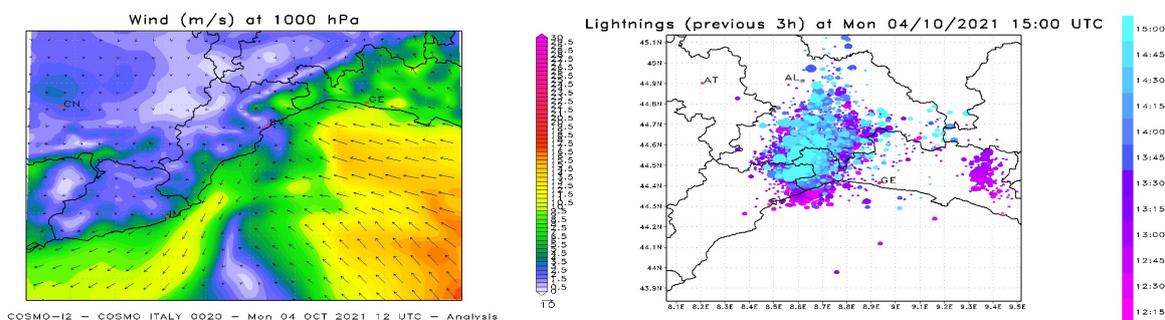


Figura 7 – Pressione in quota (altezza di geopotenziale a 500 hPa) a sinistra e al suolo a destra nella notte tra il 4 ed il 5 ottobre

Questo spostamento ha determinato una rotazione delle correnti marcatamente da sud sulla nostra regione che hanno causato un peggioramento del tempo su gran parte del Piemonte, ma in modo particolare sulla parte orientale. Tuttavia, la zona maggiormente colpita da pioggia eccezionale è rimasta quella sullo spartiacque tra la Liguria centrale ed il Piemonte, dove la convergenza del vento nei bassi strati e gli elevati valori di shear del vento hanno continuato ad alimentare la struttura V-shaped, spostandola leggermente verso il genovese (Figura 8 e 9).



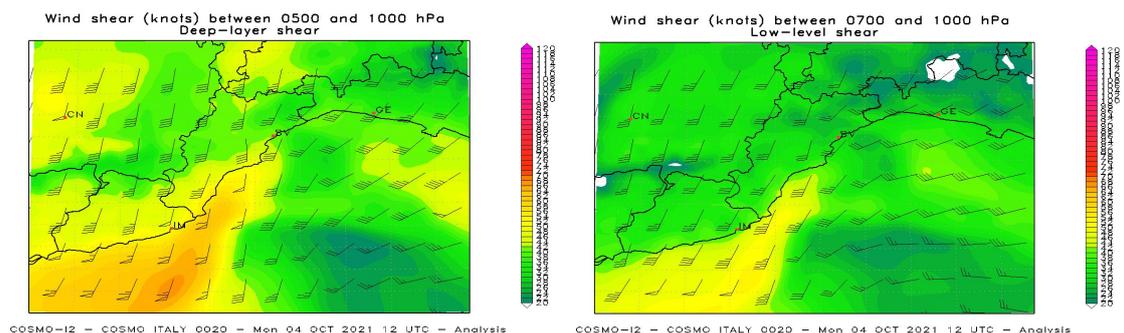


Figura 8 – Situazione al pomeriggio del 4 ottobre 2021. Venti nei bassi strati atmosferici (in alto sinistra), fulminazioni (alto a destra), deep-layer wind shear (basso a sinistra) low-level wind-shear (basso a destra)

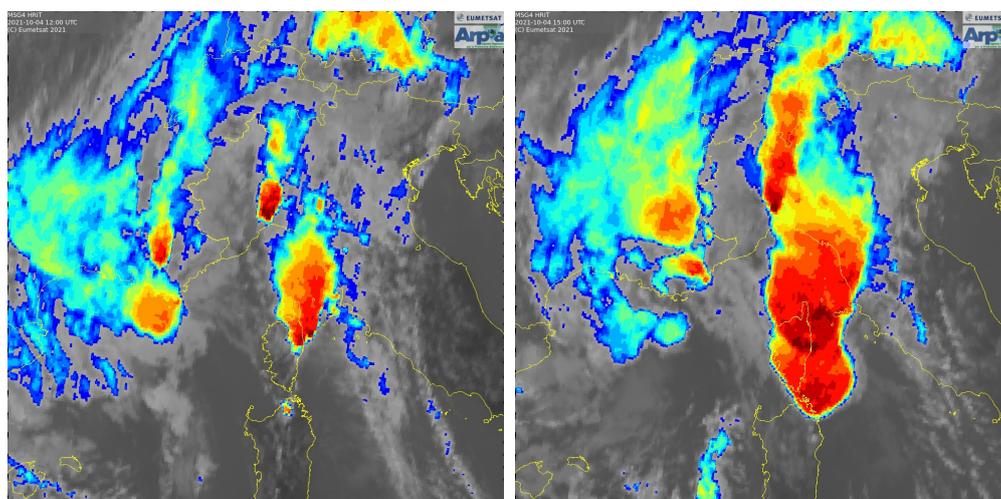


Figura 9 – Evoluzione tri-oraria dell'immagine satellitare nel canale dell'infrarosso (12:00 UTC a sinistra e 15:00 UTC a destra)

Nella notte tra lunedì 4 ottobre e martedì 5 ottobre 2021, l'allontanamento del minimo di bassa pressione ha determinato, nei bassi strati dell'atmosfera, una rotazione delle correnti dai quadranti orientali che si sono concentrati sulla fascia pedemontana alpina nordoccidentale (Figura 10).

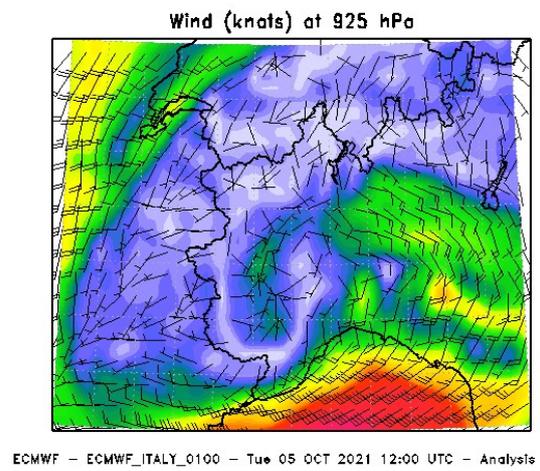
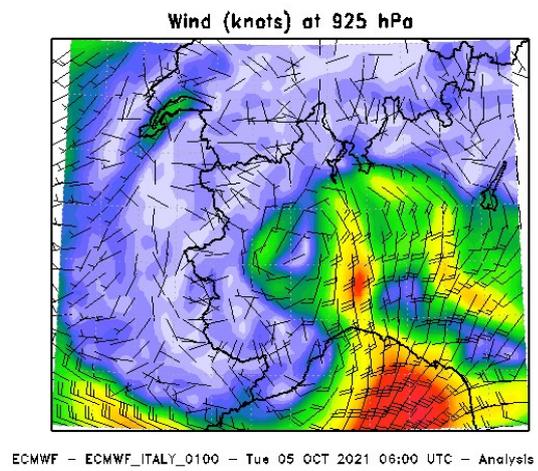
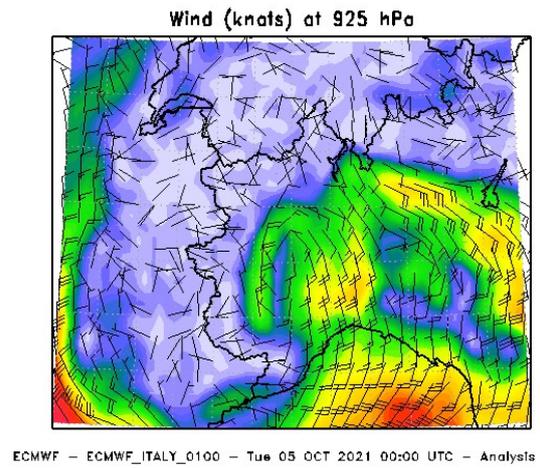
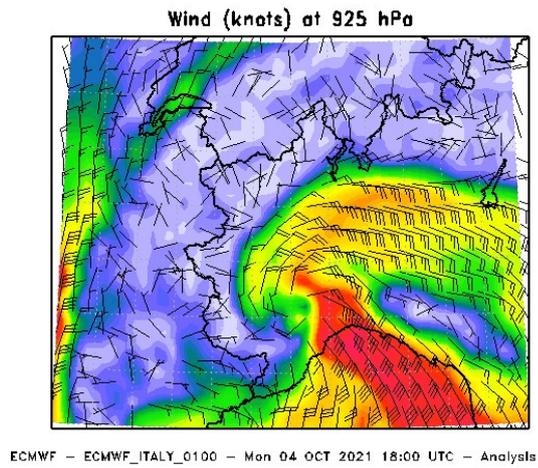


Figura 10 - Evoluzione esa-oraria del vento nei bassi strati atmosferici nella notte e tra il 4 e il 5 ottobre

In tale configurazione, durante il passaggio del minimo barico sul Mar ligure, le precipitazioni principalmente a carattere avvertivo si sono concentrate sulla zona montana e pedemontana di Biellese e Canavese esaurendosi progressivamente sulle zone meridionali della Regione laddove la struttura V-shaped ha prodotto quantitativi cumulati di pioggia eccezionali (Figura 11).

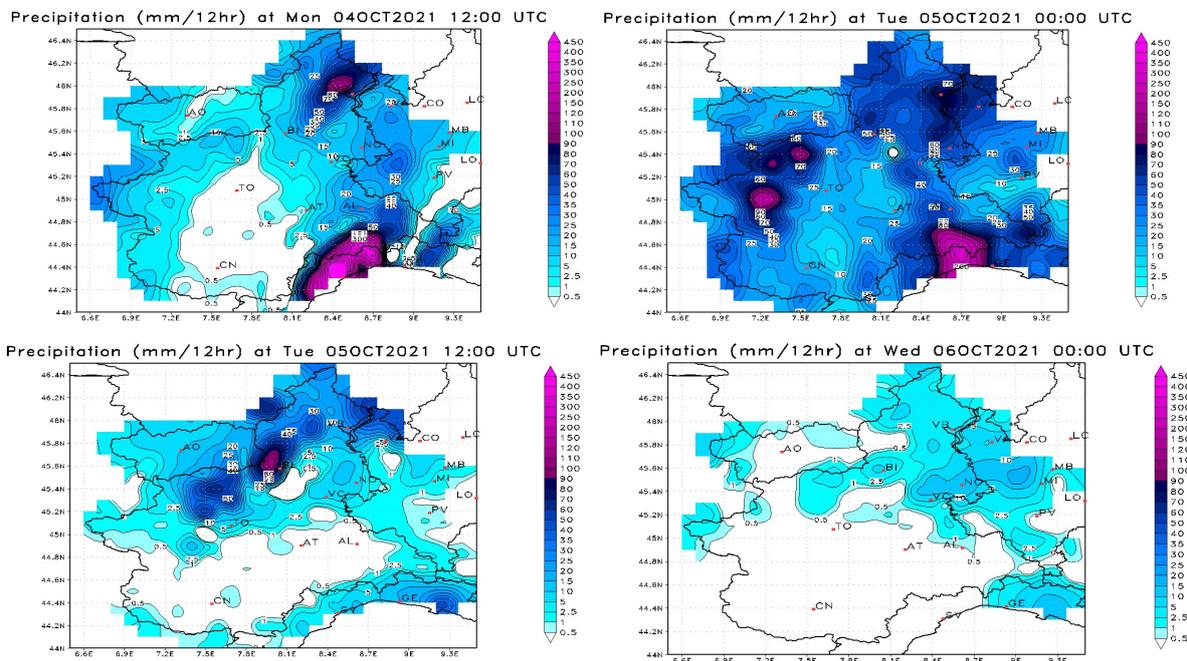


Figura 11 – Evoluzione della pioggia cumulata in 12 ore nelle giornate del 4 e 5 ottobre 2021

Nel corso della mattina e del successivo pomeriggio quindi tutto il sistema perturbato ha continuato a muoversi verso est e le piogge ad esso associate hanno interessato solo la parte più settentrionale del Piemonte attenuandosi fino all'esaurimento ovunque nella notte tra il 5 e il 6 ottobre 2021.

ANALISI PLUVIOMETRICA

A partire da **domenica 3 ottobre** fenomeni temporaleschi hanno interessato il settore orientale della regione con le prime precipitazioni sul Verbano e sulle aree appenniniche dell'Alessandrino, in particolare l'alta valle Scrivia.

Nella giornata successiva di **lunedì 4 ottobre** le precipitazioni hanno caratterizzato in maniera diffusa tutta la regione ma eventi di eccezionale intensità e persistenza hanno interessato la fascia appenninica al confine con la Liguria e in particolare le valli di Erro, Bormida di Spigno (dalle prime ore del mattino), Orba e Stura di Ovada (dal primo pomeriggio).

Sullo spartiacque ligure-piemontese sono stati registrati valori storici per diverse stazioni della rete meteorografica ligure-piemontese, tra i quali: 350 mm in 3 ore per Montenotte Inferiore (SV), 472 mm in 12 ore per Ponzone Bric Bertone (AL) e 926 mm in 24 h per Rossiglione (GE). I fenomeni più intensi si sono esauriti nel corso della serata.

Martedì 5 ottobre, nelle prime ore del mattino, sono stati registrati ancora picchi forti sul Piemonte nord-occidentale: le stazioni di Graglia (BI) e Piano Audi (TO) hanno registrato rispettivamente 113,4 mm in 3 ore e 180 mm in 12 ore. Dal pomeriggio tutti i fenomeni sono risultati in attenuazione, salvo ultimi temporali residui sul Piemonte orientale.

La Figura 12 mostra la distribuzione spaziale delle precipitazioni sul territorio regionale nel periodo compreso tra il 3 e il 5 ottobre 2021: risulta evidente la concentrazione delle piogge con elevata intensità nell'area del basso Alessandrino, al confine con la Liguria.

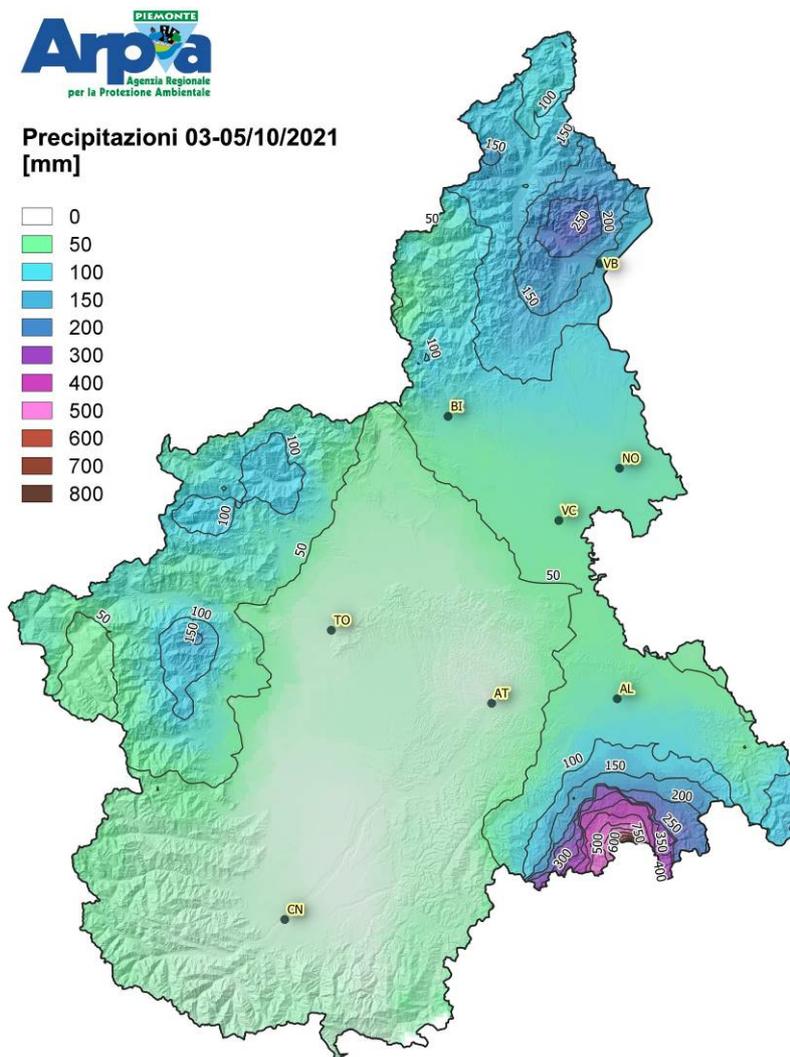


Figura 12 – Distribuzione spaziale delle precipitazioni cumulate nel periodo compreso tra il 3 e il 5 ottobre 2021.

La Figura 13 mostra un dettaglio delle precipitazioni derivato dai sistemi radarmeteorologici di Arpa Piemonte, sull'area appenninica: si apprezzano i due centri di scroscio, uno sull'Orba e la Stura di Ovada e l'altro sulla testata del bacino dell'Erro presso Pontinvrea (SV) in Liguria.

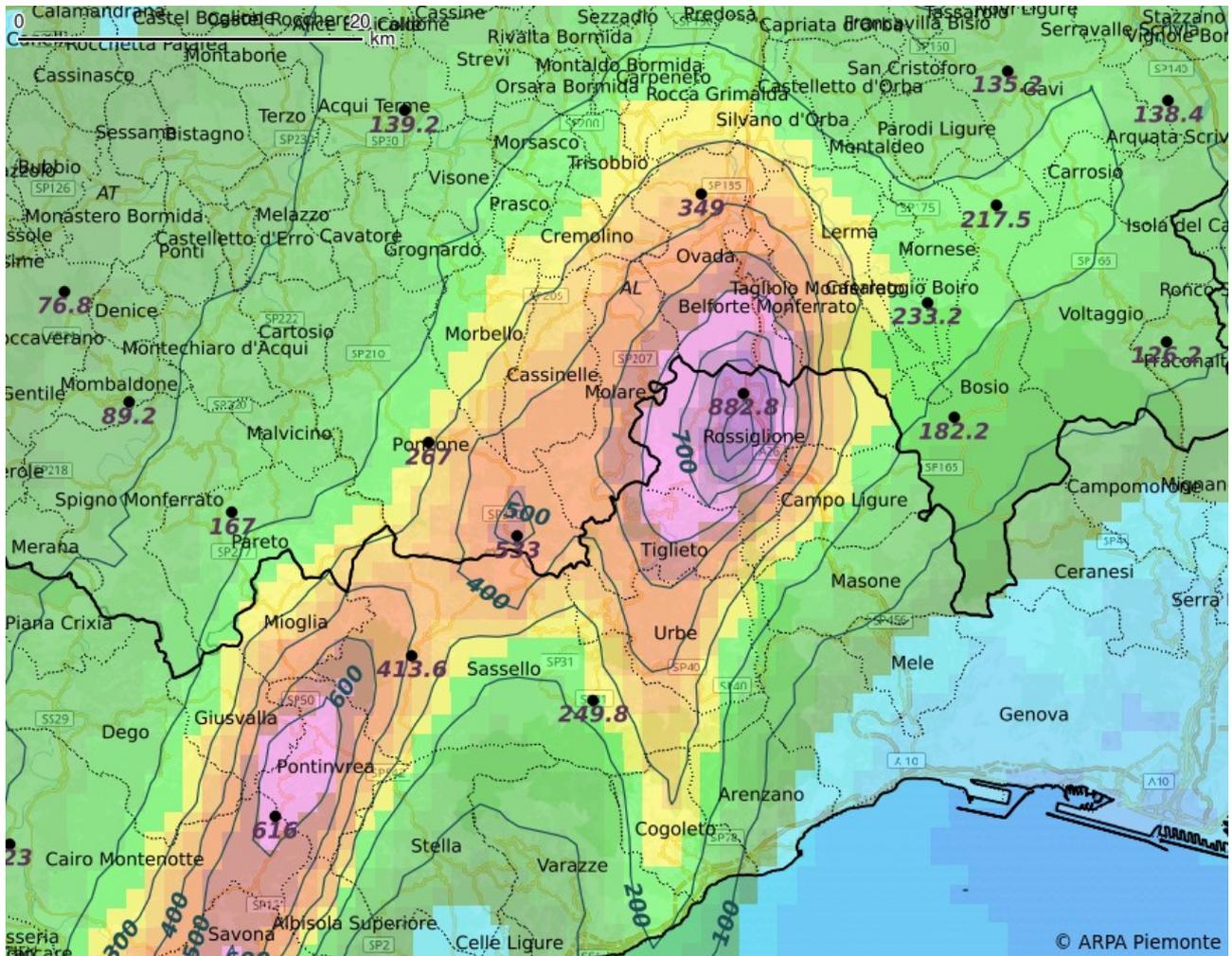


Figura 13 - Dettaglio della distribuzione spaziale delle precipitazioni nell'area appenninica al confine tra Piemonte e Liguria.

Per una più accurata analisi degli effetti sul reticolo idrografico piemontese si rende necessario estendere l'analisi pluviometrica oltre i confini amministrativi regionali ai bacini idrografici, ossia alle porzioni di territorio che contribuiscono con le loro precipitazioni ai deflussi dei corsi d'acqua del Piemonte. Si riportano di seguito i principali bacini idrografici piemontesi (Figura 14).

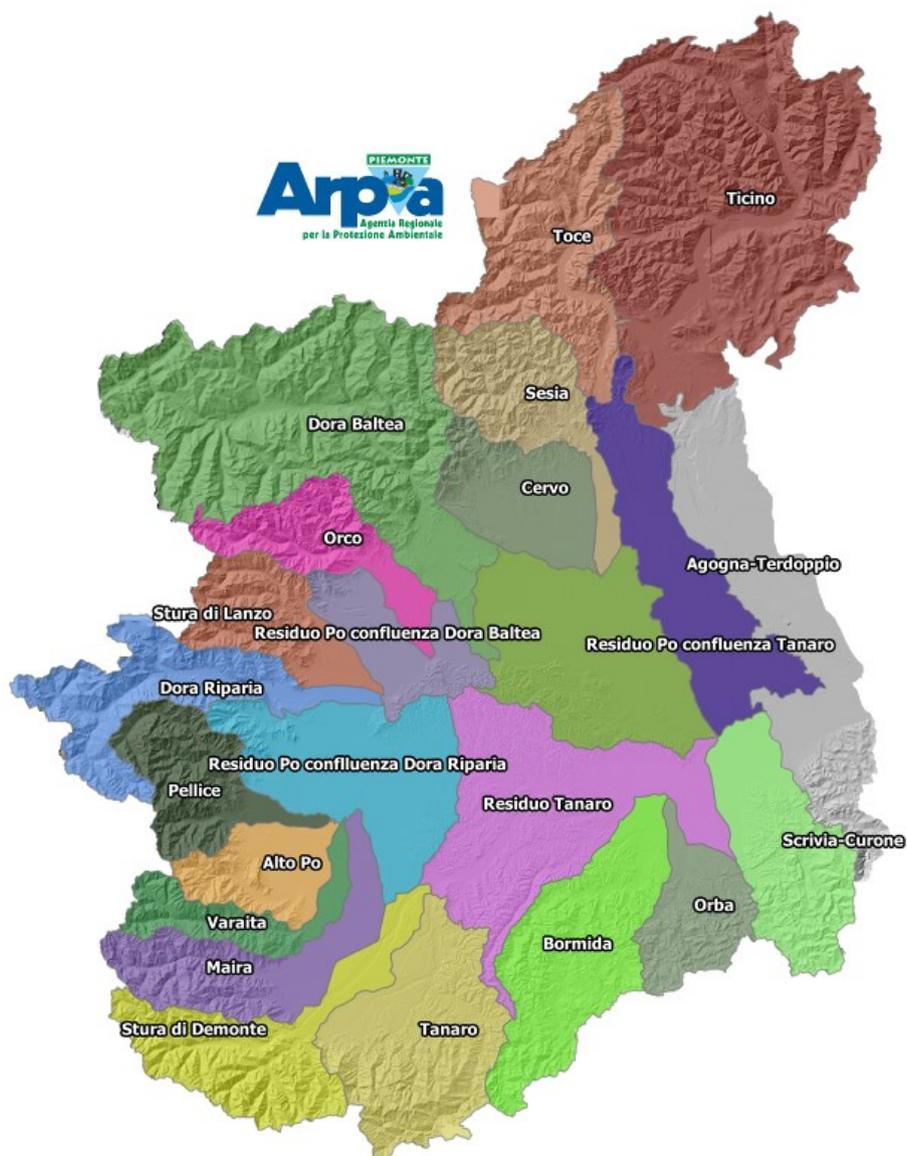


Figura 14 - Bacini idrografici piemontesi.

In Figura 15 è rappresentata la distribuzione delle precipitazioni sui bacini idrografici piemontesi nei giorni 3, 4 e 5 ottobre 2021 e nel periodo complessivo dell'evento.

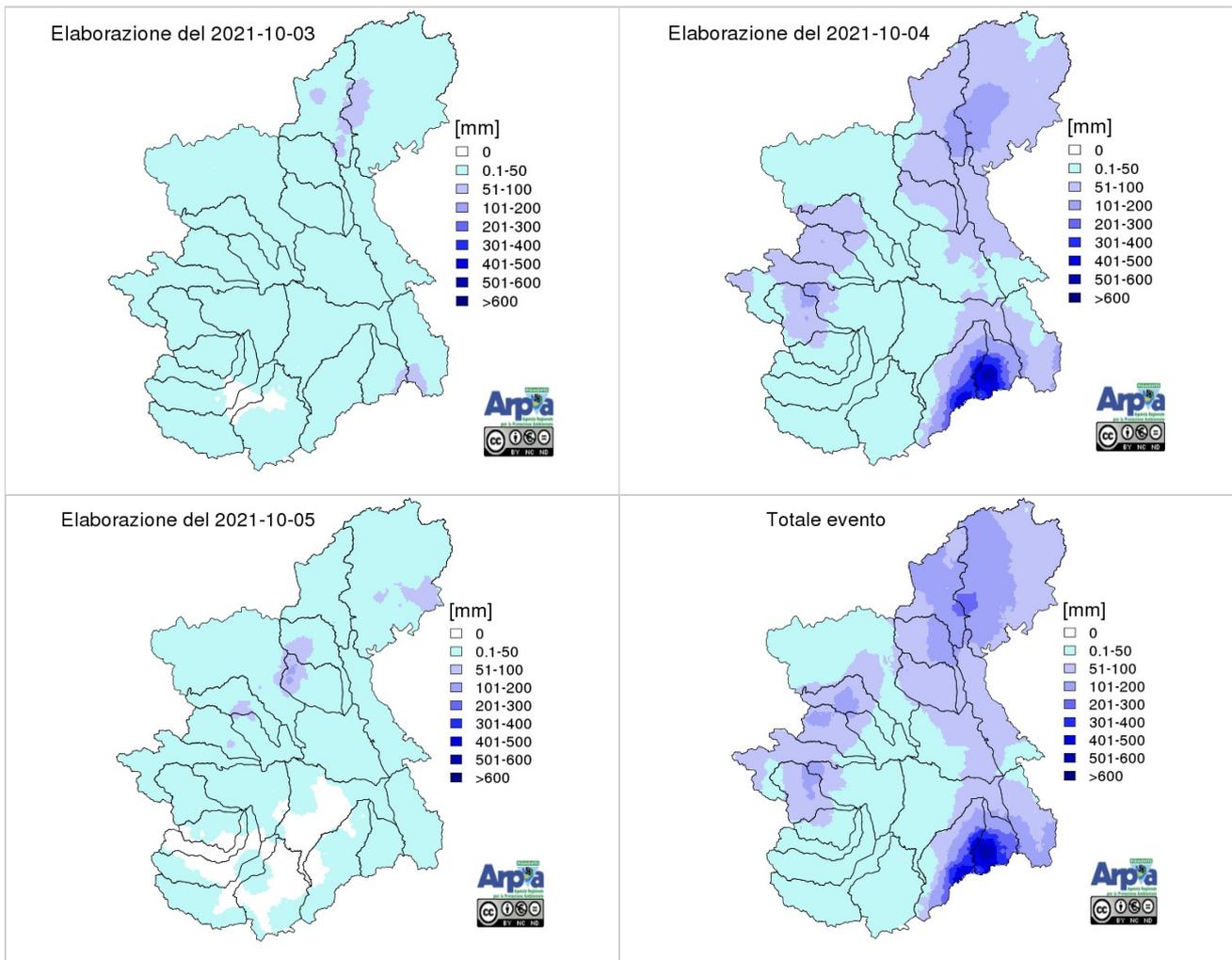


Figura 15 - Precipitazioni giornaliere e totali [mm] sui bacini idrografici dal 3 al 5 ottobre 2021.

Nella giornata del 3 ottobre 2021 le precipitazioni si sono concentrate in testata ai bacini dello Scrivia-Curone e dell'Orba e al confine tra i bacini dell'Orba e del Ticino, con valori giornalieri moderati, inferiori a 100 mm.

Il 4 ottobre 2021 **fenomeni di eccezionale intensità hanno interessato i bacini dell'Orba e della Bormida con valori giornalieri superiori a 600 mm.** In misura molto minore sono stati coinvolti dagli eventi temporaleschi i bacini settentrionali e occidentali. Infine, nella giornata del 5 ottobre, i fenomeni residui hanno riguardato i bacini occidentali di Sesia, Cervo e Orco.

Come ulteriore confronto si è proceduto a stimare i valori di pioggia ragguagliata sui bacini nelle singole giornate e nel periodo totale dell'evento, mediante interpolazione dei dati pluviometrici delle stazioni della rete meteoidrografica (Tabella 1).

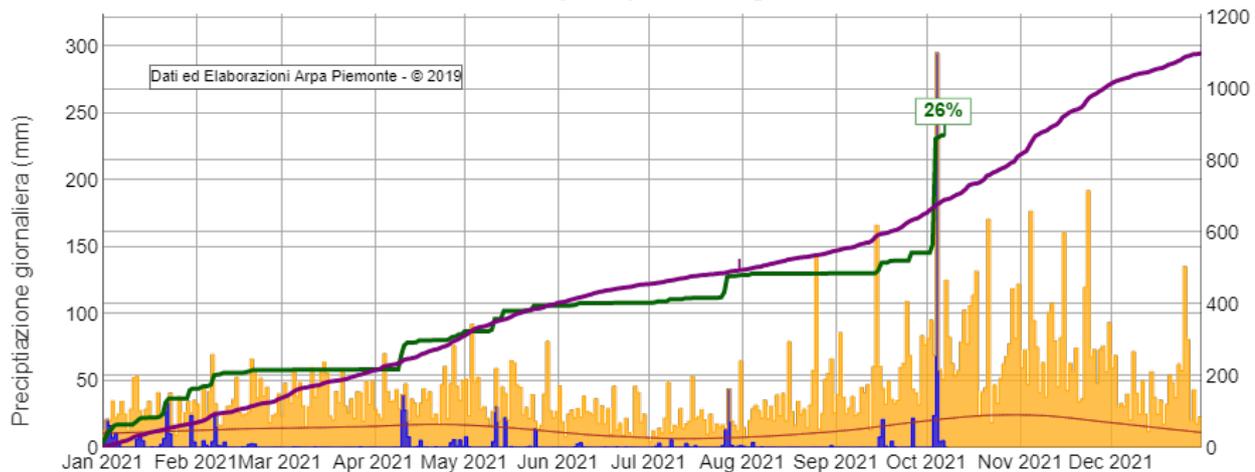
Tabella 1 - Totali di pioggia, espressi in millimetri, ragguagliati nei bacini nelle giornate dell'evento. I bacini sono stati ordinati in tabella dal valore di precipitazione totale maggiore al minore. Nell'ultima riga è riportato il bacino complessivo del Po, alla chiusura a Ponte Becca (PV).

BACINO	PRECIPITAZIONE [mm]			
	3 ottobre	4 ottobre	5 ottobre	TOTALE
ORBA	2,6	281,5	27,7	311,8
BORMIDA	1	151,6	6,8	159,4
TOCE	27,8	78,5	40,3	146,6
TICINO SVIZZERO	36,2	77,5	27,3	141
SEZIA	31,4	67	26,8	125,2
CERVO	34,2	53,4	18,1	105,7
SCRIVIA-CURONE	6,2	70,6	24,3	101,1
ORCO	25,9	58,8	11,1	95,8
STURA DI LANZO	19,8	65,4	9,1	94,3
AGOGNA-TERDOPPIO	10,7	60,6	8,1	79,4
PELLICE	1,3	63,6	6,5	71,4
DORA RIPARIA	3,4	52,8	8,9	65,1
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA	19,4	31,5	7,9	58,8
DORA BALTEA	16,4	30,6	7,3	54,3
RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO	4,6	42,2	4,8	51,6
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA	2,1	30,8	3,8	36,7
ALTO PO	0,4	34,8	2,2	37,4
REDISUO TANARO	0,4	34,8	2,9	38,1
VARAITA	0	26,2	1,1	27,3
MAIRA	0,1	24,2	0,6	24,9
STURA DI DEMONTE	0,4	22,5	1,3	24,2
TANARO	0,2	20,6	2,2	23
<i>BACINO COMPLESSIVO DEL PO CHIUSO A PONTE BECCA (PV)</i>	12,9	59,1	12,2	84,2

La Tabella 1 fornisce un'ulteriore conferma del fatto che i bacini del Piemonte orientale (Orba, Bormida, Toce e Ticino) siano stati oggetto delle precipitazioni più intense ed abbiano avuto gli afflussi maggiori. Spicca tra tutti l'elevato valore di **281,5 mm/giorno di precipitazione media ragguagliata per il bacino dell'Orba**, che risulta il massimo mai calcolato.

Nella Figura 16 sono riportate le precipitazioni giornaliere e cumulate nel 2021 e nel periodo storico di riferimento sul bacino del torrente Orba: risulta evidente il valore anomalo di precipitazioni registrato nella giornata del 4 ottobre.

Orba anno 2021 : precipitazioni giornaliere medie



– Media giornaliera – Massimo giornaliero(1958-2021) – 95 percentile (1957-2021) – Cumulata media 2021 – Cumulata media 1991-2020

Figura 16 - Precipitazioni giornaliere medie e cumulate nell'anno 2021 (gennaio-5 ottobre) e valori storici di riferimento sul bacino del torrente Orba.

In Tabella 2 e 3 si riportano i valori massimi di pioggia registrati per le durate da 1 a 24 ore dalle stazioni pluviometriche della rete meteoidrografica piemontese-ligure. In grassetto sono evidenziati i valori eccezionali registrati da molti pluviometri.

Tabella 2 - Massimi di pioggia più significativi, espressi in millimetri, registrati per le durate di 1 ora e 3 ore in alcune stazioni pluviometriche della rete meteoidrografica piemontese e ligure. L'ora indicata (UTC) si riferisce alla fine dell'evento precipitativo. In grassetto sono indicati i valori più rilevanti di precipitazione.

ZONA	BACINO	COMUNE	PROV	STAZIONE	MAX 1H [mm]	DATA E ORA MAX 1H	MAX 3H [mm]	DATA E ORA MAX 3H
Piem-B	SEZIA	GRAGLIA	BI	GRAGLIA	49,25	05/10/2021 04:05	113,34	05/10/2021 06:04
Piem-C	PO	COAZZE	TO	COAZZE	31,93	04/10/2021 18:40	67,69	04/10/2021 20:39
Piem-C	PO	CORIO	TO	PIANO AUDI	38,72	05/10/2021 02:00	76,62	05/10/2021 02:15
Piem-C	DORA RIPARIA	SUSA	TO	PIETRASTRETTA	28,34	04/10/2021 20:27	46,02	04/10/2021 20:59
Piem-D	PELLICE	PERRERO	TO	PERRERO GERMANASCA	20,82	04/10/2021 18:41	48,86	04/10/2021 19:12
Piem-G	TANARO	BOSIO	AL	BRIC CASTELLARO	37,11	04/10/2021 09:23	75,78	04/10/2021 11:24
Piem-G	TANARO	CASALEGGIO BOIRO	AL	LAVAGNINA LAGO	40,15	04/10/2021 13:14	108,06	04/10/2021 15:09
Piem-G	TANARO	MALLARE	SV	MALLARE	107,9	04/10/2021 07:53	211,81	04/10/2021 09:50
Piem-G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	MONTENOTTE INFERIORE	161,96	04/10/2021 04:54	350,11	04/10/2021 06:34
Piem-G	TANARO	OVADA	AL	OVADA	51,54	04/10/2021 15:06	111,94	04/10/2021 15:49
Piem-G	TANARO	SASSELLO	SV	PIAMPALUDO	60,64	04/10/2021 13:20	147,38	04/10/2021 13:24
Piem-G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE BRIC BERTON	110,23	04/10/2021 09:59	200,81	04/10/2021 10:46
Piem-G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE CIMA FERLE	36,27	04/10/2021 03:37	79,41	04/10/2021 05:36
Piem-G	TANARO	ROSSIGLIONE	GE	ROSSIGLIONE	99,58	04/10/2021 06:18	261,19	04/10/2021 07:11
Piem-G	TANARO	SASSELLO	SV	SASSELLO	92,67	04/10/2021 06:27	199,22	04/10/2021 08:09
Piem-G	TANARO	CALIZZANO	SV	SETTEPANI	79,59	04/10/2021	115,13	04/10/2021

ZONA	BACINO	COMUNE	PROV	STAZIONE	MAX 1H [mm]	DATA E ORA MAX 1H	MAX 3H [mm]	DATA E ORA MAX 3H
						10:39		10:46
Piem-H	CURONE	FABBRICA CURONE	AL	CALDIROLA	34,23	04/10/2021 15:45	73,21	04/10/2021 16:05

Tabella 3 - Massimi di pioggia più significativi, espressi in millimetri, registrati per le durate di 6, 12 e 24 ore in alcune stazioni pluviometriche della rete meteorografica piemontese e ligure. L'ora indicata (UTC) si riferisce alla fine dell'evento precipitativo. In grassetto sono indicati i valori più rilevanti di precipitazione.

ZONA	BACINO	COMUNE	PROV	STAZIONE	MAX 6H [mm]	DATA E ORA MAX 6H	MAX 12H [mm]	DATA E ORA MAX 12H	MAX 24H [mm]	DATA E ORA MAX 24H
Piem-B	SEZIA	GRAGLIA	BI	GRAGLIA	143,69	05/10/2021 1 07:47	165,5	05/10/2021 06:08	195,19	05/10/2021 15:35
Piem-C	PO	COAZZE	TO	COAZZE	123,9	04/10/2021 1 22:46	171,38	05/10/2021 00:22	175,19	05/10/2021 00:35
Piem-C	PO	CORIO	TO	PIANO AUDI	115,59	05/10/2021 1 02:36	180,34	05/10/2021 02:32	205,44	05/10/2021 09:41
Piem-C	DORA RIPARIA	SUSA	TO	PIETRASTRETTA	62,28	04/10/2021 1 22:13	73,51	05/10/2021 00:49	76,52	05/10/2021 00:40
Piem-D	PELLICE	PERRERO	TO	PERRERO GERMANASCA	82,79	04/10/2021 1 21:01	103,05	05/10/2021 00:09	110,28	05/10/2021 09:05
Piem-G	TANARO	BOSIO	AL	BRIC CASTELLARO	129,82	04/10/2021 1 14:23	194,81	04/10/2021 18:16	222,26	05/10/2021 01:57
Piem-G	TANARO	CASALEGGIO BOIRO	AL	LAVAGNINA LAGO	182,22	04/10/2021 1 18:09	219,12	04/10/2021 19:32	237,76	05/10/2021 02:05
Piem-G	TANARO	MALLARE	SV	MALLARE	267,83	04/10/2021 1 11:25	303,62	04/10/2021 17:43	343,98	04/10/2021 21:32
Piem-G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	MONTENOTTE INFERIORE	535,1	04/10/2021 1 08:59	604,11	04/10/2021 14:02	661,92	04/10/2021 20:08
Piem-G	TANARO	OVADA	AL	OVADA	163,32	04/10/2021 1 16:24	268,09	04/10/2021 18:12	355,4	05/10/2021 00:00
Piem-G	TANARO	SASSELLO	SV	PIAMPALUDO	201,75	04/10/2021 1 16:02	252,78	04/10/2021 19:55	264,24	04/10/2021 18:01
Piem-G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE BRIC BERTON	354,35	04/10/2021 1 10:30	472,44	04/10/2021 16:03	563,64	04/10/2021 22:16
Piem-G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE CIMA FERLE	145,51	04/10/2021 1 08:21	195,76	04/10/2021 13:35	272,94	04/10/2021 23:29
Piem-G	TANARO	ROSSIGLIONE	GE	ROSSIGLIONE	444,02	04/10/2021 1 10:03	779,6	04/10/2021 15:42	926,46	04/10/2021 22:48
Piem-G	TANARO	SASSELLO	SV	SASSELLO	325,38	04/10/2021 1 09:59	376,26	04/10/2021 14:05	429,08	04/10/2021 18:51
Piem-G	TANARO	CALIZZANO	SV	SETTEPANI	119,98	04/10/2021 1 13:45	142,08	04/10/2021 19:18	149,5	05/10/2021 07:18
Piem-H	CURONE	FABBRICA CURONE	AL	CALDIROLA	87,35	04/10/2021 1 18:58	101,64	04/10/2021 19:07	103,45	05/10/2021 06:57

Si riportano di seguito (Tabella 4) i valori più significativi di pioggia giornaliera per le stazioni pluviometriche della rete gestita da Arpa Piemonte dal 1 al 4 ottobre 2021 ed il totale dei quattro giorni, con ordinamento decrescente per ciascuna zona di allertamento e, evidenziate in grassetto, le stazioni che hanno registrato il totale maggiore.

Tabella 4 - Pioggia cumulata giornaliera e totale dell'evento, espresse in millimetri, per le stazioni più significative.

ZONA	BACINO	COMUNE	PROV	STAZIONE	03 ottobre	04 ottobre	05 ottobre	TOTALE
Piem-B	SESIA	GRAGLIA	BI	GRAGLIA	21,2	44,6	152,4	218,2
Piem-C	PO	CORIO	TO	PIANO AUDI	9,4	135,4	71	215,8
Piem-C	PO	COAZZE	TO	COAZZE	11	176	2	189
Piem-C	DORA RIPARIA	SUSA	TO	PIETRASTRETTA	3,2	75,6	1,4	80,2
Piem-D	PELLICE	PERRERO	TO	PERRERO GERMANASCA	5,4	109,6	2	117
Piem-G	TANARO	ROSSIGLIONE	GE	ROSSIGLIONE	43	882,8	1,2	927
Piem-G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	MONTENOTTE INFERIORE	6,2	616	5	627,2
Piem-G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE BRIC BERTON	19,8	533	2,2	555
Piem-G	TANARO	SASSELLO	SV	SASSELLO	12,8	413,6	3,2	429,6
Piem-G	TANARO	OVADA	AL	OVADA	13,8	349	0,2	363
Piem-G	TANARO	MALLARE	SV	MALLARE	11,2	318,2	3	332,4
Piem-G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE CIMA FERLE	8,4	267	0,8	276,2
Piem-G	TANARO	SASSELLO	SV	PIAMPALUDO	14,6	249,8	9	273,4
Piem-G	TANARO	CASALEGGIO BOIRO	AL	LAVAGNINA LAGO	25,4	233,2	2,2	260,8
Piem-G	TANARO	BOSIO	AL	BRIC CASTELLARO	28,9	217,5	0,8	247,2
Piem-G	TANARO	CALIZZANO	SV	SETTEPANI	2,4	138,8	6,4	147,6
Piem-H	CURONE	FABBRICA CURONE	AL	CALDIROLA	11	101,4	3,2	115,6

Le stazioni di Rossiglione (GE), Sassello (SV), Ponzone Bric Berton (AL) e Montenotte Inferiore (SV) hanno registrato, nella sola giornata del 4 ottobre, valori superiori a 400 mm. Si sottolineano in particolare i **valori eccezionali di 882,5 mm e 616,0 mm registrati il 4 ottobre 2021 dai pluviometri di Rossiglione (GE) e Montenotte Inferiore (SV).**

Analisi statistica delle precipitazioni

La caratterizzazione in termini statistici dell'evento si effettua mediante il confronto dei valori di altezza e durata delle precipitazioni registrate in corso d'evento con quelli relativi alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) utilizzate nel sistema di allerta regionale.

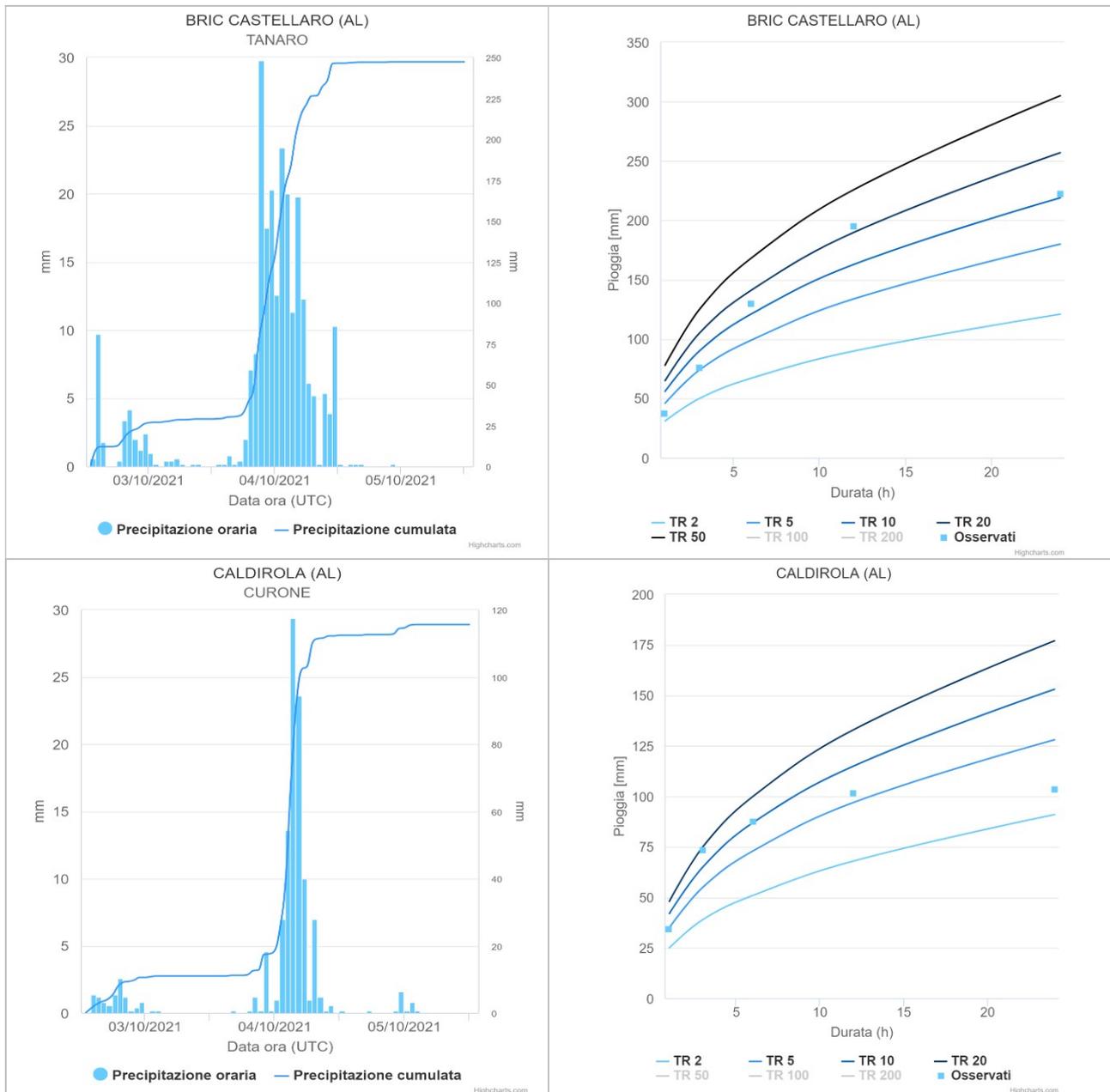
Nei grafici seguenti (Figura 17) sono riportati, per alcune stazioni ritenute più significative, a sinistra gli ietogrammi e a destra le altezze di pioggia dell'evento, espresse in funzione delle diverse durate (1, 3, 6, 12, 24 ore) e confrontate con le curve di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno (5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni). Questo tipo di confronto consente di capire quali siano le durate maggiormente critiche e permette la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

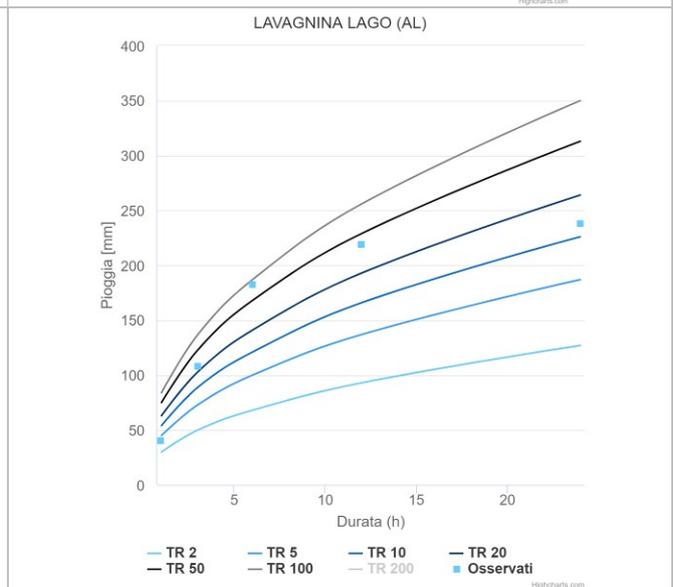
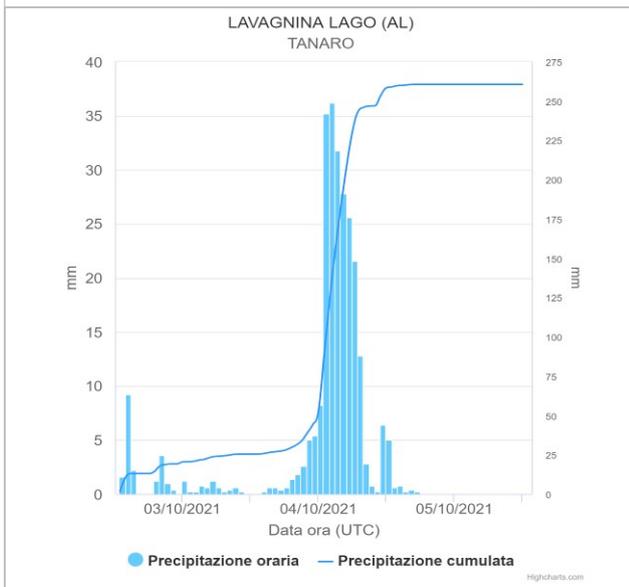
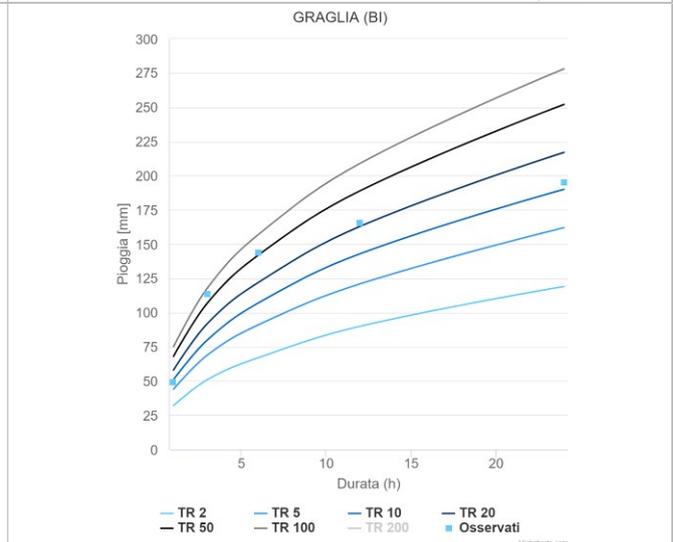
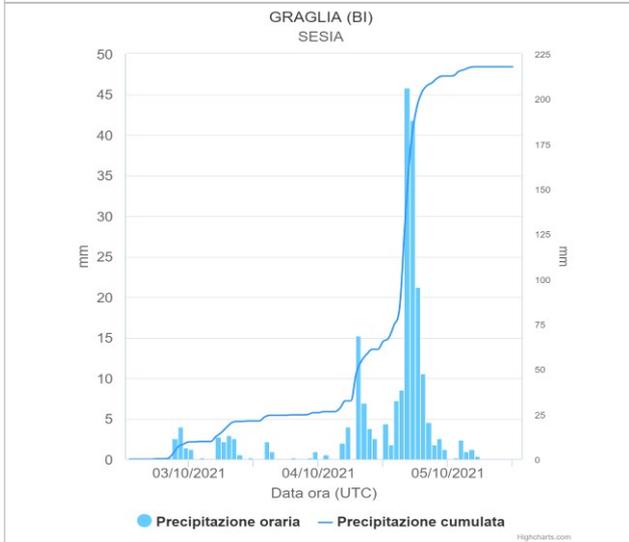
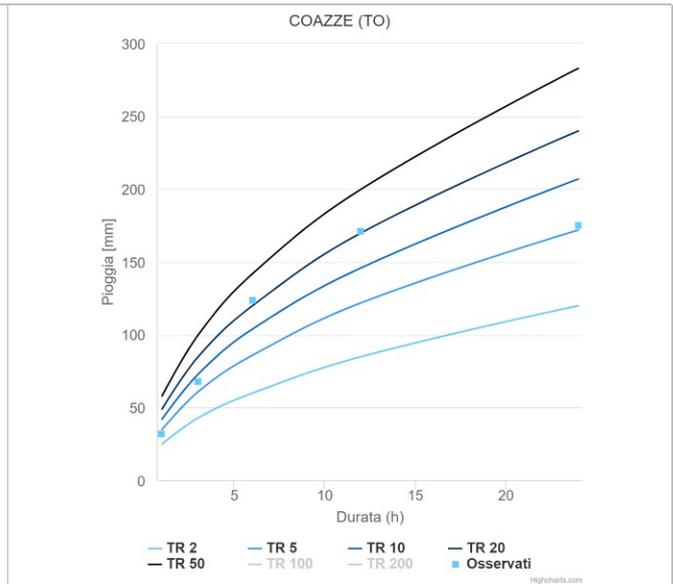
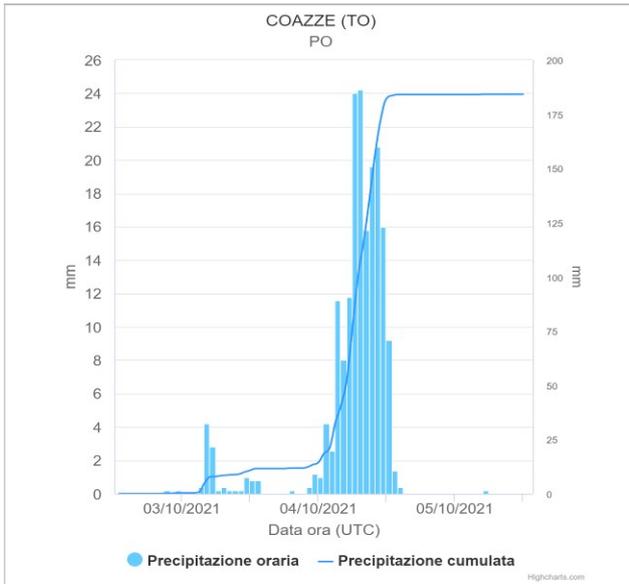
Nelle stazioni maggiormente coinvolte dalle precipitazioni i tempi di ritorno stimati superano i 200 anni, confermando l'eccezionalità dell'evento.

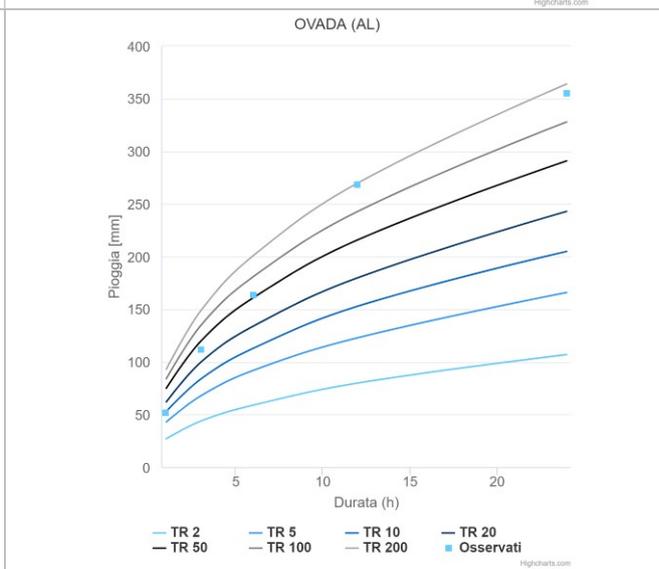
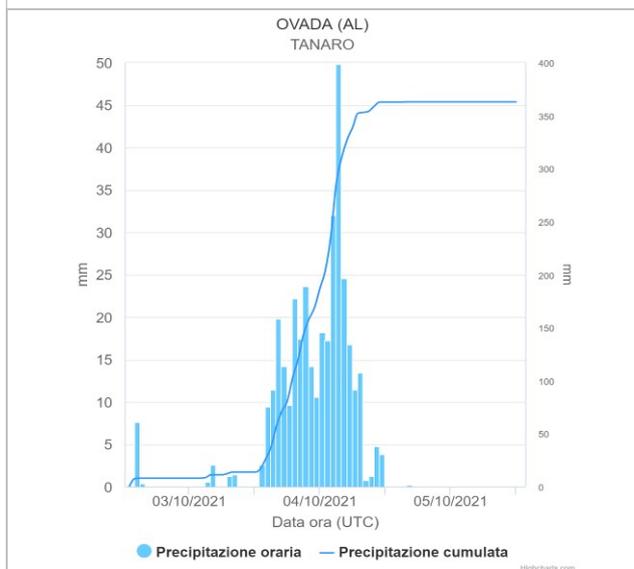
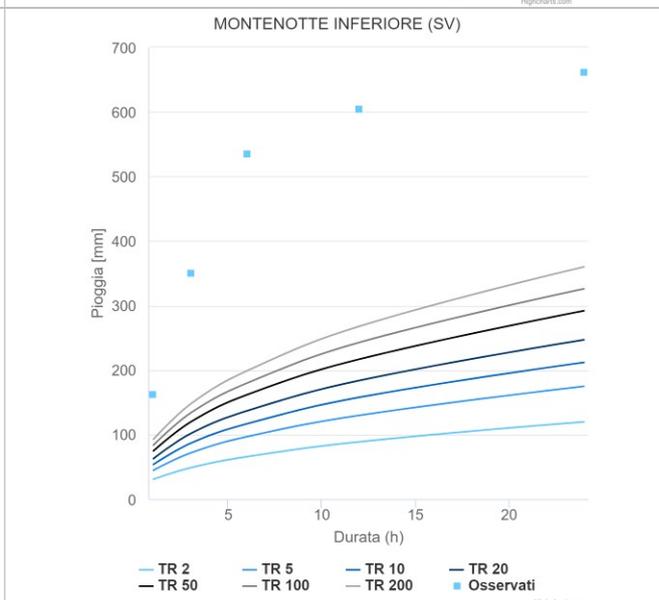
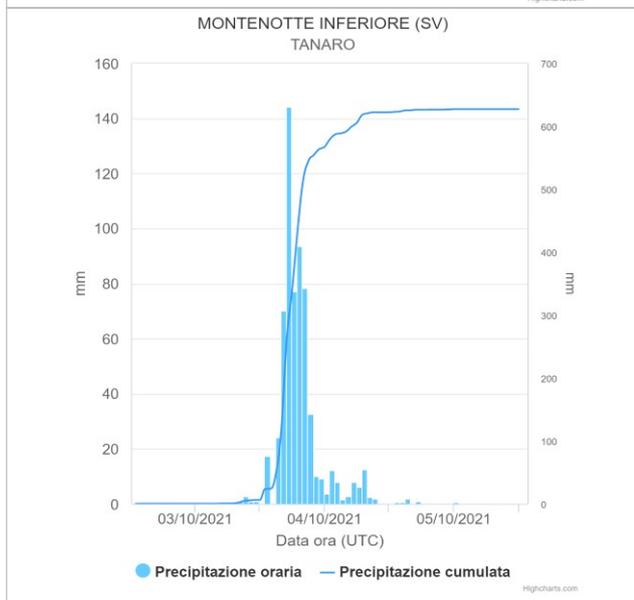
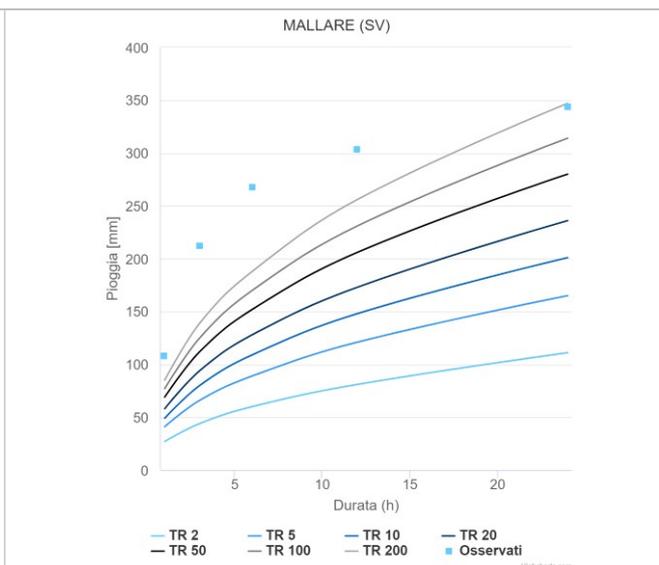
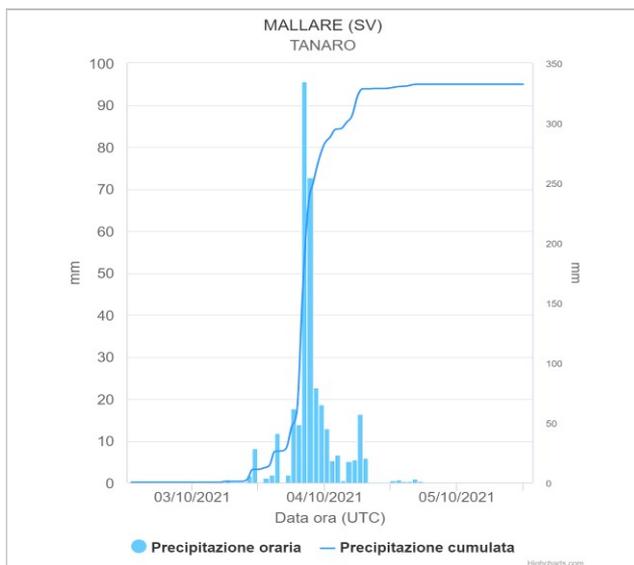
Si segnalano in particolare i **valori estremi, superiori a 200 anni di tempo di ritorno per tutte le durate (1, 3, 6, 12, 24 ore)**, registrati dalla stazione piemontese di Ponzone Bric Berton (AL) e dalle stazioni liguri di Mallare (SV), Montenotte Inferiore (SV), Rossiglione (GE) e Sassello (SV).

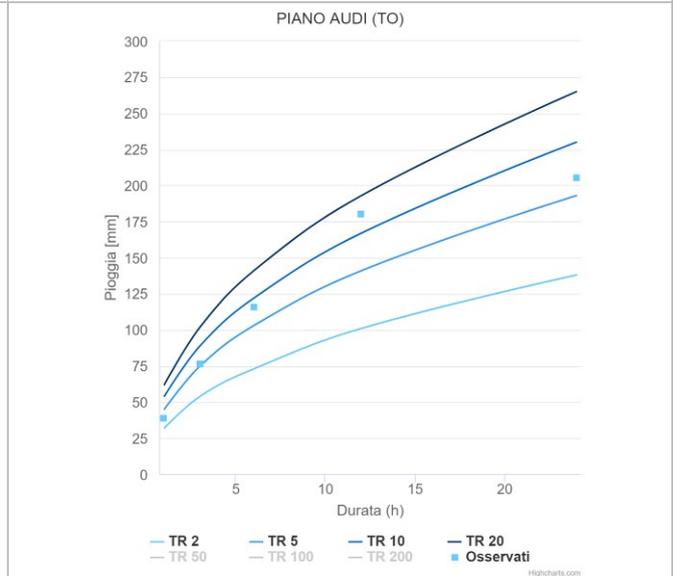
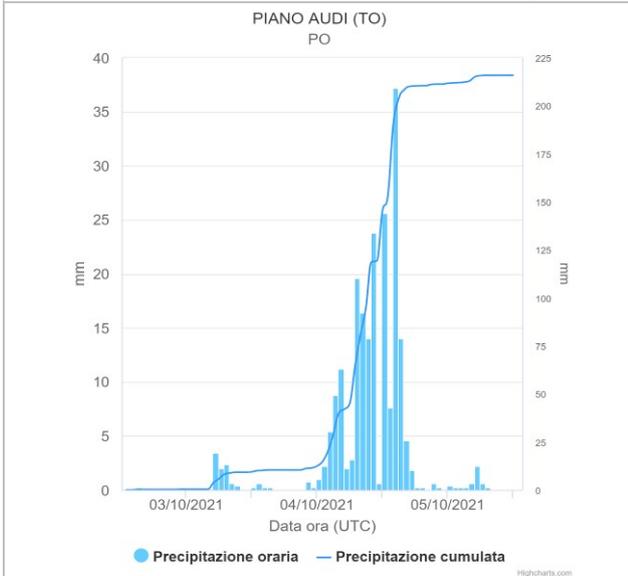
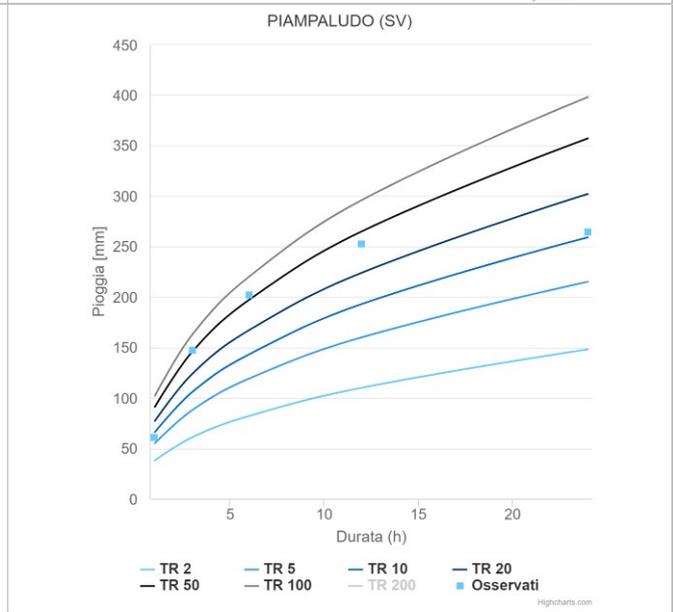
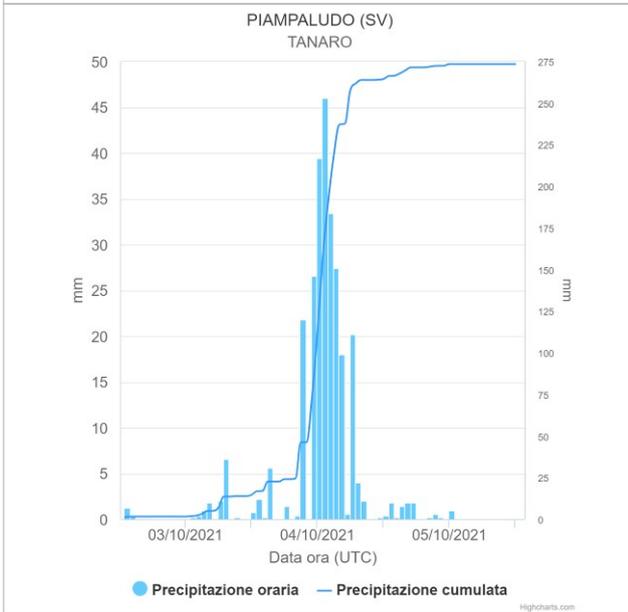
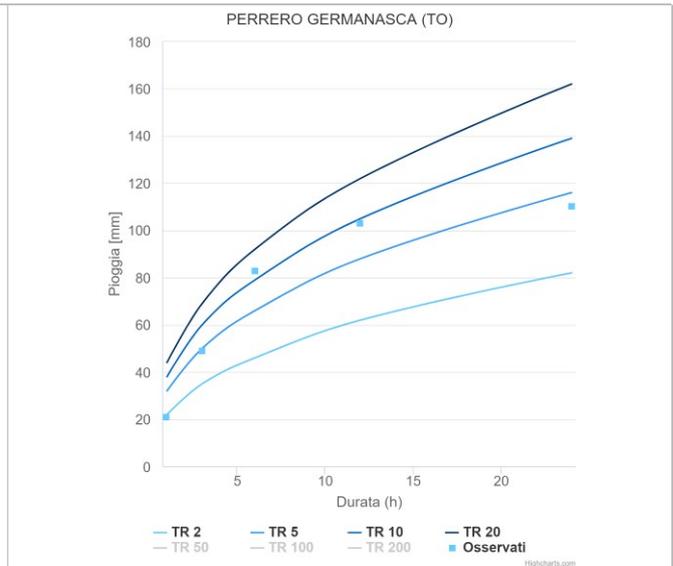
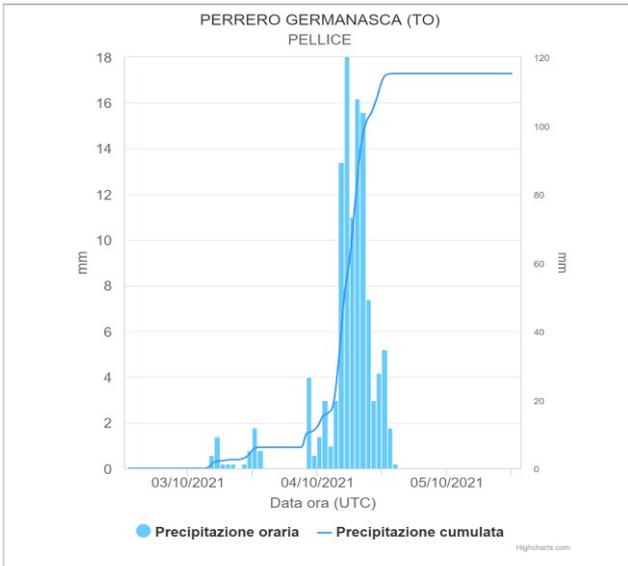
Valori elevati sono stati registrati anche dai pluviometri di Settepani (SV) e Ovada (AL) con un tempo di ritorno di 200 anni rispettivamente per la durata di 1 e 12 ore.

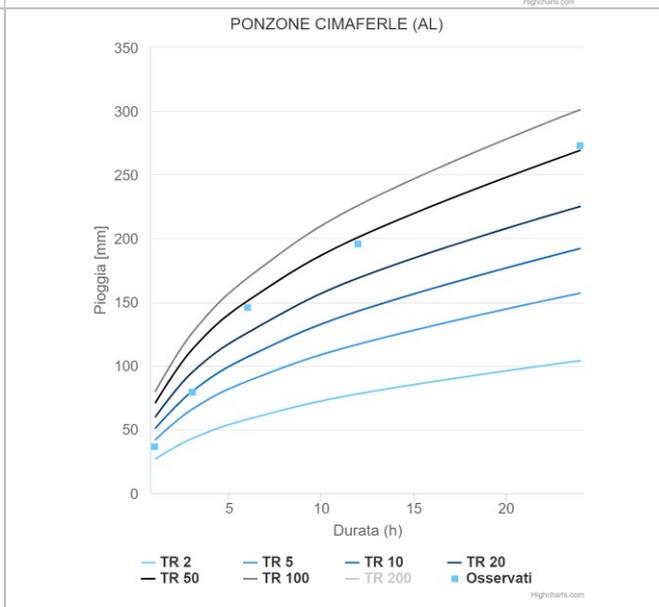
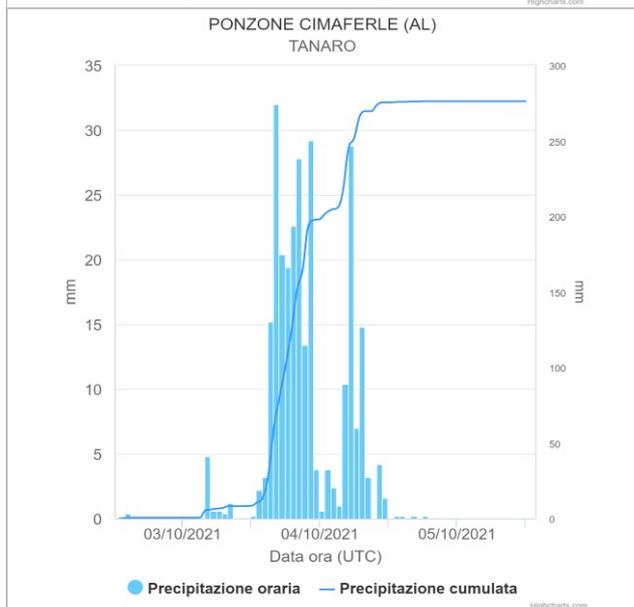
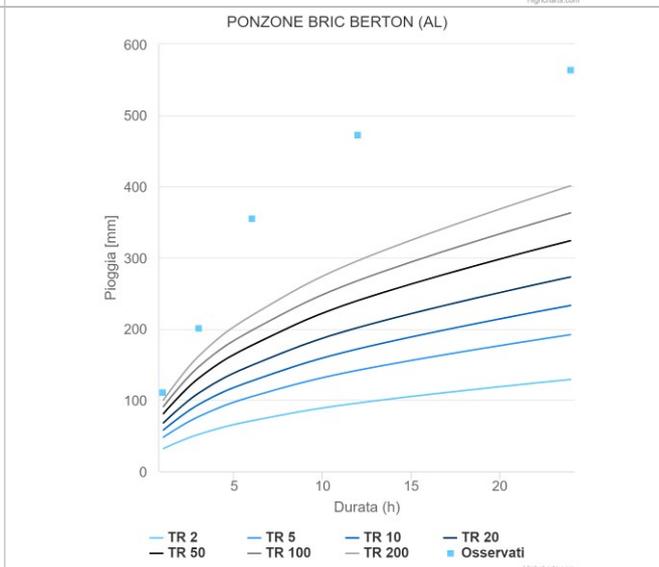
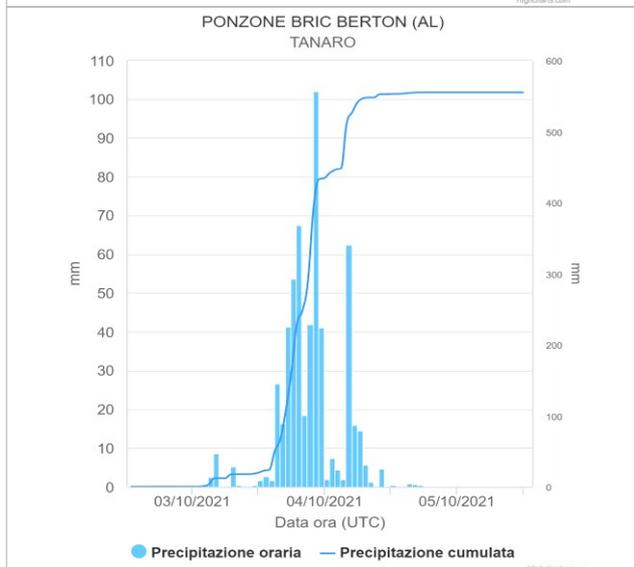
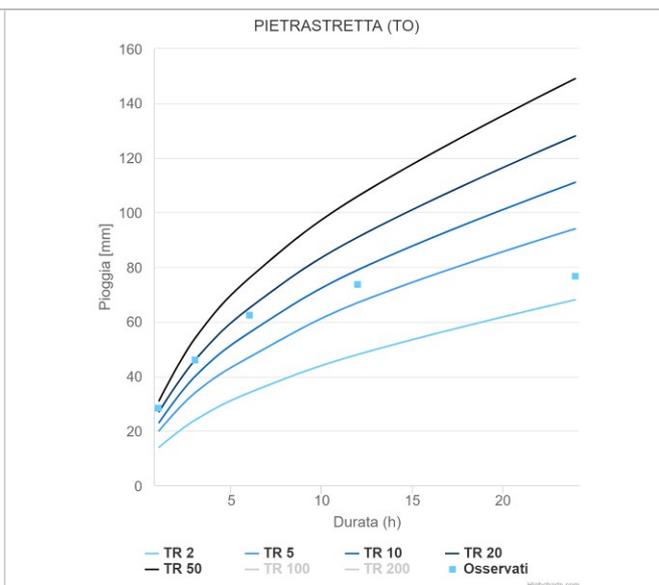
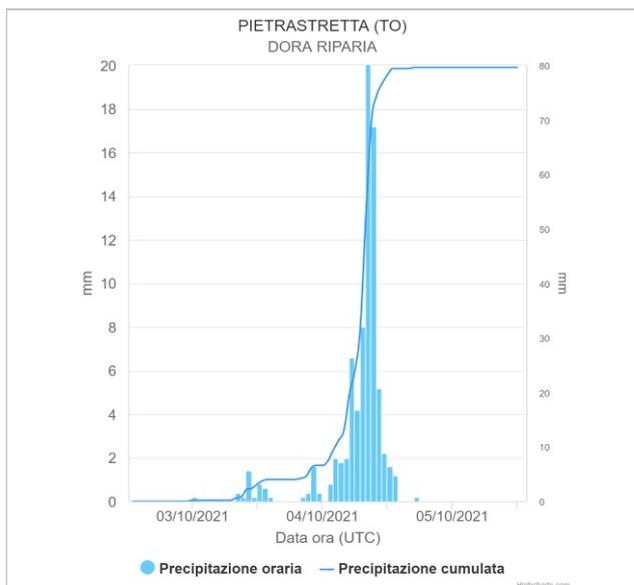
Nella stazione di Lavagnina Lago (AL) è stato registrato un valore con tempo di ritorno di 100 anni per una durata di 6 ore. Si segnala anche, nell'area settentrionale della regione, il valore della stazione di Graglia (BI) per la durata di 3 ore con un tempo di ritorno tra 50 e 100 anni.











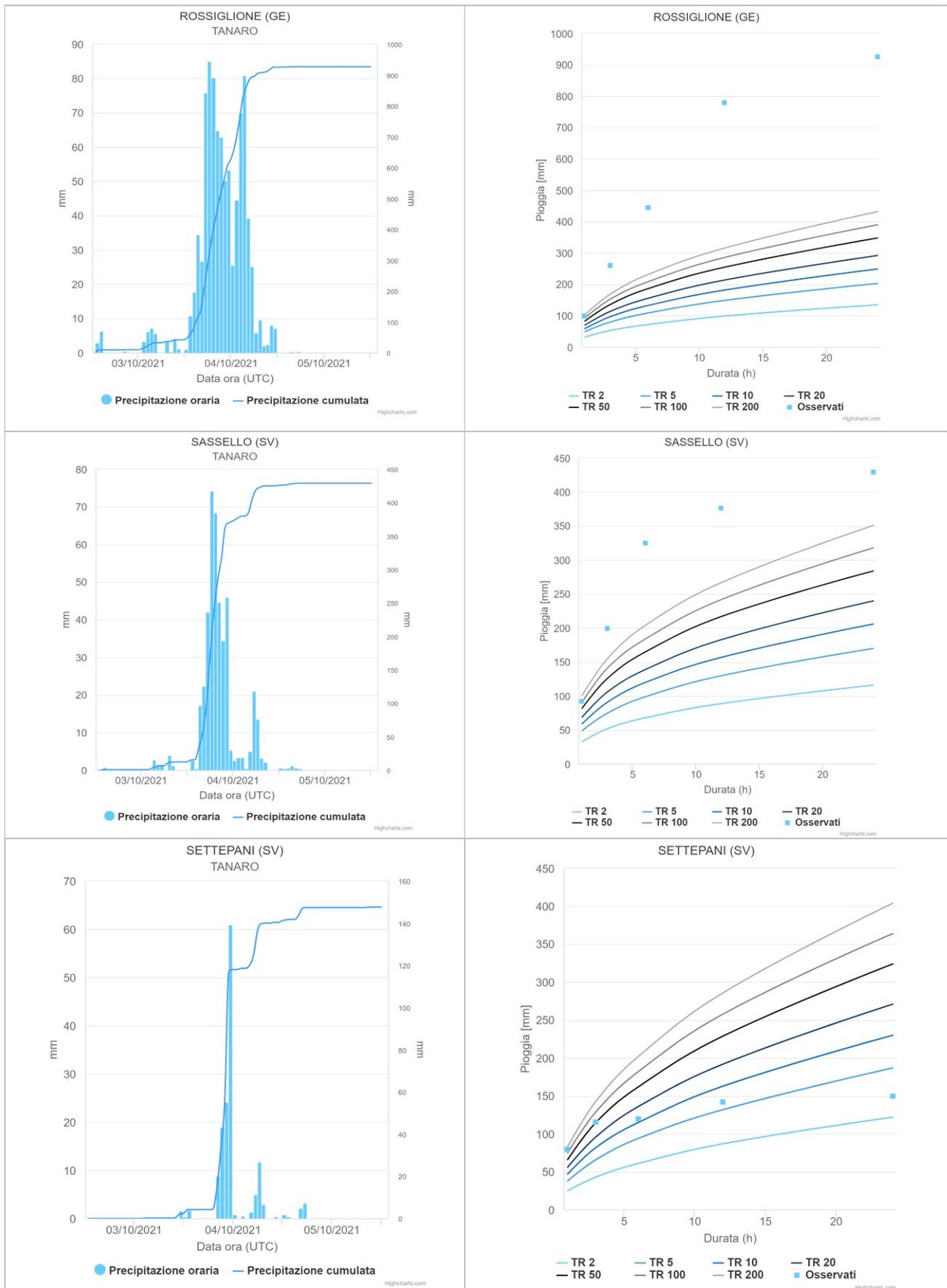


Figura 17 - Ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

ANALISI IDROMETRICA

Le precipitazioni di straordinaria intensità che hanno colpito il settore orientale della regione, insistendo in particolare sulla sua parte meridionale, hanno generato sui corsi d'acqua del reticolo principale e secondario di tale zona **onde di piena eccezionali** che, nei bacini **della Bormida e dell'Orba**, hanno superato i livelli di riferimento storici. Gli incrementi di livello sono stati repentini ed il colmo si è raggiunto al massimo in 12 ore nelle sezioni di chiusura dei bacini più estesi.

In misura decisamente più contenuta, sono stati interessati dalle precipitazioni anche i bacini settentrionali del Sesia e dell'Orco che hanno registrato innalzamenti dei livelli significativi ma ben al di sotto delle soglie di pericolo. Nello specifico, il fiume Sesia agli idrometri di Borgosesia (VC) e Palestro (PV), con livelli al colmo rispettivamente di 3,8m e 3,47m, si è mantenuto quasi un metro sotto il livello di guardia; la portata transitata a Palestro è stata di circa 1100 mc/s corrispondente ad un tempo di ritorno inferiore ai 5 anni, mentre sul Cervo, all'idrometro di Vigliano (BI) il colmo misurato è stato di 1,62m, circa 20 cm sotto il livello di guardia. Il torrente Orco ha registrato un picco di 1.73m, valore di poco superiore al livello di guardia all'idrometro di Spineto (TO) mentre in chiusura, a San Benigno (TO), non si sono registrati livelli significativi.

Nel settore meridionale, i valori di livello al colmo sono stati particolarmente significativi, soprattutto sulla parte più orientale del bacino della Bormida e sull'intero bacino dell'Orba. Nello specifico, le precipitazioni da record delle prime ore del 4 ottobre, hanno generato, in pochissimo tempo, la piena del **torrente Erro** che, all'idrometro di Cartosio (AL), ha registrato un livello massimo di **4,91m** corrispondente, da una prima stima, ad una portata di oltre **1000 mc/s**. L'onda di piena dell'Erro è confluita nella Bormida a monte dell'idrometro di Cassine (AL) mentre l'alto bacino della Bormida ancora non stava contribuendo in maniera sostanziale, pertanto il colmo di 4,61m a **Cassine (AL)** ha superato il livello di pericolo ma non il livello storico di riferimento pari a 5,44m raggiunto a novembre 2019. La portata al colmo osservata è stata di circa **1800 mc/s** corrispondente ad un tempo di ritorno di vent'anni.

Con alcune ore di ritardo rispetto alla Bormida, vista la diversa distribuzione temporale delle precipitazioni, si è formata la piena dell'Orba che, in tutte le sezioni dotate di stazione idrometrica, ha fatto registrare il superamento dei livelli di pericolo. Nello specifico all'idrometro di Tiglieto si è registrato un livello al colmo di 6,63m, valore mai osservato prima. Anche più a valle, la piena ha mantenuto il suo carattere di eccezionalità superando i riferimenti storici del 2014 a **Basaluzzo (AL)** con 3,82m contro 3,74m, e del 2019 a **Casalcermeli (AL)** con 7,61 contro 7,5m. In entrambe le sezioni la portata stimata è stata di **poco più di 2200 mc/s** corrispondente, se si fa riferimento ai valori indicati dall'Autorità di Bacino del Po nel Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni - Direttiva 2007/60/CE e D.lgs. 49/2010 (PGRA), ad un tempo di ritorno centennale.

Lo sfasamento delle due onde di piena della Bormida e dell'Orba ha limitato gli effetti nel nodo idraulico di **Alessandria** dove, tuttavia, è stato registrato il valore di livello più alto di sempre per la **Bormida**, 9,41m superiore anche al 9,39m del novembre 2019, cui corrisponde una portata di circa **3000 mc/s** caratterizzata da un tempo di ritorno (rif. PGRA) superiore ai 50 anni. A valle di Alessandria, l'onda di piena è confluita nel **Tanaro che, a Montecastello (AL)**, ha registrato un livello al colmo di 7,18m corrispondente ad una portata di poco più di **3100 mc/s** caratterizzata da un tempo di ritorno ventennale (rif. PGRA).

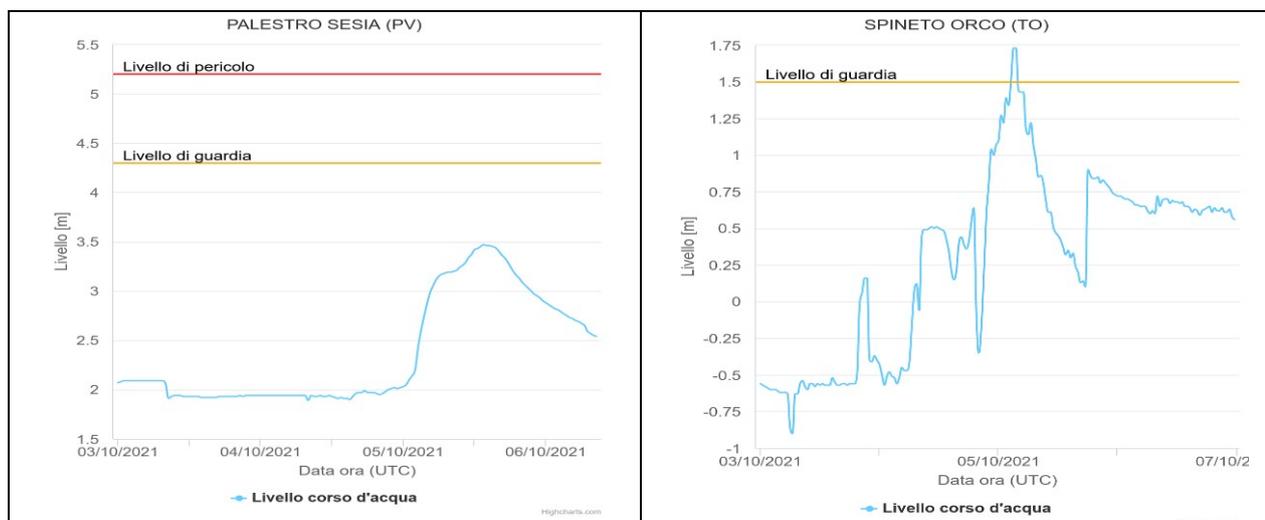
Lungo l'asta del **Po** si sono registrati incrementi decisamente più contenuti e limitati al tratto da Valenza (AL) a Isola S. Antonio (AL), cioè a valle delle confluenze rispettivamente del Sesia e del Tanaro. La portata calcolata ad Isola S. Antonio è stata di circa 2600 mc/s.

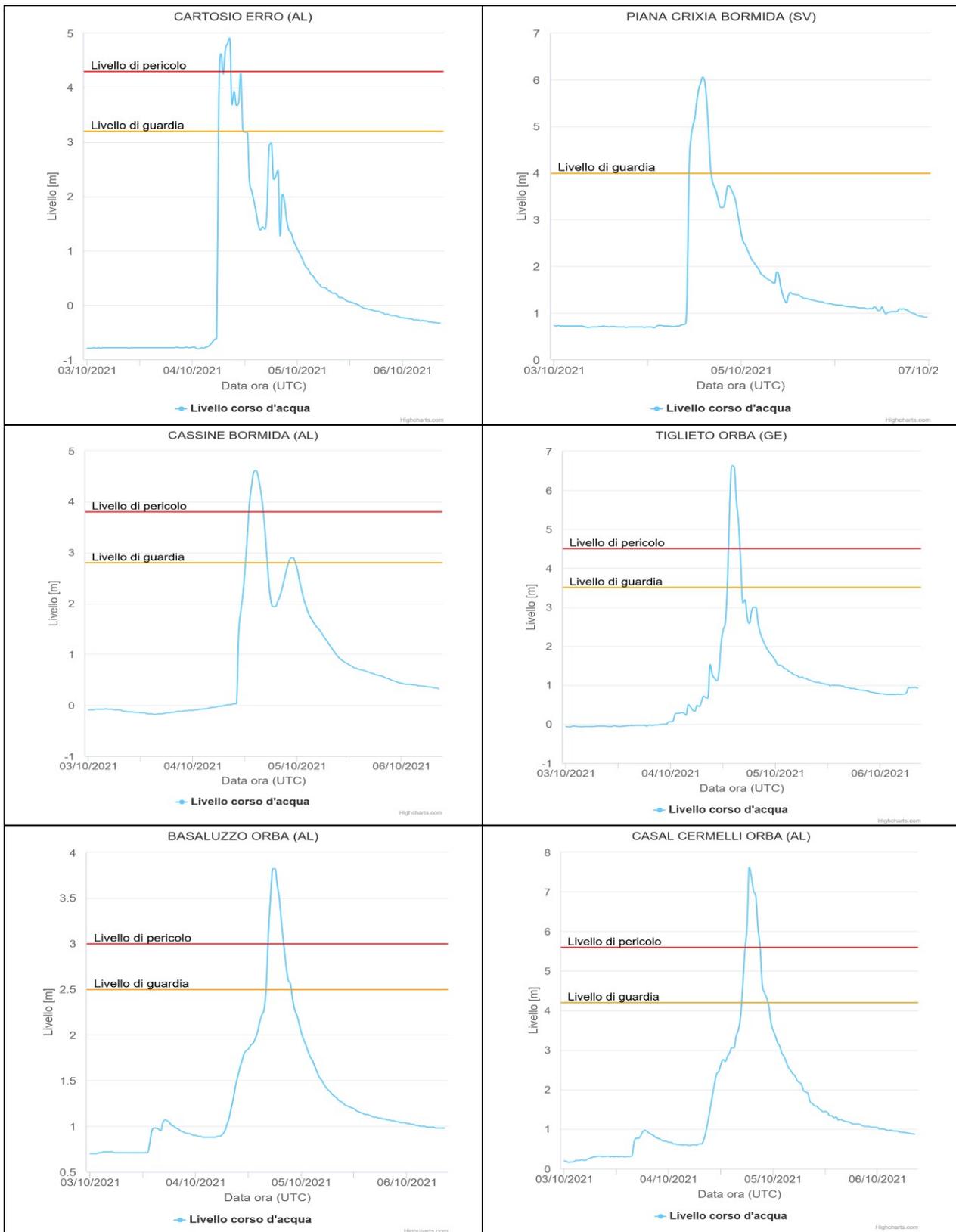
Nella seguente tabella si riportano i colmi di piena ed i massimi incrementi di livello, espressi in metri, registrati durante l'evento per le stazioni idrometriche più significative.

Tabella 5 - Colmi di piena e massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento per le stazioni più significative.

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	liv. guardia	liv. pericolo	Incremento max. in 24h
TICINO	VANZONE CON SAN CARLO	VB	SAN CARLO ANZA	04/10/2021 23:00	1,68	1,5	n,d.	1,7
TICINO	SAN BERNARDINO VERBANO	VB	SANTINO SAN BERNARDINO	04/10/2021 05:30	5,67	6,6	7,4	4,23
TICINO	VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	06/10/2021 07:30	4,36	5	6	0,69
SEZIA	BORGOSESIA	VC	BORGOSESIA SESIA	05/10/2021 09:00	3,8	4,6	5,5	2,4
SEZIA	SAGLIANO MICCA	BI	PASSOBREVE CERVO	05/10/2021 06:00	4,31	5	6	2,94
SEZIA	VIGLIANO BIELLESE	BI	VIGLIANO CERVO	05/10/2021 07:00	1,62	1,8	2,5	1,33
SEZIA	PALESTRO	PV	PALESTRO SESIA	05/10/2021 13:30	3,47	4,3	5,2	1,55
ORCO	CASTELLAMONTE	TO	SPINETO ORCO	05/10/2021 03:00	1,73	1,5		2,29
ORCO	SAN BENIGNO CANAVESE	TO	SAN BENIGNO ORCO	05/10/2021 06:00	2,18	3	3,8	1,55
TANARO	CARTOSIO	AL	CARTOSIO ERRO	04/10/2021 08:30	4,91	3,2	4,3	5,69
TANARO	CASSINE	AL	CASSINE BORMIDA	04/10/2021 14:30	4,61	2,8	3,8	4,78
TANARO	TIGLIETO	GE	TIGLIETO ORBA	04/10/2021 14:00	6,63	3,5	4,5	6,67
TANARO	BASALUZZO	AL	BASALUZZO ORBA	04/10/2021 17:30	3,82	2,5	3	2,78
TANARO	CASAL CERMELLI	AL	CASAL CERMELLI ORBA	04/10/2021 18:30	7,61	4,2	5,6	6,64
TANARO	ALESSANDRIA	AL	ALESSANDRIA BORMIDA	04/10/2021 22:00	9,41	5,7	7	8
TANARO	MONTECASTELLO	AL	MONTECASTELLO TANARO	04/10/2021 22:30	7,18	6,1	6,9	7,37
PO	VALENZA	AL	VALENZA PO	05/10/2021 18:00	2,02	3,3	4,8	2,68
PO	ISOLA SANT'ANTONIO	AL	ISOLA S. ANTONIO PO	05/10/2021 04:30	4,21	6,5	8	3,72

Di seguito (Figura 18) si riportano gli idrogrammi di piena più significativi.





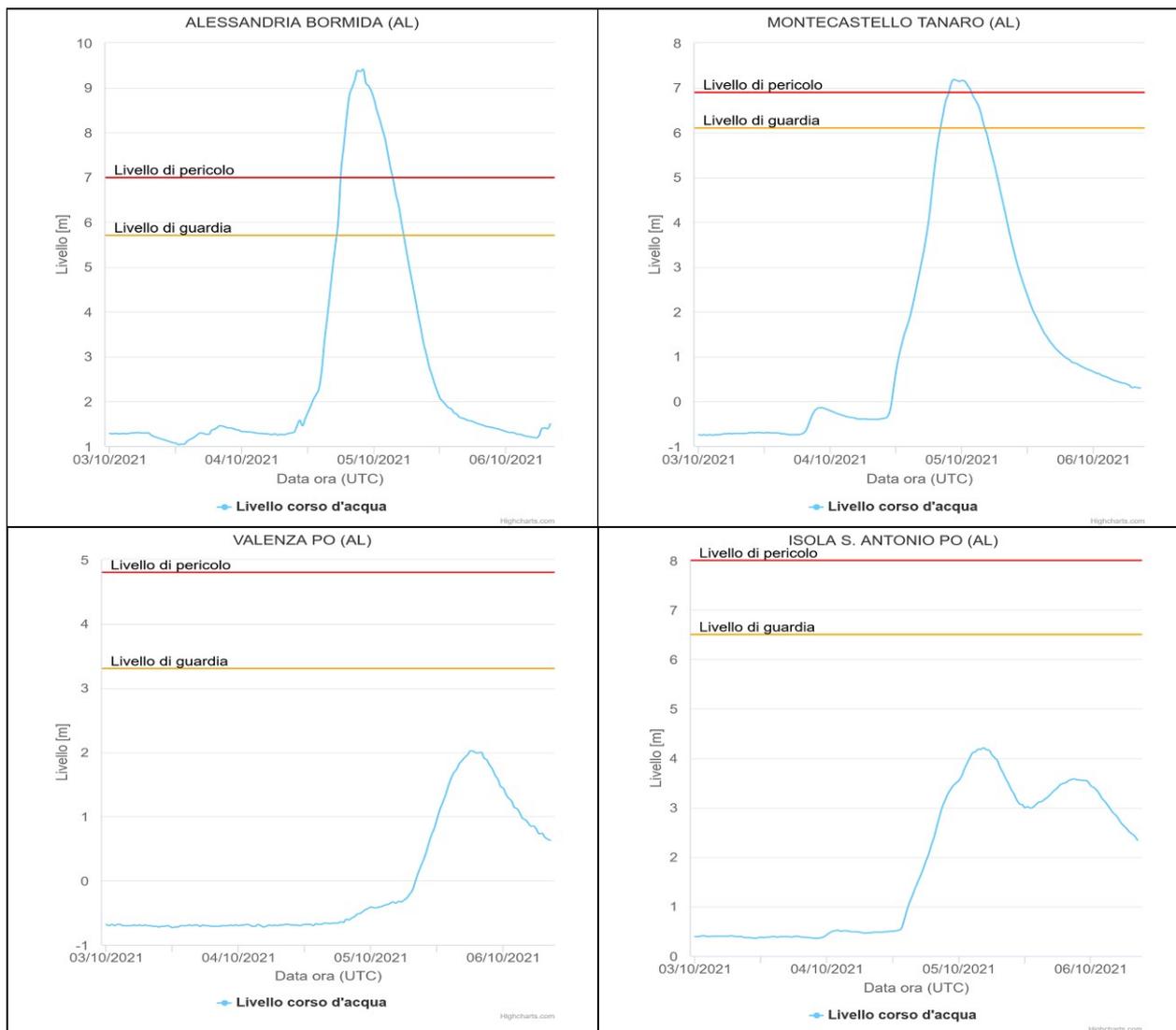


Figura 18 - Idrogrammi delle stazioni idrometriche che hanno registrato i colmi più significativi.

Come si può notare dai dati in Tabella 5 e dagli idrogrammi in Figura 18 la piena ha avuto caratteristiche impulsive molto spinte e una durata inferiore rispetto alle tipiche alluvioni che hanno colpito il territorio regionale nel passato e molto simile, invece, a quanto accaduto lo scorso ottobre 2020 dove, però, l'evento è stato spazialmente più esteso. Sia la fase ascendente che quella discendente e di esaurimento della piena sono state molto rapide, data la durata relativamente breve delle precipitazioni e la loro distribuzione spaziale molto concentrata. A tal proposito è interessante notare la forma molto simile degli idrogrammi della Bormida ad Alessandria e del Tanaro a Montecastello, che evidenzia come siano stati praticamente nulli (circa 100 mc/s) i contributi del bacino di monte del Tanaro. Dalla caratterizzazione statistica delle portate al colmo si evince che l'evento si può ritenere centennale nel bacino dell'Orba, cinquantennale nel tratto terminale della Bormida e ventennale sul Tanaro a valle di Alessandria.

ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE

Il Centro Funzionale di Arpa Piemonte fin dal 2 ottobre 2021 ha emesso allerta gialla idrogeologica per temporali forti sulle zone meridionali G ed H. La giornata successiva, all'avvicinarsi del sistema frontale, il codice colore giallo è stato esteso a tutte le aree orientali del Piemonte e si è aggiunto il rischio idrogeologico ed idraulico: in zona A si è passati a codice arancione. La giornata del 4 ottobre vede un marcato deterioramento delle condizioni meteorologiche ed idrauliche e conseguentemente il codice colore è stato aumentato a rosso sulle zone A e G ed esteso il giallo alle Valli Lanzo e Orco ed alla pianura del torinese. Nella giornata del 5 ottobre 2021 la rapida decrescita dei corsi d'acqua e la marcata attenuazione delle precipitazioni, salvo piovachi, determina il ripristino di condizioni ordinarie ad eccezione dell'area G che è rimasta in codice colore giallo per le eccezionali precipitazioni pregresse e la possibilità di inneschi superficiali.

BOLETTINO		48875468		Regione Piemonte Settore Protezione Civile								
BOLETTINO N	DATA EMISSIONE	VALIDITA'	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE							
275/2021	02/10/2021 ore 13:00	35 ore	03/10/2021 ore 13:00	Arpa Centro Funzionale	Regione Piemonte							
ZONA DI ALLERTA	LIVELLI DI ALLERTA										SINTESI dello SCENARIO ATTESO	
	LIVELLO ALLERTA MASSIMO	oggi					domani					
		IDROGEOLOGICO	IDROLOGICO	IDRAULICO	NEVE	VALANGHE	IDROGEOLOGICO	IDROLOGICO	IDRAULICO	NEVE		VALANGHE
A	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
B	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
C	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
D	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
E	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
F	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
G	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti ed inneschi fenomeni di versante	
H	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	Locali allagamenti ed inneschi fenomeni di versante	
I	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
L	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
M	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	

QUADRO DI SINTESI

Livelli di allerta massimi nel periodo di validità del bollettino



LIVELLO DI ALLERTA

VERDE: Assenza di fenomeni significativi prevedibili
Fenomeni localizzati

ARANCIONE: Fenomeni diffusi

GIALLO: Fenomeni estesi

ROSSO: Fenomeni molto estesi

La carta per allerta è valida solo sulla Pianura Subalpina (AL-AT-NO-TO-VC) area monitorata e nel periodo di emissione del bollettino del Pericolo meteo-idrogeologico.

ZONE DI ALLERTA

A: Toce (NO-VC)
B: Vall Susa, Corvo e Chiusella (BE-TO-VC)
C: Valle Orco, Lanzo, Baioe, valle Susa e Saorge (TO)
D: Alta val Susa, Orsiera, Pellice e Po (CN-TO)
E: Valli Noce, Maira e Stura (CN)
F: Valle Tanaro (CN)
G: Belforte e Bormida (AL-AT-CN)
H: Scivia (AL)
I: Pianura Subalpina (AL-AT-NO-TO-VC)
L: Pianura Torinese e Colline (AL-AT-CN-TO)
M: Pianura Cuneese (CN-TO)

Per una corretta interpretazione ed approfondimenti consultare sempre il dispuntone www.arpa.piemonte.it

BOLETTINO		48875468		Regione Piemonte Settore Protezione Civile								
BOLETTINO N	DATA EMISSIONE	VALIDITA'	AGGIORNAMENTO	SERVIZIO A CURA DI	AMBITO TERRITORIALE							
276/2021	03/10/2021 ore 13:00	35 ore	04/10/2021 ore 13:00	Arpa Centro Funzionale	Regione Piemonte							
ZONA DI ALLERTA	LIVELLI DI ALLERTA										SINTESI dello SCENARIO ATTESO	
	LIVELLO ALLERTA MASSIMO	oggi					domani					
		IDROGEOLOGICO	IDROLOGICO	IDRAULICO	NEVE	VALANGHE	IDROGEOLOGICO	IDROLOGICO	IDRAULICO	NEVE		VALANGHE
A	ARANCIONE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	ARANCIONE	VERDE	GIALLO	GIALLO	GIALLO	Limitate esondazioni dei corsi d'acqua e attivazione fenomeni di versante	
B	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	GIALLO	GIALLO	GIALLO	Locali allagamenti, caduta alberi, fuiminzioni e inneschi fenomeni di versante	
C	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
D	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
E	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
F	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
G	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	GIALLO	GIALLO	GIALLO	Locali allagamenti, caduta alberi, fuiminzioni e inneschi fenomeni di versante	
H	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	GIALLO	GIALLO	GIALLO	Locali allagamenti, caduta alberi, fuiminzioni e inneschi fenomeni di versante	
I	GIALLO	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	GIALLO	VERDE	GIALLO	GIALLO	GIALLO	Locali allagamenti, caduta alberi, fuiminzioni e inneschi fenomeni di versante	
L	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	
M	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	VERDE	-	

QUADRO DI SINTESI

Livelli di allerta massimi nel periodo di validità del bollettino



LIVELLO DI ALLERTA

VERDE: Assenza di fenomeni significativi prevedibili
Fenomeni localizzati

ARANCIONE: Fenomeni diffusi

GIALLO: Fenomeni estesi

ROSSO: Fenomeni molto estesi

L'alerta per allerta è valida solo sulla Pianura Subalpina (AL-AT-NO-TO-VC) area monitorata e nel periodo di emissione del bollettino del Pericolo meteo-idrogeologico.

ZONE DI ALLERTA

A: Toce (NO-VC)
B: Vall Susa, Corvo e Chiusella (BE-TO-VC)
C: Valle Orco, Lanzo, Baioe, valle Susa e Saorge (TO)
D: Alta val Susa, Orsiera, Pellice e Po (CN-TO)
E: Valli Noce, Maira e Stura (CN)
F: Valle Tanaro (CN)
G: Belforte e Bormida (AL-AT-CN)
H: Scivia (AL)
I: Pianura Subalpina (AL-AT-NO-TO-VC)
L: Pianura Torinese e Colline (AL-AT-CN-TO)
M: Pianura Cuneese (CN-TO)

Per una corretta interpretazione ed approfondimenti consultare sempre il dispuntone www.arpa.piemonte.it

AVVISO DI CONDIZIONI METEOROLOGICHE AVVERSE: Allerta ARANCIONE nella zona A Toce a partire dalla mattina di domani con i fenomeni più intensi attesi nella seconda parte della giornata.

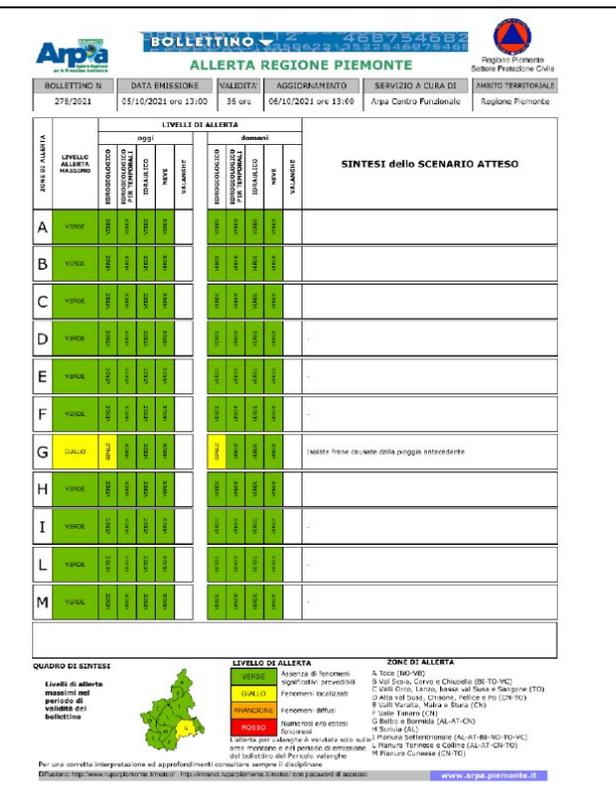
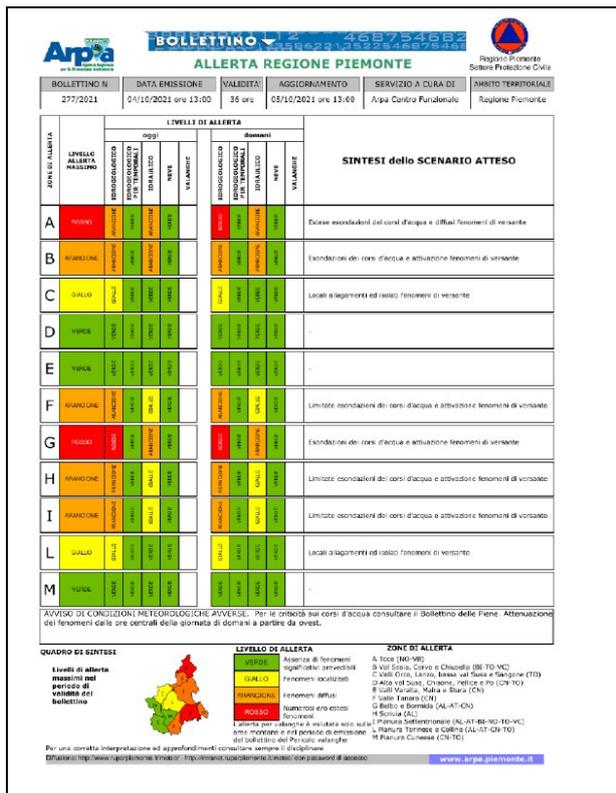


Figura 19. Bollettini di Allerta Meteorologica emessi dal Centro Funzionale Piemonte nelle giornate del 2 e 5 ottobre 2021

Il Centro Funzionale ha assicurato in continuo il monitoraggio strumentale del territorio regionale con la rete meteorografica ed i sistemi radarmeteorologici che hanno regolarmente operato.

Nel corso degli eventi, sono state assicurate le attività di divulgazione al pubblico sia attraverso l'aggiornamento della sezione tematica del sito di Arpa Piemonte www.arpa.piemonte.it/rischinaturali, sia attraverso la pubblicazione di notizie sul sito web dell'Agenzia e l'utilizzo del canale Twitter.