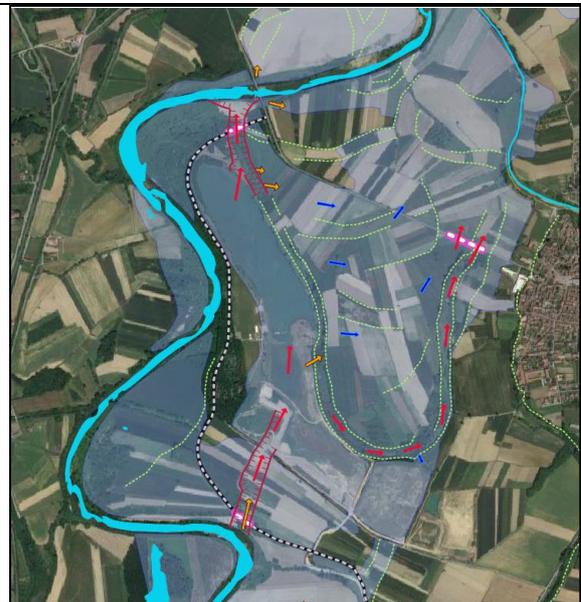
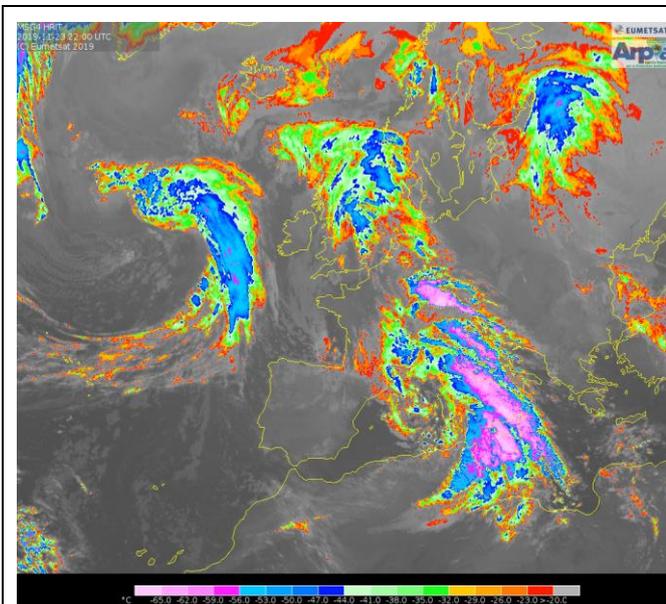


EVENTI IDROMETEOROLOGICI DAL 22 al 25 NOVEMBRE 2019



A cura del
Dipartimento Rischi Naturali e Ambientali
Con il contributo della
Struttura Sistema Informativo Ambientale e Geografico, Comunicazione e Educazione

Torino, 11 dicembre 2019

SOMMARIO

INTRODUZIONE	1
ANALISI METEOROLOGICA	4
ANALISI PLUVIOMETRICA	17
ANALISI IDROMETRICA	32
ANALISI DELLE NEVICATE	42
ANALISI PRELIMINARE DEGLI EFFETTI SUI CORSI D'ACQUA	50
ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE	66

In copertina: Immagine Meteosat nel canale dell'infrarosso del 23 novembre alle ore 22:00 UTC (sinistra), prima ricostruzione speditiva di quanto avvenuto nell'area tra Gamalero e Sezzadio sul fiume Bormida (destra).

INTRODUZIONE

Una **struttura depressionaria** di origine atlantica, affacciandosi dal Golfo di Biscaglia verso i Pirenei e successivamente entrando nel Mediterraneo, ha determinato una situazione di maltempo persistente e diffuso sul Piemonte, con precipitazioni che hanno interessato gran parte del territorio, con valori cumulati superiori ai 250 mm in quattro giorni. Poiché le precipitazioni sono state in prevalenza a carattere avvevativo, ha giocato un ruolo importante l'orografia e l'interazione del flusso con quest'ultima nella distribuzione della precipitazione sul territorio regionale, che ha visto i suoi massimi sull'intera zona prealpina, a partire dal novarese fino al cuneese e sulla zona appenninica.

Nei settori settentrionali e meridionali le **cumulate di pioggia** maggiori si sono registrate nella giornata di sabato 23 novembre, particolarmente importanti sono state le precipitazioni sul basso alessandrino; le stazioni che hanno registrato i valori maggiori si ritrovano tutte nel savonese, con 600 mm a Piampaludo e quasi 500 mm a Montenotte Inferiore, mentre in Piemonte, le stazioni di Sambughetto (VB), Talucco (TO) e Ponzone (AL) hanno superato i 350 mm. A livello di bacini idrografici, i più colpiti sono Orba e Stura di Lanzo con apporti precipitativi superiori a 230 mm.

Nei settori occidentali le piogge più importanti si sono verificate nella seconda parte dell'evento e, sul cuneese e basso torinese, sono proseguite anche nella mattina di lunedì 25 novembre.

I **livelli idrometrici** dei corsi d'acqua hanno risposto rapidamente nel settore meridionale, e più gradualmente gli affluenti di sinistra del Po e i corsi d'acqua dei bacini occidentali. Le dinamiche di piena sono state molto diverse tra loro per tempistiche e velocità di incrementi, alcuni corsi d'acqua hanno visto il transito di più colmi di piena.

Nel settore sud-occidentale, al confine con la Liguria, si sono registrati rapidamente incrementi di Curone, Scrivia, Orba, Belbo e Bormida. Lungo l'asta del Tanaro l'evento ha generato un'onda di piena che si è tenuta su valori al di sotto della soglia di pericolo ad esclusione della sezione di Montecastello (AL) a causa del contributo della Bormida. Nel torinese i corsi d'acqua hanno registrato un incremento diffuso dei livelli nella notte tra il 23 e il 24 novembre con livelli più significativi di Chisola e Malone.

La prolungata fase di maltempo ha determinato un incremento diffuso dei livelli idrometrici sull'asta principale del Po, con la formazione di una piena con tempo di ritorno superiore ai 20 anni fino a Torino. A valle la piena è transitata con valori leggermente inferiori fino alla sezione di chiusura, Isola Sant'Antonio (AL), dove la portata al colmo, dopo aver ricevuto l'importante contributo del Tanaro, ha raggiunto il valore corrispondente alla piena ventennale.

Anche le **neviccate** che hanno accompagnato questo evento sono state decisamente importanti, persistenti e caratterizzate da una densità piuttosto elevata sin dal primo giorno di precipitazione. Complessivamente, a 2000 m circa si sono avuti apporti di 100-130 cm di neve su tutti i settori, con valori maggiori (130-150cm) su A. Graie, A. Pennine e settori al confine con la Liguria; inferiori (80-120cm) sulle A. Cozie. A quote più basse, intorno ai 1600-1700 m, in tutti i settori si sono registrati circa 70 cm di nuova neve e, nelle zone maggiormente interessate, fino a 160-210 cm oltre i 2200-2400 m. La quota delle neviccate, inizialmente intorno ai 1000 m, con valori localmente più bassi, si è alzata nel corso dell'evento, determinando una ulteriore umidificazione della neve al suolo, fino a quote prossime a 1800-2000 m.

Pressoché in tutte le valli dell'arco alpino piemontese sono state registrate valanghe di dimensioni significative sia di superficie che di fondo, di neve umida o bagnata, che in alcune situazioni hanno raggiunto il fondovalle e causato disagi alla viabilità, alla fornitura di servizi o giungendo in prossimità di edifici, causandone danni parziali.

Attraverso sopralluoghi, dati di campo, applicazioni modellistiche e immagini satellitari è stata effettuata una analisi preliminare degli **effetti morfologici dell'evento sui corsi d'acqua** interessati dai fenomeni di piena.

In particolare, attraverso l'elaborazione dei dati satellitari della costellazione Copernicus, è stato possibile realizzare un'analisi delle aree sommerse dall'acqua durante l'evento alluvionale e creare un servizio su Geoportale dell'Agenzia per la consultazione dei dati contestuale ad altri dati di dissesto. Sopralluoghi in campo hanno permesso di valutare e confrontare quanto ricavato dalle immagini satellitari lungo l'asta del fiume Bormida. In particolare si è dato evidenza ai processi di erosione spondale, agli allagamenti, all'invasione di aree golenali e dei campi limitrofi al corso d'acqua, alle esondazioni che localmente hanno interessato la viabilità provinciale e limitatamente, anche strutture antropiche. E' stata inoltre rilevata l'attivazione di un processo parossistico che ha visto lo spostamento di una parte dell'alveo con l'apertura di un nuovo canale e la riattivazione di un paleoalveo abbandonato dal fiume dopo il 1800.

Due **fattori pre-evento** hanno avuto un ruolo importante nell'attivazione degli effetti che si sono registrati sul territorio in conseguenza delle precipitazioni dei giorni 22-25 novembre. Prima fra tutte la condizione dei suoli prossima alla saturazione a causa delle importanti precipitazioni che si sono verificate nel mese di ottobre e nella prima parte del mese di novembre. In particolare, la pioggia di ottobre mostra già un eccesso di circa il 150% sul settore settentrionale e sull'alessandrino (Figura 1, a sinistra), zona quest'ultima che ha risposto rapidamente alle precipitazioni dell'evento di novembre in termini di innalzamenti dei corsi d'acqua e inneschi di frane superficiali.

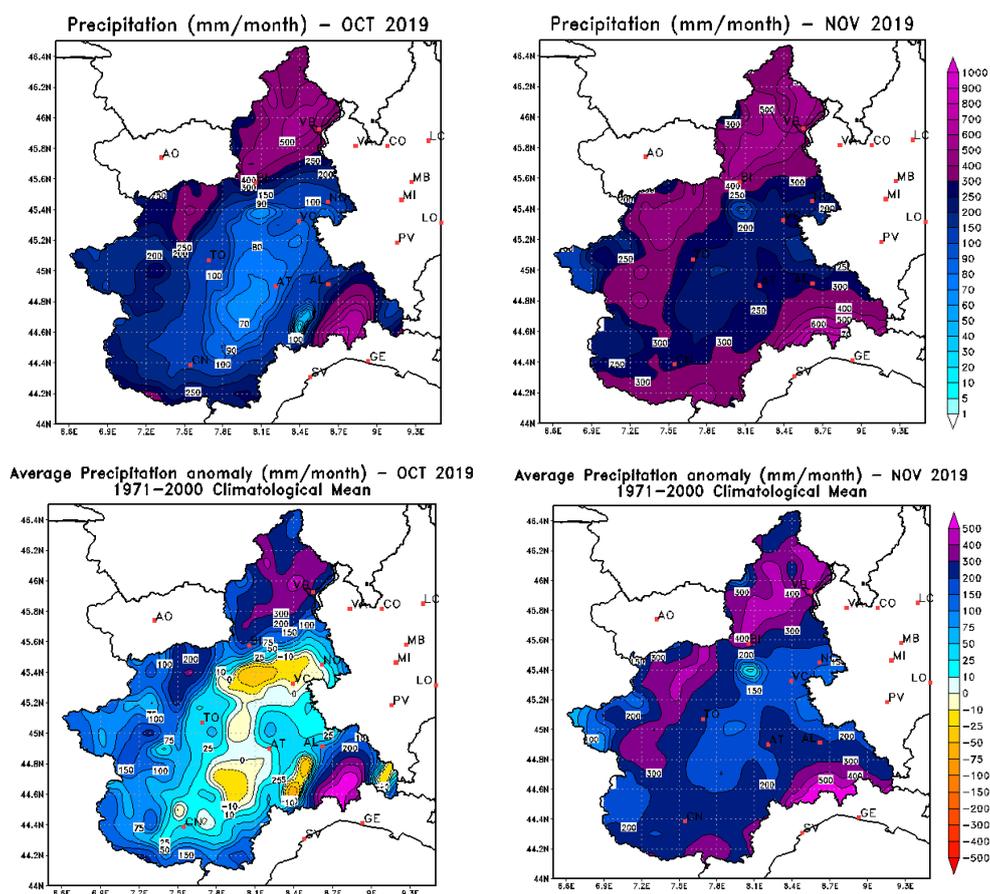


Figura 1 Precipitazione cumulata nei mesi di ottobre e novembre 2019 (in alto, da sinistra a destra) e anomalie delle precipitazioni cumulate nei mesi di ottobre e novembre 2019 rispetto alla media del periodo 1971-2000 (in basso, da sinistra a destra).

Anche nel mese di novembre (Figura 1, a destra) si è registrato un importante eccesso di precipitazione, che ha superato i 400 mm nella fascia prealpina nordoccidentale ed è arrivato fino

a 500 mm nell'alessandrino, raddoppiando la precipitazione che si ha in media nel mese di novembre, considerando il periodo di riferimento 1971-2000.

A livello regionale, nel mese di ottobre è piovuto circa il 22% della pioggia annuale, nel mese di novembre il 34%. Nell'alessandrino queste percentuali per il mese di ottobre sono rispettivamente il 20% per ottobre e il 39% nel mese di novembre. Il giorno 21 di novembre, in provincia di Alessandria, aveva già piovuto quanto in media piove in un anno e, con la precipitazione di questo evento il valore cumulato ha superato la pioggia media annuale del 21%.

Un altro fattore importante, soprattutto dal punto di vista delle frane profonde, è stata la vicinanza con l'evento del 19-24 ottobre, che ha favorito l'innescò dei fenomeni sia perché ha creato delle situazioni di criticità latente, sia perché ha esposto alle piogge strati di suolo normalmente coperte.

Per dare conto dell'intensità del fenomeno che ha colpito soprattutto la zona dell'alessandrino, sono stati effettuati confronti con la pluviometria dell'evento alluvionale del 21-25 novembre 2016, straordinario per le precipitazioni registrate e analogo per la fenomenologia meteorologica che le ha determinate, causando importanti effetti al suolo.

ANALISI METEOROLOGICA

A scala sinottica, lo scenario meteorologico euro-atlantico che ha connotato l'evento è stato caratterizzato da una vasta e profonda struttura depressionaria, che si è formata sull'Atlantico a ovest delle coste europee (Figura 2). Dalla serata di venerdì 22 novembre il vortice è disceso dall'Atlantico verso il golfo di Bisaglia, iniziando a convogliare correnti umide meridionali in quota sul nordovest italiano, che viene investito subito dal settore caldo del sistema frontale associato alla depressione. In questa fase il valore del minimo di pressione al suolo, associato al minimo in quota, ha raggiunto i 980 hPa (Figura 3).

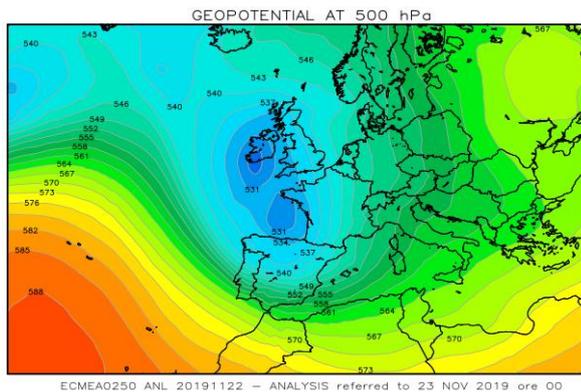


Figura 2. Carta di analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa il 23 novembre 2019 ore 00:00 UTC.

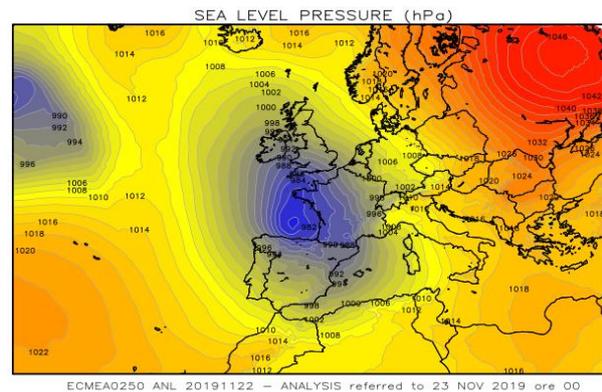


Figura 3. Carta di analisi della pressione a livello del mare il 23 novembre 2019 ore 00:00 UTC.

La presenza di una zona di alta pressione, estesa dal Mediterraneo orientale alla Russia europea (Figura 3), ha rallentato la naturale traslazione verso est del nucleo depressionario, mantenendo una condizione di persistente maltempo dal pomeriggio di venerdì 22 al mattino di lunedì 25, come evidenziato dalla Figura 4 che mostra la precipitazione cumulata durante tutto l'evento.

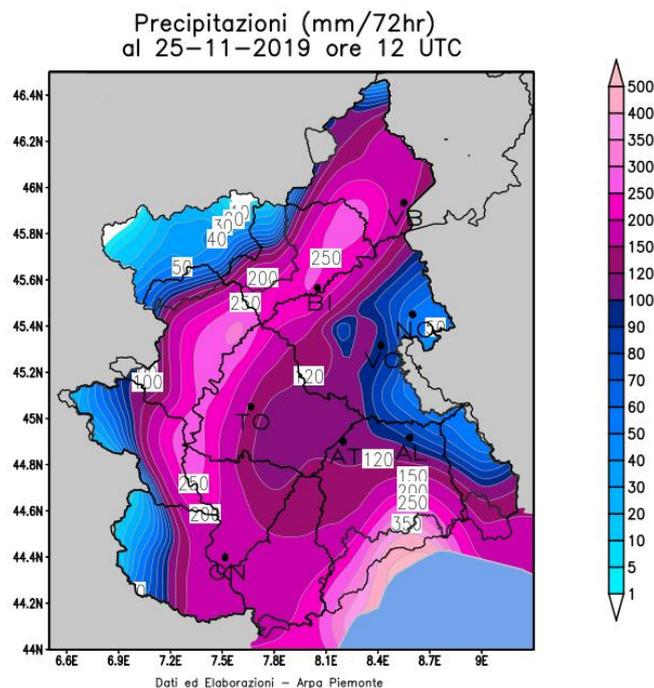


Figura 4. Precipitazioni cumulate durante tutto l'evento (72 ore), da venerdì 22 novembre alle 12 UTC a lunedì 25 novembre alle 12 UTC.

Venerdì 22 novembre

Già nella sera di venerdì 22 la bassa pressione sul golfo di Bisaglia ha richiamato correnti orientali nei bassi strati sulle pianure piemontesi e venti di scirocco sulla Liguria, alimentando precipitazioni diffuse su tutta la regione, con prevalente carattere avvevivo (Figura 5).

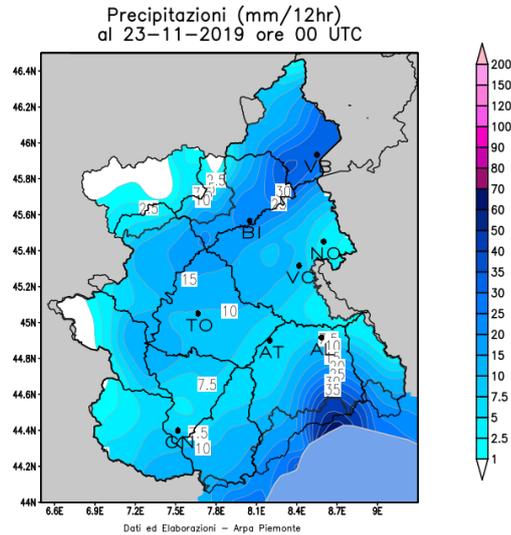


Figura 5. Precipitazioni osservate nelle ultime 12 ore di venerdì 22 novembre.

Come si evince dalla mappa di analisi di temperatura potenziale equivalente e vento in prossimità del suolo, a livello di 1000 hPa (Figura 6), nella serata di venerdì si è generato un contrasto termico tra l'aria calda e umida di scirocco da sud, sudest e l'aria più fresca in discesa dalla terraferma verso il mare. Tale situazione ha alimentato una linea temporalesca sul mar Ligure che ha apportato le prime precipitazioni forti e persistenti tra Genova e Savona, coinvolgendo l'estrema parte meridionale della zona di allertamento G piemontese con picchi di 40/60 mm in 6 ore (Figura 7).

Potential equivalent temperature (°K) and wind (m/s)
 at 1000 hPa

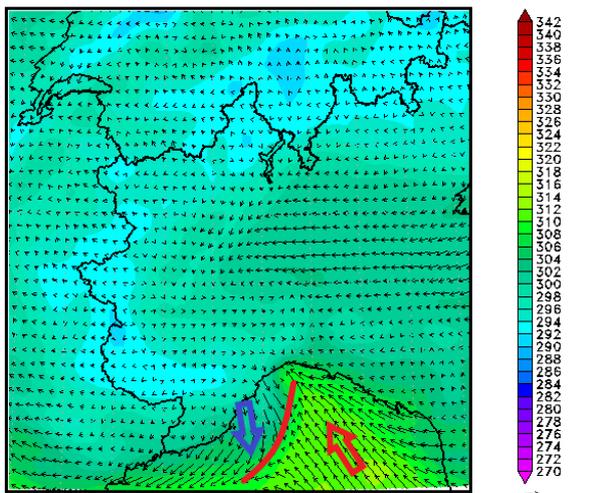


Figura 6. Temperatura potenziale equivalente e vento. Si evidenzia il contrasto termico sul mar Ligure.

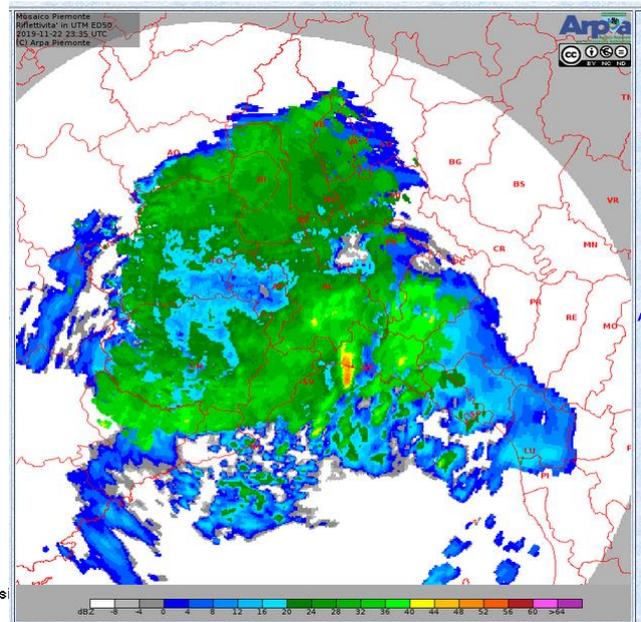


Figura 7. Precipitazioni osservate da radar nella serata di venerdì 22 novembre.

Questo può essere considerato l'unico episodio con precipitazioni a carattere convettivo dell'intero evento, legato alla presenza della convergenza sul mare e favorito dal sollevamento orografico da parte della catena appenninica.

Sabato 23 novembre

Nelle prime ore del mattino di sabato dalla bassa pressione atlantica si è isolato un minimo secondario al suolo sul golfo del Leone (Figura 8), a causa dell'interazione con la catena pirenaica. Questo minimo secondario, a cui era associato un vero e proprio sistema frontale, entrando sul Mediterraneo ha continuato a interessare con il settore caldo il nord-ovest italiano, determinando precipitazioni persistenti e abbondanti. Da questo momento fino alla fine della giornata l'elevato gradiente barico formatosi a ridosso dell'arco alpino ha generato un violento rinforzo della ventilazione, richiamando aria calda e umida dal Mediterraneo e favorendo un deciso rinforzo dei venti di scirocco, che hanno soffiato in modo insistente e continuativo sul versante ligure (Figura 9).

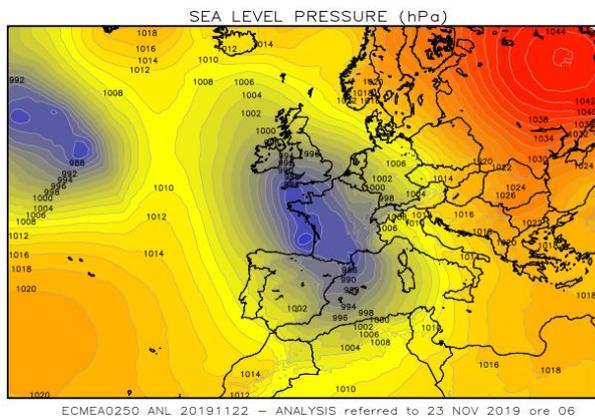


Figura 8. Pressione al livello del mare al primo mattino di sabato 23 novembre.

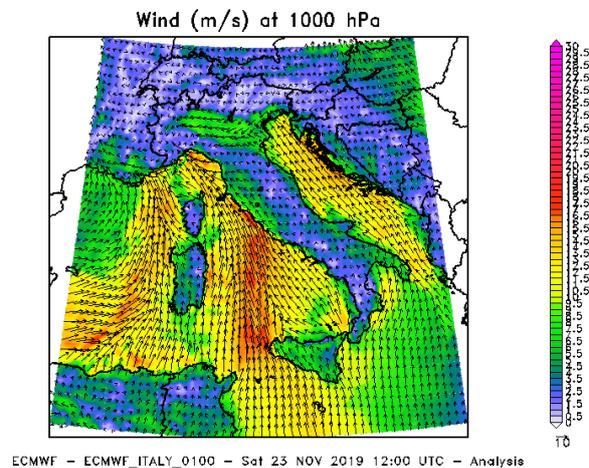


Figura 9. Vento a 1000 hPa. Si evidenzia l'intenso scirocco sul mar Tirreno.

Contestualmente, l'avvicinamento del minimo, in discesa verso le Baleari, ha favorito un marcato aumento della ventilazione orientale nei bassi strati sulla pianura piemontese (Figura 10), in concomitanza del flusso umido da sud di forte intensità che persisteva in quota (Figura 11).

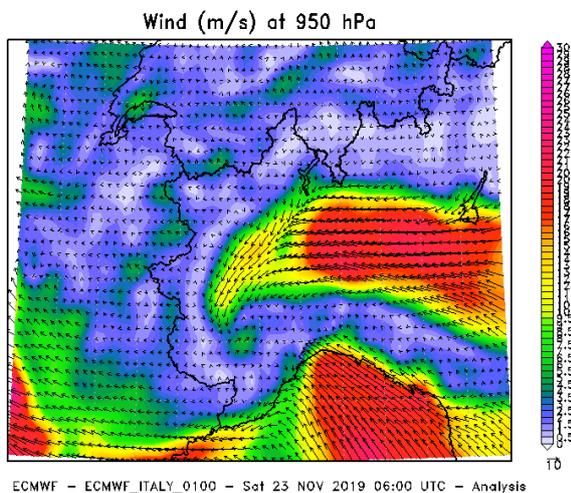


Figura 10. Venti nei bassi strati (950 hPa). Immagine riferita a sabato 23 novembre ore 6 UTC.

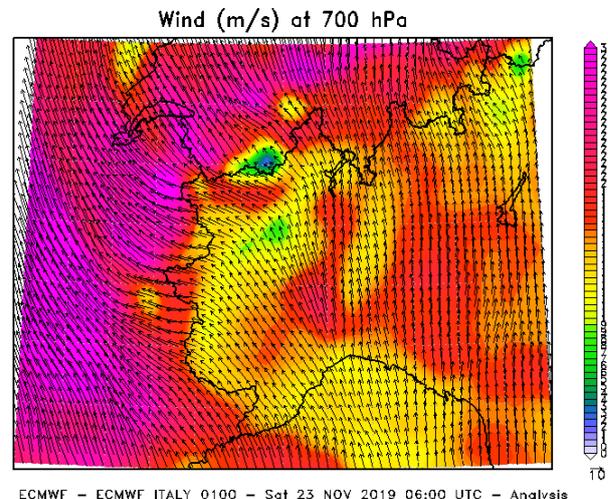


Figura 11. Venti in quota (700 hPa). Immagine riferita a sabato 23 novembre ore 6 UTC.

L'apporto di umidità è stato quindi molto consistente su tutto il nordovest italiano, come si evince dall'immagine da satellite Meteosat del giorno 23 alle 12 UTC (Figura 12).

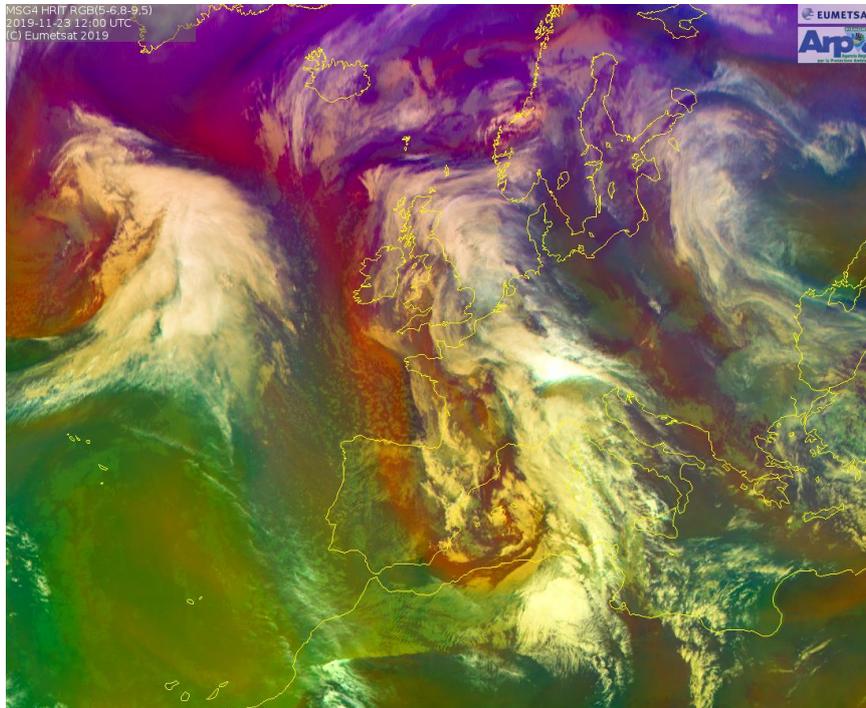


Figura 12. immagine del satellite nel canale dell'infrarosso del 23 novembre ore 12 UTC.

Anche il radiosondaggio di Cuneo delle ore 12 UTC, evidenzia un profilo verticale pressoché saturo di umidità (superiore al 75%) fino alla quota di 7000 m circa (Figura 13).

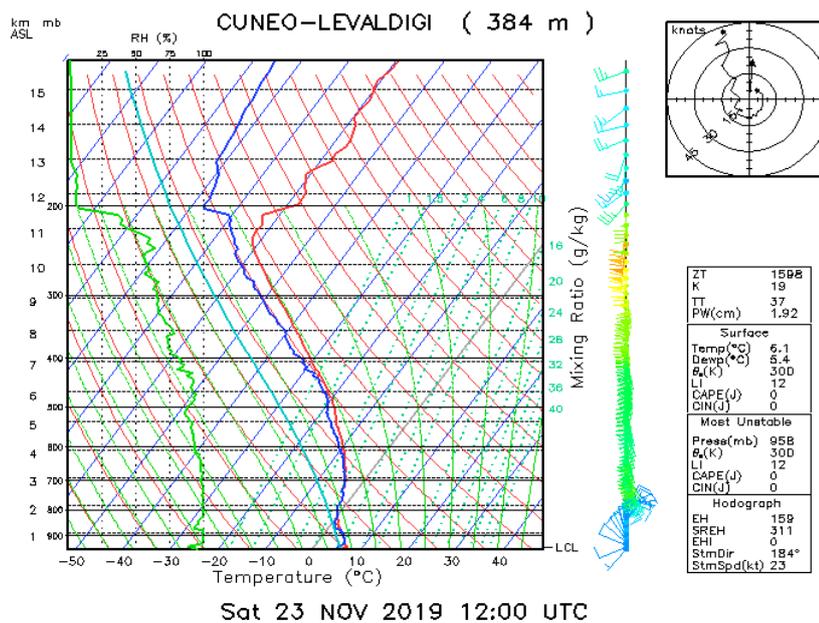


Figura 13. Radiosondaggio di Cuneo – ore 12 UTC del 23 novembre

Nella mattinata di sabato piogge molto forti hanno colpito il Savonese, Genovese e Alessandrino (Figura 14) a causa del sollevamento orografico dovuto all'interazione del vento caldo-umido con

l'Appennino e le Alpi Liguri (126 mm/12h a Piampaludo (SV), 120 mm/12h a Capanne Marcarolo (AL)). Allo stesso tempo, precipitazioni avverse a carattere stratiforme hanno interessato la fascia alpina e pedemontana nordoccidentale e settentrionale, con picchi localmente anche molto forti tra Verbano e alto Vercellese (99 mm/12h a Sambughetto (VB), 90 mm/12h Varallo (VC) e sull'alto Torinese (117 mm/12h a Piano Audi, nel comune di Corio).

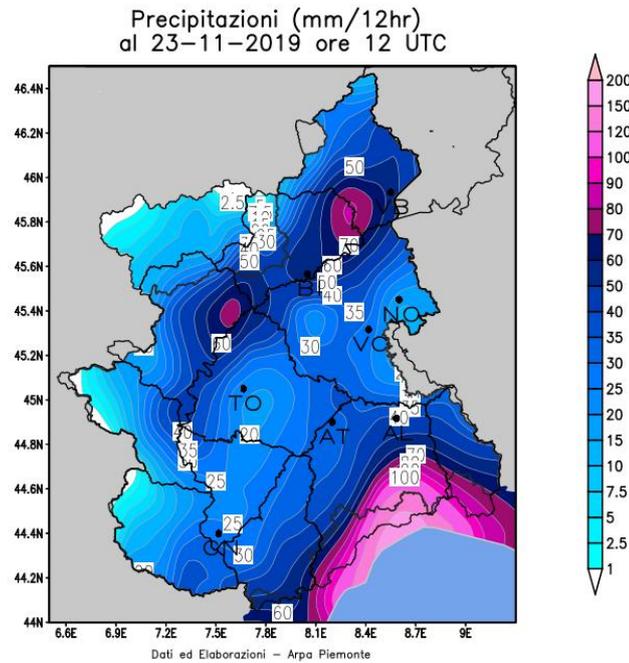
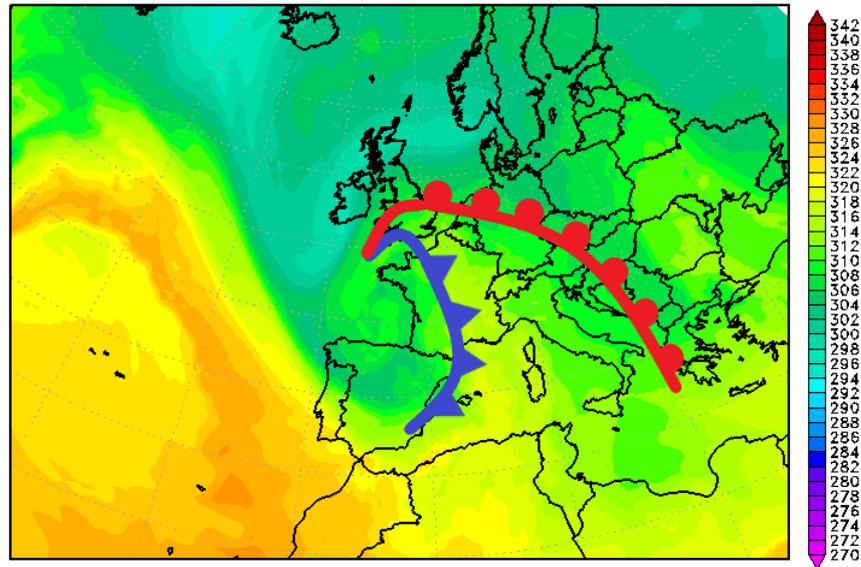


Figura 14. Precipitazioni cumulate nelle prime 12 ore di sabato 23 novembre.

Se analizziamo la mappa di temperatura potenziale in quota nelle prime ore dell'evento (Figura 15), notiamo che il nordovest italiano è stato interessato dal settore caldo del sistema frontale associato alla depressione, che precede il fronte freddo che, sabato 23 alle ore 00UTC si trovava sulla Francia.

Questa configurazione spiega, ancora una volta, l'abbondanza di precipitazioni dovuta alla presenza di aria sostanzialmente calda subtropicale, e il progressivo innalzamento della quota neve che si è registrato nel corso dell'evento.

Potential equivalent temperature (°K) at 500 hPa



ECMWF - ECMWF_EURNA_0250 - Sat 23 NOV 2019 00:00 UTC - Analysis

Figura 15. Temperatura potenziale equivalente sabato 23 novembre ore 00 UTC. Si evidenzia il settore caldo del sistema frontale in moto verso il nordovest italiano.

Nelle prime 12 ore della mattinata di sabato la quota neve è salita infatti da 1000-1100 m sulle Alpi a 1200-1300 m, ad eccezione dell'area meridionale del Cuneese dove un substrato di aria fredda preesistente ha mantenuto le precipitazioni nevose sopra i 900 m. L'aria più calda che è affluita dal mare ha invece mantenuto le precipitazioni a carattere di pioggia sulle zone appenniniche per tutto l'evento.

Nella seconda parte della giornata di sabato 23, il minimo al suolo è lentamente traslato verso oriente, portandosi sul bordo occidentale di Corsica e Sardegna alla fine della giornata.

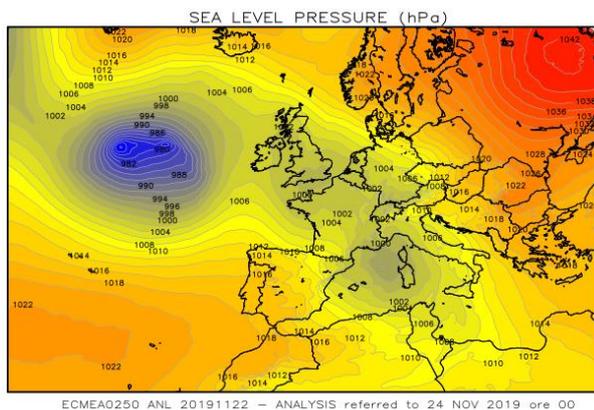


Figura 16. Carta di analisi della pressione a livello del mare il 24 novembre 2019 ore 00:00 UTC.

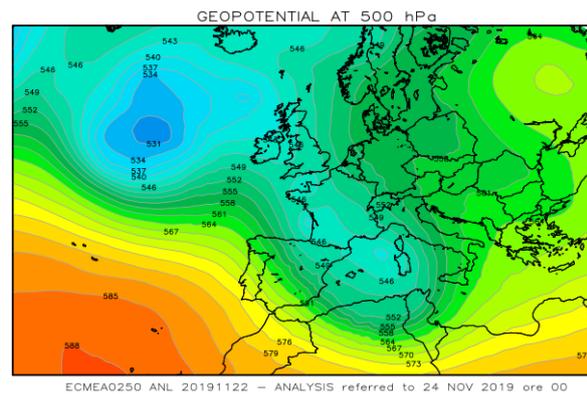


Figura 17. Carta di analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa il 24 novembre 2019 ore 00:00 UTC.

Il movimento della struttura ha determinato una graduale rotazione della ventilazione sul Piemonte, in quota da est-sudest, sulle pianure da est-norddest, mentre è rimasto inalterato il flusso da sudest sul versante ligure (Figura 18 e Figura 19).

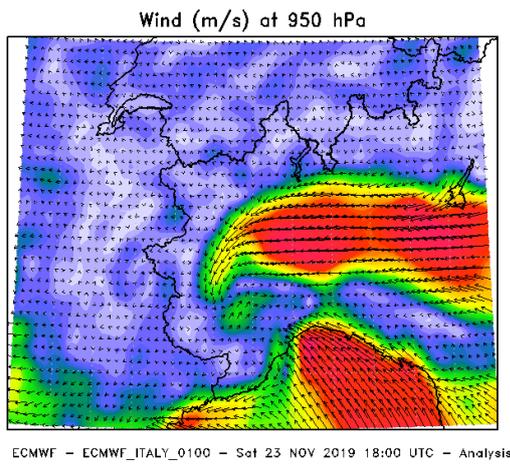


Figura 18. Venti nei bassi strati (950 hPa). Immagine riferita a sabato 24 novembre ore 0 UTC.

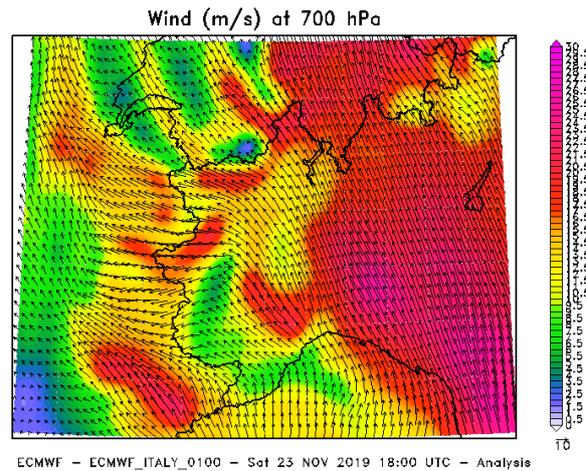


Figura 19. Venti in quota (700 hPa). Immagine riferita a sabato 24 novembre ore 0 UTC.

A causa di tale rotazione le precipitazioni sono diminuite sull'Alessandrino orientale (zona H), mentre hanno cominciato ad interessare anche le zone pedemontane occidentali del Torinese, con valori molto forti (Figura 20).

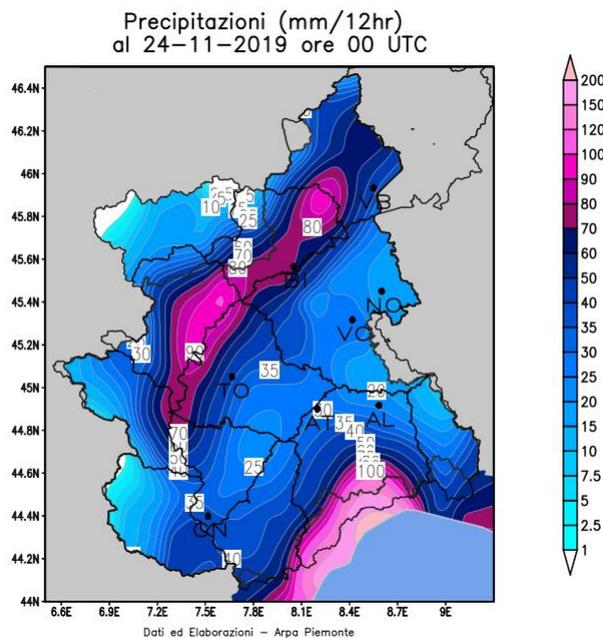


Figura 20. Precipitazioni cumulate in 12 ore nella seconda parte della giornata di sabato 23 novembre.

Domenica 24 novembre

Nel corso della giornata di domenica 24, la perturbazione tende a ruotare e il suo asse si orienta lungo la direzione sudest-nordovest (Figura 21).

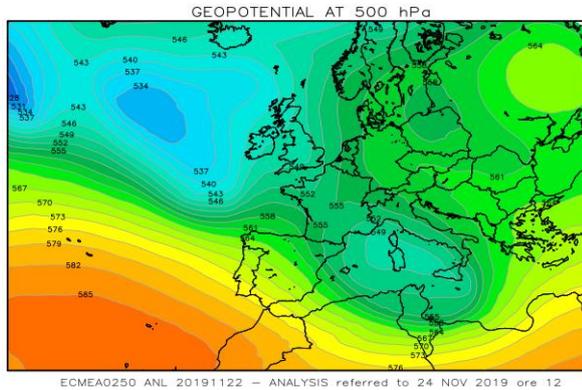


Figura 21. Carta di analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa il 24 novembre 2019 ore 12 UTC.

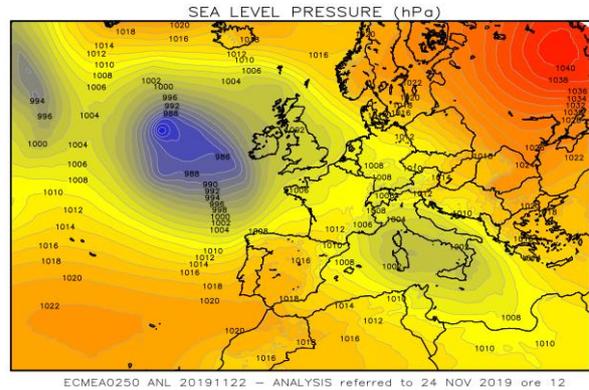


Figura 22. Carta di analisi della pressione al suolo il 24 novembre 2019 ore 12 UTC.

Il minimo al suolo si trovava inizialmente a ovest della Sardegna, si muove dalle ore centrali sul Mar Tirreno, colmandosi leggermente, ma allo stesso tempo espandendosi in ampiezza (Figura 22) Questo ha mantenuto un flusso relativamente caldo per tutta la giornata e il settore freddo del sistema frontale si è portato più a sud, non interessando, di fatto il Piemonte.

Questa evoluzione del minimo al suolo è strettamente connessa alla distribuzione delle precipitazioni registrate. Al primo mattino di domenica 24 si sono avute precipitazioni ancora intense su tutto il Piemonte (Figura 23), ma in seguito si è registrata un'attenuazione dell'intensità.

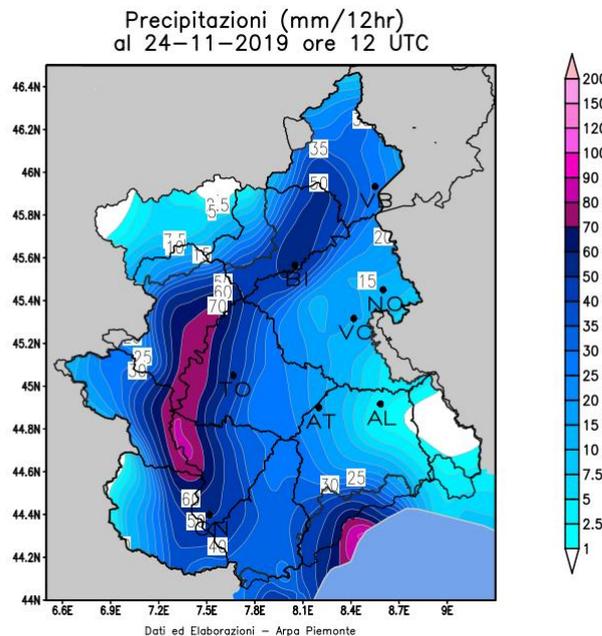


Figura 23. Precipitazioni cumulate nelle prime 12 ore della giornata di domenica 24 novembre.

Infatti, i venti in quota si sono indeboliti e si è avuta una rotazione da est e poi da nordest che ha portato a un maggiore interessamento della fascia pedemontana occidentale e poi sudoccidentale, (Figura 24 e Figura 25). Sul settore pedemontano nordoccidentale l'interazione orografica del vento si è attenuata.

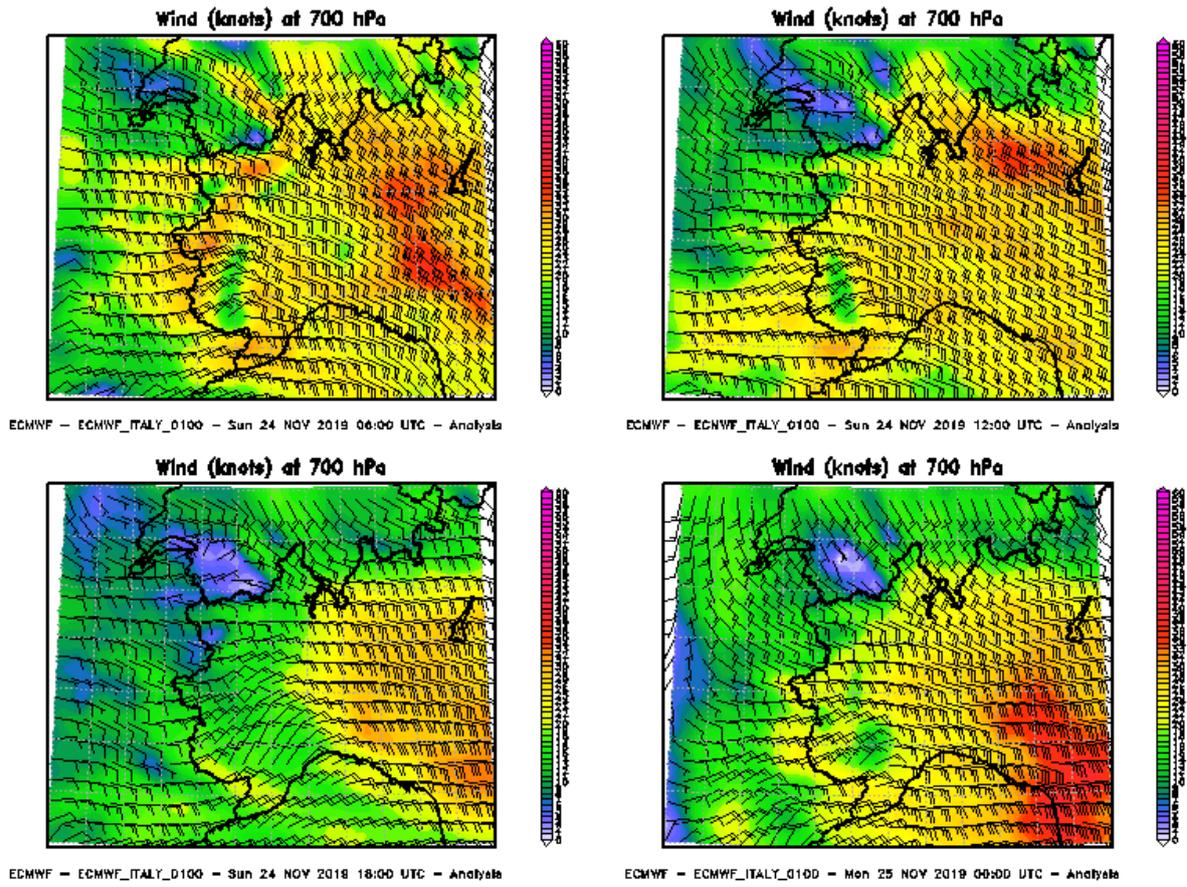


Figura 24. Analisi del vento a 700 hPa (circa 3000 m) durante la giornata di domenica 24 novembre.

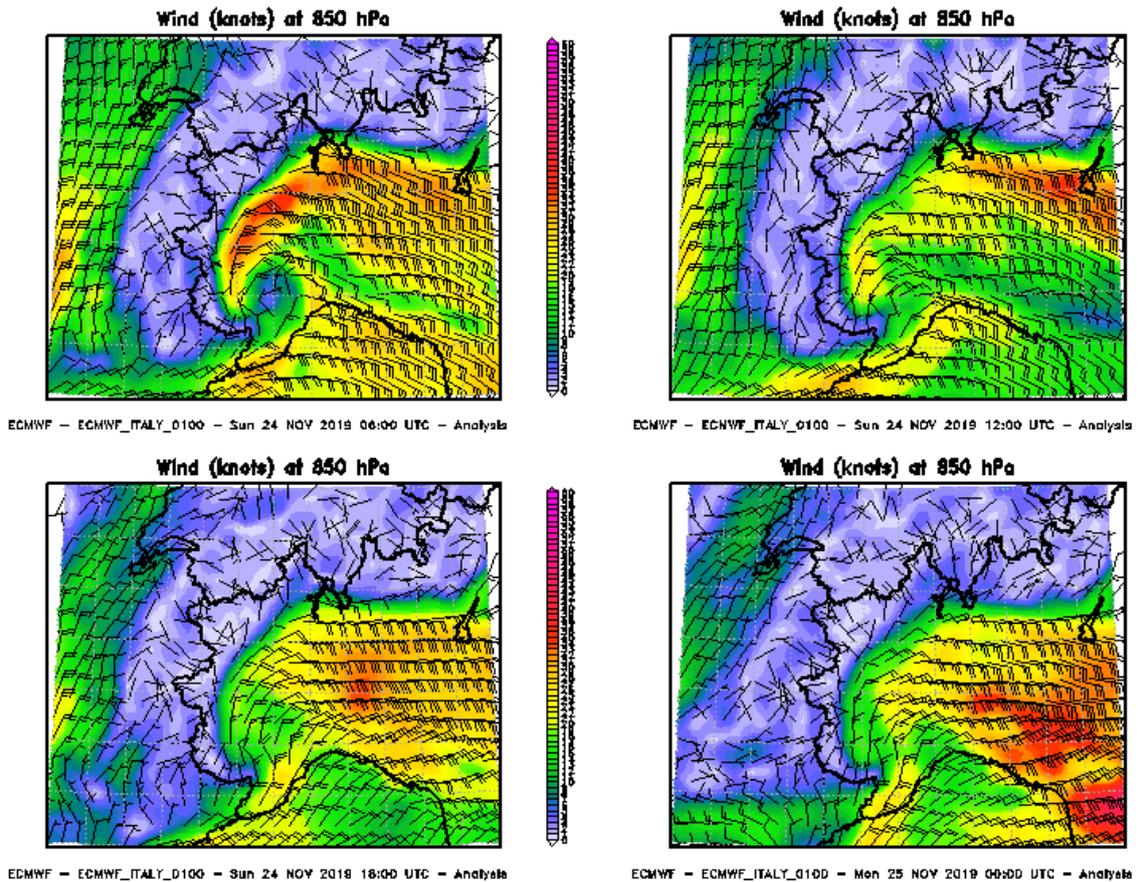


Figura 25. Analisi del vento a 850 hPa (circa 1500 m) durante la giornata di domenica 24 novembre.

Il flusso rimane comunque molto umido tutta la giornata come si nota dal radiosondaggio di Cuneo che alle 12UTC del giorno 24 vedeva ancora 100% di umidità relativa fino a 600 hPa, circa 4.5 km di altitudine (Figura 26) e superiore al 75% fino a 400hPa, circa 7 km di altitudine.

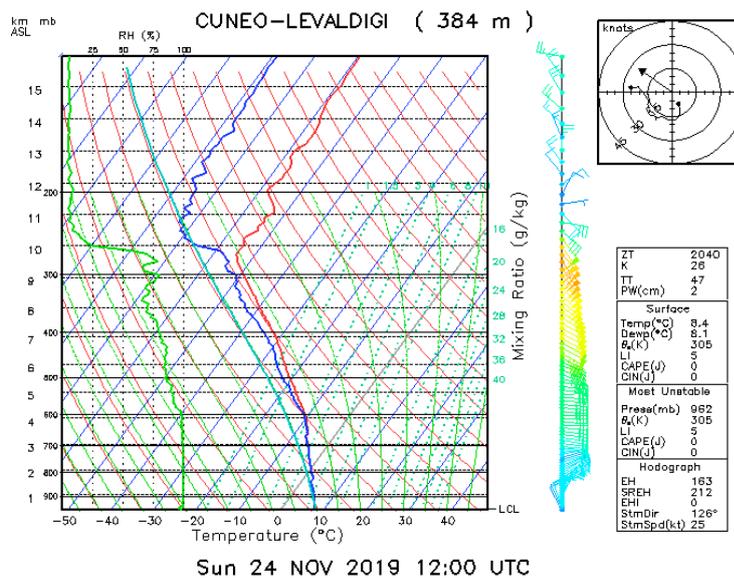


Figura 26. Radiosondaggio di Cuneo – ore 12 UTC del 24 novembre

In virtù dell'aumento di temperatura in quota per il continuo apporto di aria relativamente più calda, lo zero termico è stato in graduale aumento durante la giornata. Al mattino si registravano valori intorno a 2000 m su Alpi settentrionali e nordoccidentali e intorno a 1700-1800 m su Cozie e Marittime. Dalle ore centrali lo zero termico si è assestato sui 2200-2300 m su tutto l'arco alpino. Anche nella giornata di domenica, visto il tipo di masse d'aria coinvolte, le precipitazioni hanno avuto un carattere prettamente avvevivo, con valori più intensi in corrispondenza delle barriere orografiche, in particolare sul settore occidentale.

Lunedì 25 novembre

Nel corso della mattina di lunedì il minimo in quota, ormai isolatosi dalla struttura principale, si spostava verso la Grecia (Figura 27), e il corrispondente minimo al suolo si colmava gradualmente, traslando sul Mar Ionio (Figura 28).

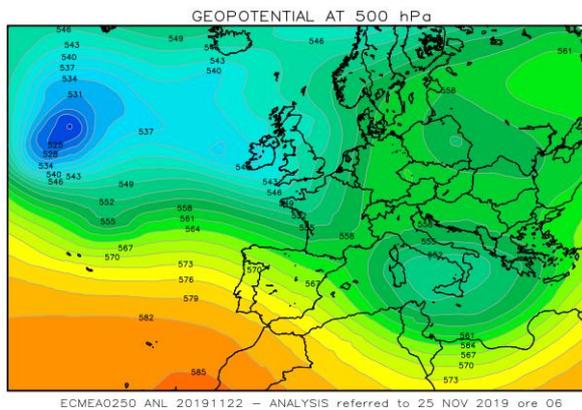


Figura 27. Carta di analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa il 25 novembre 2019 ore 00:00 UTC.

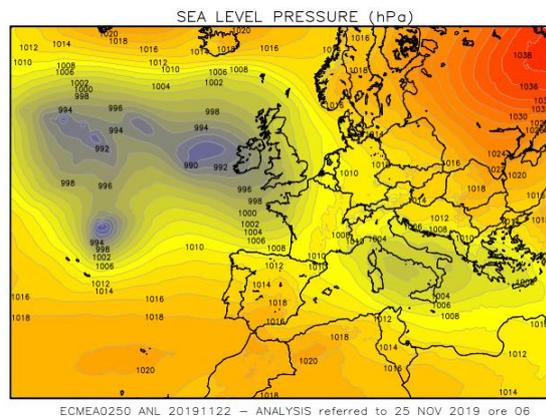


Figura 28. Carta di analisi della pressione a livello del mare il 25 novembre 2019 ore 00:00 UTC.

I flussi in quota si sono attenuati rapidamente (Figura 30), mentre nei bassi strati il flusso tendeva a ruotare da nord (Figura 29), mantenendosi anche qui di debole intensità.

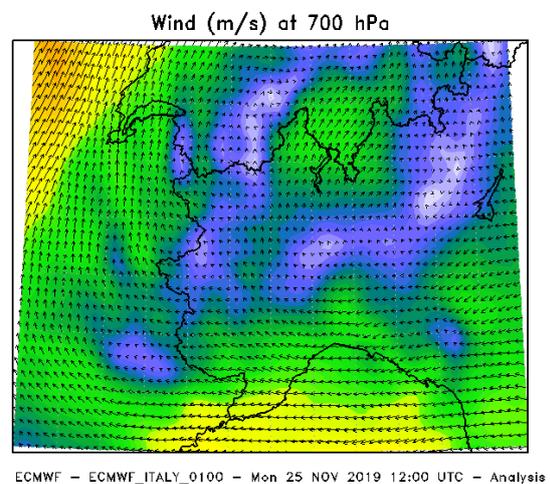
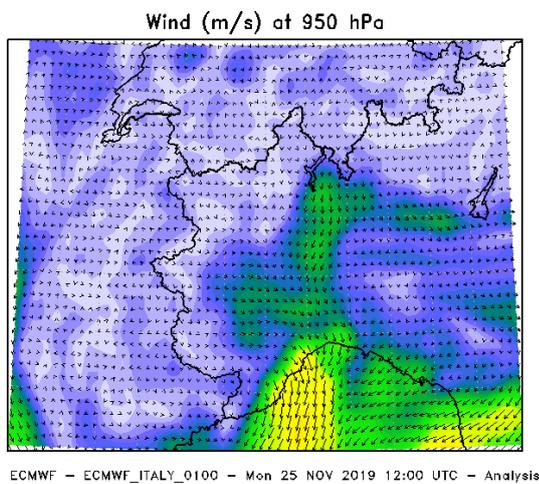
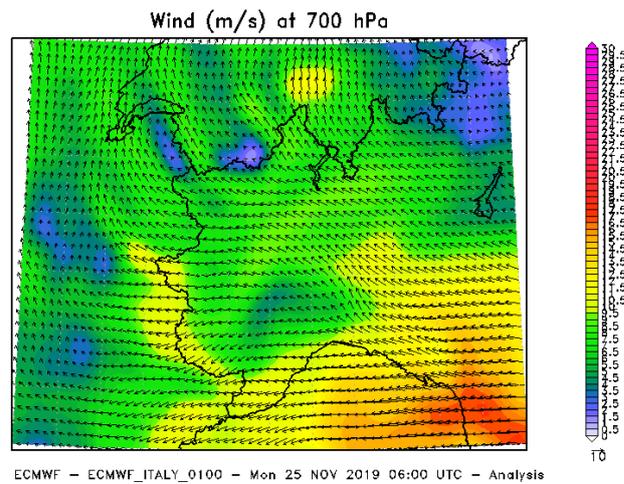
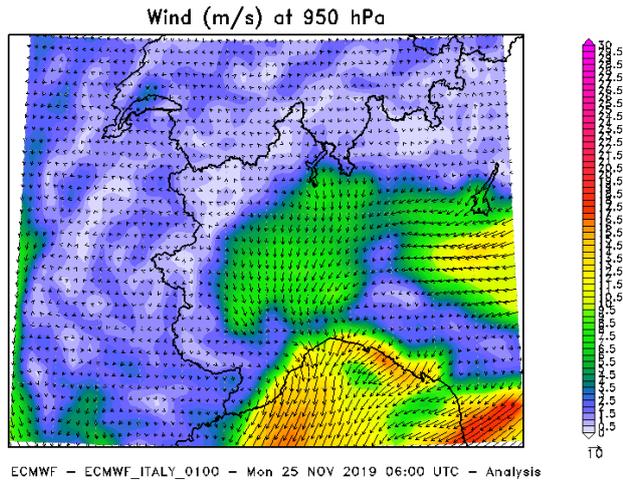


Figura 29. Carta di analisi del vento a 950 hPa alle 06:00 UTC (sopra) e 12:00 UTC (sotto) del 25 novembre.

Figura 30. Carta di analisi del vento a 700 hPa alle 06:00 UTC (sopra) e 12:00 UTC (sotto) del 25 novembre.

Questa attenuazione decisa della dinamica del sistema ha portato a un generale calo dell'umidità nell'intera atmosfera (Figura 32) e un esaurimento delle precipitazioni dalle ore centrali di lunedì 25 novembre (Figura 31).

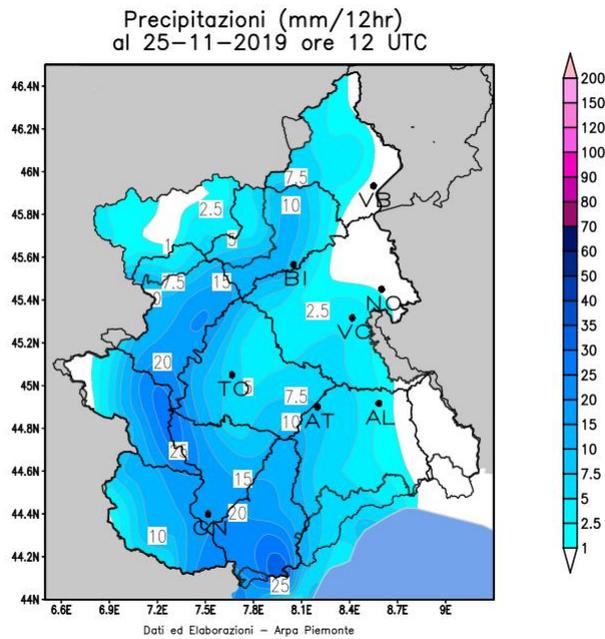


Figura 31. Precipitazioni cumulate nelle prime 12 ore della giornata di lunedì 25 novembre.

Lo zero termico è aumentato ancora fino ad arrivare alle 12UTC a 2500-2600 m su tutta la regione.

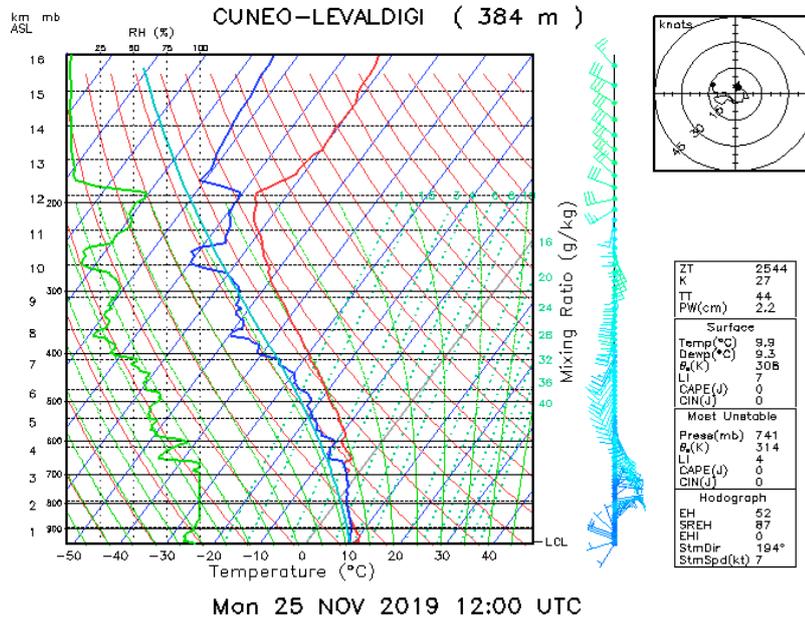


Figura 32. Radiosondaggio di Cuneo - ore 12 UTC del 25 novembre

ANALISI PLUVIOMETRICA

A partire dal giorno di venerdì 22 novembre le precipitazioni hanno cominciato ad interessare il territorio piemontese, in particolare il settore dell'alessandrino al confine con la Liguria e il settore prealpino di biellese, novarese e vercellese, con valori cumulati sulle 24 ore mediamente non molto elevati ma con punte locali anche di 45-60 mm in 12 ore.

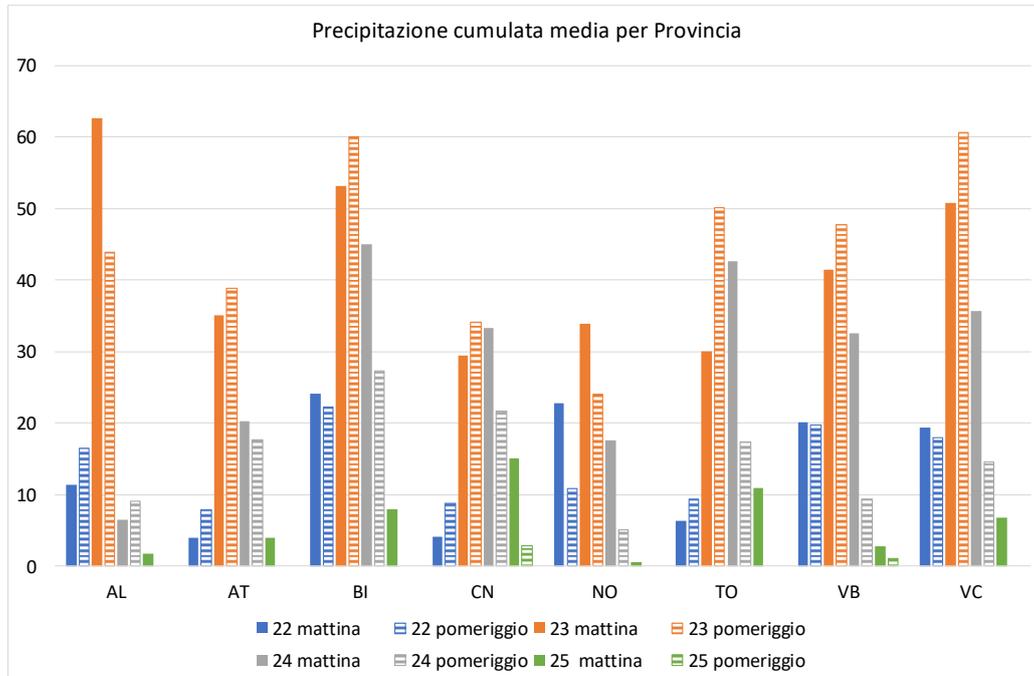


Figura 33 Precipitazione cumulata in 12 ore dal giorno 22 al giorno 23 mediata sulle diverse province del territorio piemontese.

Nei settori settentrionali e meridionali le cumulate di pioggia maggiori sulle 24 ore si sono registrate nella giornata di sabato 23 novembre, particolarmente importanti sono state le precipitazioni sul basso alessandrino (area G e area F sull'alto del bacino del Tanaro).

Nei settori occidentali le piogge più importanti si sono verificate nella seconda parte dell'evento, dal pomeriggio di sabato all'intera giornata di domenica 24 novembre.

Considerando l'intero bacino del Po sono state altrettanto importanti le giornate del 23 e del 24 novembre, che hanno comportato delle code molto lunghe sulla piena del Po dalle stazioni di Carignano sino alla stazione di Torino Murazzi.

Le stazioni che hanno registrato le maggiori cumulate di pioggia si ritrovano tutte nel Savonese, con Piampaludo che ha registrato quasi 600 mm nell'intero evento, Montenotte Inferiore che ha sfiorato i 500 mm.

In Piemonte, le stazioni di Sambughetto (VB), Talucco (TO) e Ponzzone (AL) hanno superato i 350 mm.

Le precipitazioni sono state pressoché ininterrotte su tutta la regione dalle prime ore di venerdì 22 novembre e sino alla mattinata di domenica 24 novembre, eccetto il bacino del Po per il quale le precipitazioni sono proseguite sino alla mattina di lunedì 25 novembre. Questa prolungata fase di maltempo ha determinato un incremento diffuso dei livelli idrometrici sull'asta principale del Po, persistente nelle stazioni a monte del capoluogo.

La Figura 34 mostra la distribuzione spaziale delle precipitazioni totali dell'evento.

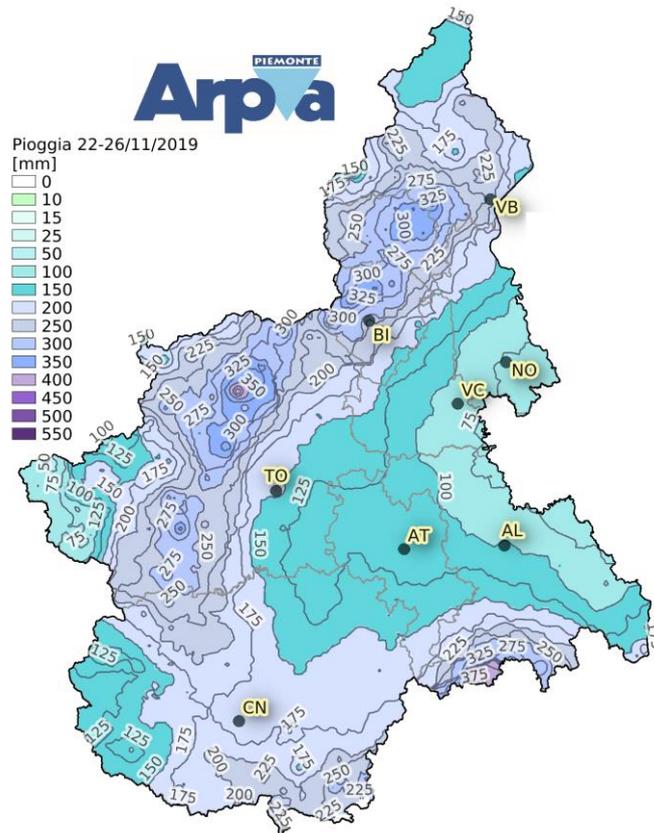


Figura 34. Pioggia cumulata dal 22 al 26 novembre 2019

A livello di bacini idrografici, la cui schematizzazione è mostrata nella Figura 35, i bacini dell'Orba e dello Stura di Lanzo sono quelli che hanno registrato le precipitazioni maggiori.



Figura 35. Bacini idrografici piemontesi

In Figura 35 vengono mostrate le piogge medie ragguagliate sui bacini per ogni giorno e il totale dell'evento.

Su tutta la regione per l'intera durata dell'evento si sono registrati mediamente 150 mm di pioggia cumulata.

Tabella 1. Totali di pioggia espressi in millimetri nelle giornate dell'evento

Bacino	Precipitazione [mm]				
	25	24	23	22	Totale
AGOGNA TERDOPPIO (18)	0.4	18.2	46.6	21.8	87
ALTO PO (10)	20.8	103.7	72.9	12.7	210,1
RESIDUO TANARO (22)	7.0	35.6	67.5	12.6	122,7
BORMIDA (15)	6.3	49.9	153.0	24.2	233,4
CERVO (4)	5.1	53.4	102.2	41.7	202,4
DORA BALTEA (5)	7.2	30.9	68.4	15.2	121,7
DORA RIPARIA (8)	9.9	51.7	58.4	6.9	126,9
MAIRA (12)	17.8	65.3	55.8	11.0	149,9
ORBA (16)	1.6	22.8	176.3	50.8	251,5
ORCO (6)	13.1	60.6	122.7	27.0	223,4
PELLICE (9)	22.6	84.4	85.1	12.4	204,5
PO_SAN_SEBASTIANO	14.9	70.0	80.1	15.1	180,1
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA BALTEA (20)	8.7	62.2	99.7	22.9	193,5
RESIDUO PO CONFLUENZA DORA RIPARIA (21)	10.3	65.9	71.8	15.0	163

RESIDUO PO CONFLUENZA TANARO (19)	3.6	25.3	54.3	15.9	99,1
SCRIVIA CURONE (17)	0.3	5.5	88.6	24.5	118,9
SEZIA (3)	7.4	61.9	119.8	44.5	233,6
SEZIA_CONFLUENZA_PO	5.1	42.6	84.7	30.3	162,7
STURA DI DEMONTE (13)	17.1	57.6	69.6	14.4	158,7
STURA DI LANZO (7)	16.2	86.7	118.5	22.4	243,8
TANARO (14)	21.1	62.0	88.0	18.5	189,6
TANARO_MONTECASTELLO	11.2	46.9	100.8	20.4	179,3
TICINO SVIZZERO (1)	0.5	18.0	66.8	41.2	126,5
TOCE (2)	4.4	48.3	98.0	38.4	189,1
TOCE_TICINO	1.6	26.4	75.5	40.4	143,9
VARAITA (11)	21.4	69.5	55.1	11.7	157,7
TOTALE	7.8	42.1	79.8	23.1	152,8

Le piogge giornaliere e la cumulata totale dell'evento per le stazioni pluviometriche appartenenti alla Rete Meteoidrografica di Arpa Piemonte che hanno fatto registrare i valori più significativi sono riportate nella Tabella 2, escludendo le stazioni a oltre 1000 m s.l.m. poiché il loro apporto potrebbe essere stato nevoso.

Tabella 2. Totali di pioggia, espressi in millimetri per diverse durate per le stazioni più significative al di sotto dei 1000m s.l.m.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	22 novembre	23 novembre	24 novembre	25 novembre	Totale
A	TICINO	VALSTRONA	VB	SAMBUGHETTO	77,6	214,2	68,4	1,2	361,4
A	TICINO	OMEGNA	VB	OMEGNA LAGO_D'ORTA	64,2	134,6	54,2	0	253
A	TICINO	CESARA	VB	CESARA	69,8	134,4	39,6	0,4	244,2
A	TICINO	PIEVE VERGONTE	VB	FOMARCO	47,2	134	56,8	3,4	241,4
A	TICINO	VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO_MAGGIORE	79,2	110,4	47,4	0	237
A	TICINO	COSSOGNO	VB	CICOGNA	76,8	124,8	34,2	0,8	236,6
A	TICINO	CURSOLO- ORASSO	VB	CURSOLO	62,4	133,4	27	0	222,8
A	TICINO	VERBANIA	VB	UNCHIO_TROBASO	70,2	111,6	39,2	0	221
A	TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA_TOCE	51,2	121	34,6	0	206,8
A	TICINO	STRESA	VB	SOMERARO	72,6	96,4	33,8	0	202,8
B	SEZIA	VARALLO	VC	VARALLO	59,4	202	73	2,2	336,6
B	SEZIA	SABBIA	VC	SABBIA	57,8	186	66,6	3,2	313,6
B	SEZIA	FOBELLO	VC	FOBELLO	37,6	163,2	97	9,4	307,2
B	SEZIA	BOCCIOLETO	VC	BOCCIOLETO	48,6	170,2	75,2	9,6	303,6
B	SEZIA	CELLIO	VC	CELLIO	65,6	133,4	48,8	1	248,8
B	DORA BALTEA	MEUGLIANO	TO	MEUGLIANO	40,6	131,6	63,8	8	244
B	SEZIA	RASSA	VC	RASSA	44,8	132	59,4	5,2	241,4
B	SEZIA	RASSA	VC	RASSA	44,8	132	59,4	5,2	241,4
B	SEZIA	BORGOSIESIA	VC	BORGOSIESIA_SEZIA	60,2	133,6	46,2	1,2	241,2
B	SEZIA	PETTINENGO	BI	PETTINENGO	49,8	122,4	62,4	4	238,6
B	SEZIA	PRAY	BI	PRAY_SESSERA	53,4	121,4	54,8	1,6	231,2

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	22 novembre	23 novembre	24 novembre	25 novembre	Totale
C	PO	PINEROLO	TO	TALUCCO	16,8	154,2	159,4	25,8	356,2
C	STURA DI LANZO	VARISELLA	TO	VARISELLA	27,6	172	119	22,6	341,2
C	ORCO	SPARONE	TO	SPARONE	31,4	191,4	92,8	23	338,6
C	STURA DI LANZO	VIU'	TO	VIU' CENTRALE_FUCINE	19,4	155,6	107,2	20,2	302,4
C	STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO STURA_DI_LANZO	25,8	148,6	106	21,4	301,8
C	PO	LANZO TORINESE	TO	LANZO	27	154,8	93,4	23,2	298,4
C	PO	CORIO	TO	CORIO	25,4	139,2	98,6	14,6	277,8
C	ORCO	LOCANA	TO	ROSONE	28	119,6	69,8	9,8	227,2
C	STURA DI LANZO	LEMIE	TO	LEMIE	16,2	113,4	75,8	11,6	217
D	PELLICE	LUSERNA SAN GIOVANNI	TO	LUSERNA S. GIOVANNI	14,2	120,2	131,8	28,2	294,4
D	ALTO PO	BARGE	CN	BARGE	16,4	105,2	115,8	36,4	273,8
D	ALTO PO	PAESANA	CN	PAESANA_ERASCA	11,6	71	132,6	23	238,2
E	TANARO	VALDIERI	CN	ANDONNO_GESSO	15,4	105,4	78,2	18,4	217,4
E	VARAITA	BROSSASCO	CN	BROSSASCO	8,8	52,4	133,2	21	215,4
E	TANARO	ROBILANTE	CN	ROBILANTE VERMENAGNA	20,6	98,4	77	19,2	215,2
F	TANARO	CHIUSA DI PESIO	CN	CHIUSA_PESIO	37,8	74,4	105,2	27,4	244,8
F	TANARO	GARESSIO	CN	COLLE SAN_BERNARDO	27,2	142,2	35,6	2,4	207,4
F	TANARO	ORMEA	CN	PONTE DI_NAVA TANARO	29	122,4	53,2	2	206,6
F	TANARO	PRIERO	CN	PRIERO	19,8	92,4	73	17	202,2
F	TANARO	MONTALDO DI MONDOVI'	CN	FRABOSA_SOPRANA_ CORSAGLIA	16,6	89	73	23	201,6
G	TANARO	SASSELLO	SV	PIAMPALUDO	91,2	418,6	78,4	7,6	595,8
G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	MONTENOTTE INFERIORE	13,2	345,8	116,8	11	486,8
G	TANARO	SASSELLO	SV	SASSELLO	44,8	305,6	61	6,2	417,6
G	TANARO	MALLARE	SV	MALLARE	36,6	236,2	81	5,2	359
G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE BRIC_BERTON	47,4	264,6	41,6	2	355,6
G	TANARO	ROSSIGLIONE	GE	ROSSIGLIONE	69,8	221,6	33,6	2,4	327,4
G	TANARO	CALIZZANO	SV	CALIZZANO	27	204,6	70,2	10	311,8
G	TANARO	BOSIO	AL	CAPANNE MARCAROLO	74,6	210,6	23,6	0,8	309,6
G	TANARO	OSIGLIA	SV	OSIGLIA	29,2	212,4	57,4	7,4	306,4
G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	CAIRO_MONTENOTTE	21,6	136,4	70,8	7	235,8
G	TANARO	MURIALDO	SV	MURIALDO BORMIDA DI MILLESIMO	24,2	142,4	58,8	9,4	234,8
G	TANARO	CASALEGGIO BOIRO	AL	LAVAGNINA_LAGO	56,2	158,2	18,2	1,4	234
G	TANARO	PARETO	AL	PARETO	25,4	157,6	44,4	4,8	232,2
G	TANARO	OVADA	AL	OVADA	42,4	156,2	21,8	0,8	221,2
H	SCRIVIA	TORRIGLIA	GE	TORRIGLIA	49,2	160,4	6,6	0	216,2
H	SCRIVIA	FRACONALTO	AL	FRACONALTO	67,4	135,2	10,6	0,6	213,8
I	DORA BALTEA	VIALFRE'	TO	VIALFRE'	31,8	127,4	65	4,4	228,6
I	DORA BALTEA	PARELLA	TO	PARELLA_CHIUSELLA	32,2	114,2	62,2	4,6	213,2

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	22 novembre	23 novembre	24 novembre	25 novembre	Totale
L	DORA RIPARIA	AVIGLIANA	TO	AVIGLIANA	13,4	128,6	129,2	12,8	284
L	PELLICE	PINEROLO	TO	SAN_MARTINO CHISONE	15,4	115,4	101,8	26,4	259
L	PO	PINEROLO	TO	PINEROLO	17,6	102,6	99,8	17	237
L	PO	TRANA	TO	TRANA_SANGONE	15,8	101	97,8	11,6	226,2
L	PO	FRONT	TO	FRONT_MALONE	29,8	119	68,2	6,4	223,4
L	DORA RIPARIA	RIVOLI	TO	RIVOLI_LA_PEROSA	15,8	105	88,6	9,8	219,2
L	STURA DI LANZO	VENARIA	TO	VENARIA_LA_MANDRIA	17,8	103,6	74,4	7	202,8
L	PO	CUMIANA	TO	CUMIANA	16	87,4	83,6	14	201
M	ALTO PO	SALUZZO	CN	SALUZZO	12	67,2	122,6	21,2	223

Nella Tabella 3 si riportano i valori massimi di pioggia per le durate da 1 a 24 ore registrati dalle stazioni pluviometriche della rete di Arpa Piemonte. I valori maggiori si riscontrano per le stazioni della zona di allertamento G.

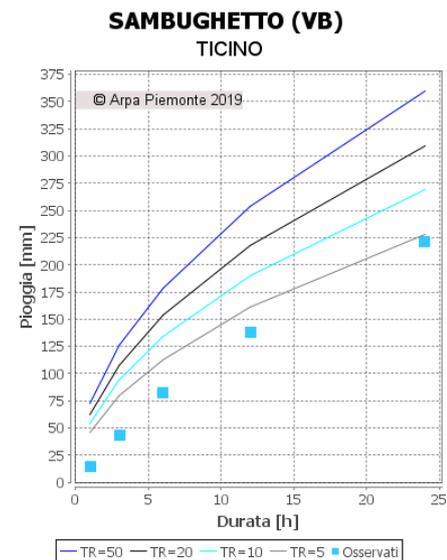
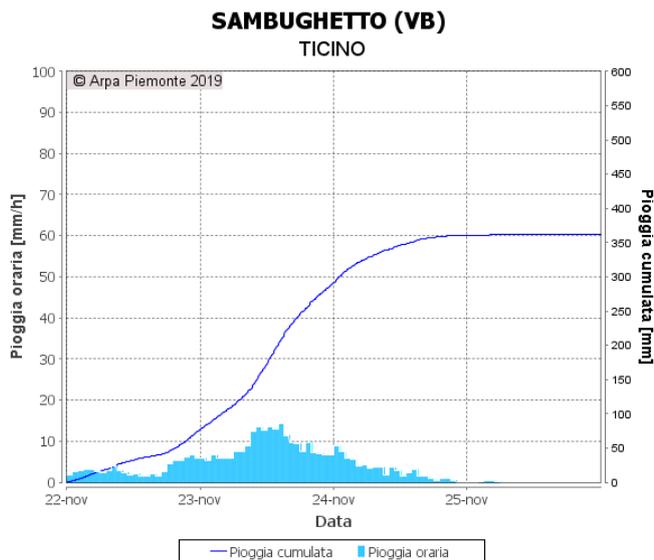
Tabella 3. Massimi di pioggia, espressi in millimetri per diverse durate per le stazioni più significative al di sotto dei 1000m slm.

Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
A	TICINO	VALSTRONA	VB	SAMBUGHETTO	14,8	43,2	82,6	138	221,4
A	TICINO	OMEGNA	VB	OMEGNA_LAGO_D'ORTA	8,2	25,2	46,6	78,6	150,6
B	SEZIA	VARALLO	VC	VARALLO	12	34,2	64,6	118,8	214,8
B	SEZIA	SABBIA	VC	SABBIA	12,2	35,8	61,4	110,4	195,6
B	SEZIA	FOBELLO	VC	FOBELLO	12,2	34	67	117,8	189
B	SEZIA	BOCCIOLETO	VC	BOCCIOLETO	12,2	36	60,6	107	183,2
C	PO	PINEROLO	TO	TALUCCO	15,6	40,4	75,4	135,8	235,8
C	ORCO	SPARONE	TO	SPARONE	12,2	33,6	61	117	204,6
C	STURA DI LANZO	VARISELLA	TO	VARISELLA	12,2	36,4	64	118	204,6
C	STURA DI LANZO	VIU'	TO	VIU'_CENTRALE_FUCINE	13,8	37,8	65	114,6	185,6
C	PO	CORIO	TO	CORIO	15,2	34,8	59,2	99,6	171,6
C	STURA DI LANZO	LANZO TORINESE	TO	LANZO_STURA_DI_LANZO	10,4	28,8	50	89,6	166,4
C	PO	LANZO TORINESE	TO	LANZO	10,4	27,4	47,2	87,8	164,2
D	PELLICE	LUSERNA SAN GIOVANNI	TO	LUSERNA_S,GIOVANNI	12	32,6	52,4	89	172,4
D	ALTO PO	PAESANA	CN	PAESANA_ERASCA	9,8	27	49	92,8	151
G	TANARO	SASSELLO	SV	PIAMPALUDO	68,8	92,4	152,4	275,2	452,4
G	TANARO	CAIRO MONTENOTTE	SV	MONTENOTTE_INFERIORE	27,2	80,2	153,8	240,6	398,8
G	TANARO	SASSELLO	SV	SASSELLO	29,4	68	112,6	206	324,2
G	TANARO	PONZONE	AL	PONZONE_BRIC_BERTON	30,4	51,8	101,8	173,8	277,6
G	TANARO	MALLARE	SV	MALLARE	22,8	56	94,4	167,8	263,6
G	TANARO	BOSIO	AL	CAPANNE_MARCAROLO	16	42,2	79	133,4	231,8

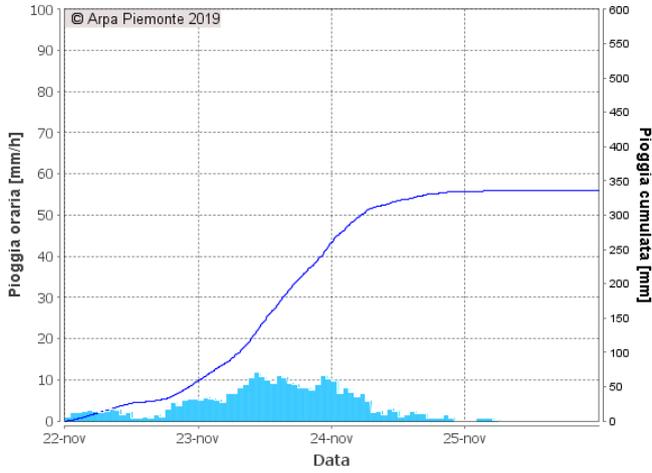
Zona di allerta	Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Max 1 h	Max 3 h	Max 6 h	Max 12 h	Max 24 h
G	TANARO	ROSSIGLIONE	GE	ROSSIGLIONE	37	63,6	99,6	159	230
G	TANARO	OSIGLIA	SV	OSIGLIA	19,8	54	95,2	161,4	227,6
G	TANARO	CALIZZANO	SV	CALIZZANO	20,2	52,8	90,8	156,2	216,6
G	TANARO	CASALEGGIO BOIRO	AL	LAVAGNINA_LAGO	13	33,6	60,4	108,4	174,4
G	TANARO	PARETO	AL	PARETO	12,8	34,2	56,8	106,6	170,6
G	TANARO	BOSIO CAIRO	AL	BRIC_CASTELLARO	12	32,8	59,2	101,2	163,8
G	TANARO	MONTENOTTE	SV	CAIRO_MONTENOTTE	11	28,4	49,4	92	162,8
G	TANARO	OVADA	AL	OVADA	18	42	68,8	110	160,6
G	TANARO	MURIALDO	SV	MURIALDO_BORMIDA_DI_MILLESIMO	11,6	31,4	53,6	101,6	154,8
H	SCRIVIA	TORRIGLIA	GE	TORRIGLIA	13,8	30,8	56,6	96,8	160,6
H	SCRIVIA	FRACONALTO	AL	FRACONALTO	19	48,6	79,4	104,8	153,2
H	SCRIVIA	BUSALLA	GE	BUSALLA	25	56	76,4	105,2	151,2
L	DORA RIPARIA	AVIGLIANA	TO	AVIGLIANA	14,2	41,2	68	117,8	196,4

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.

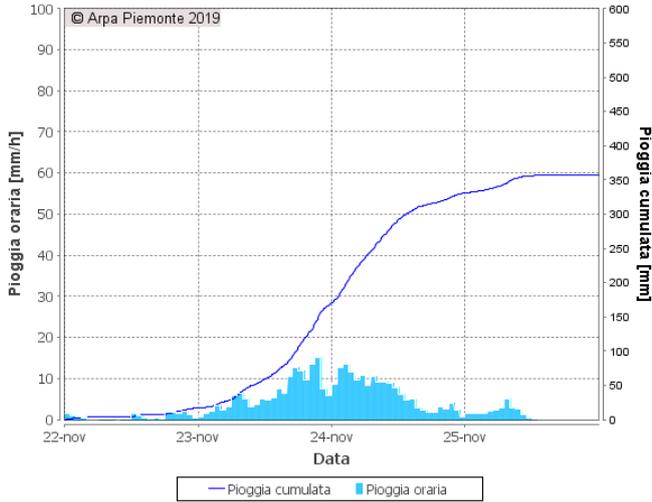
Nella Figura 36 si riportano gli ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno. In generale si evidenziano, soprattutto per le stazioni del bacino del Tanaro e per alcune del bacino del Po torinese (Avigliana e Talucco), tempi di ritorno superiori ai 50 anni, per le durate maggiori.



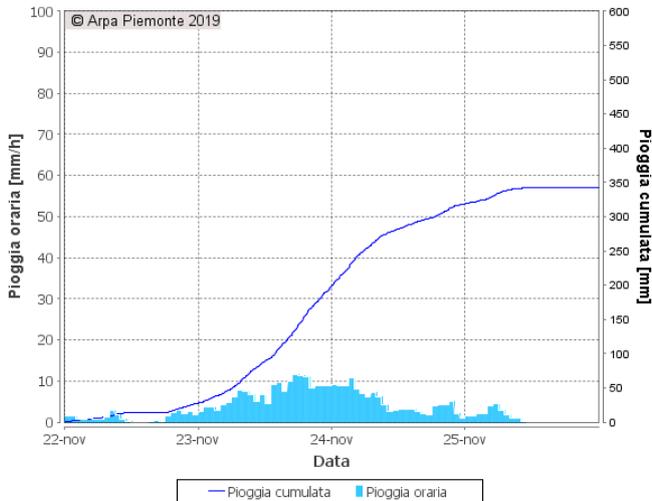
VARALLO (VC)
 SESIA



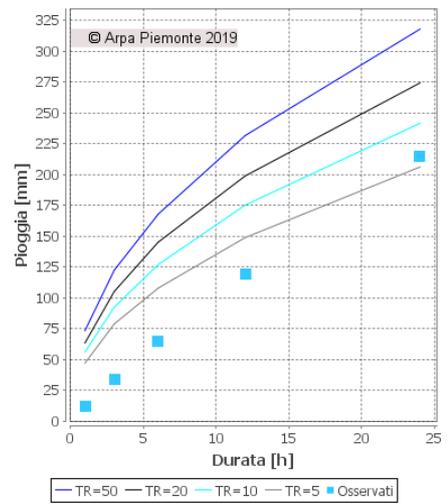
TALUCCO (TO)
 PO



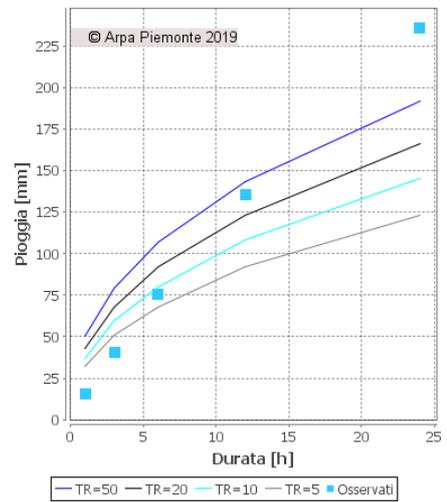
VARISELLA (TO)
 STURA DI LANZO



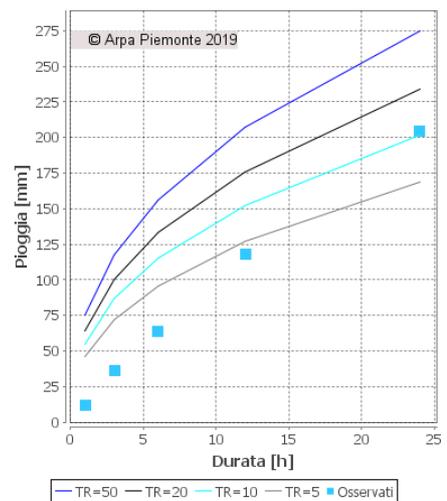
VARALLO (VC)
 SESIA



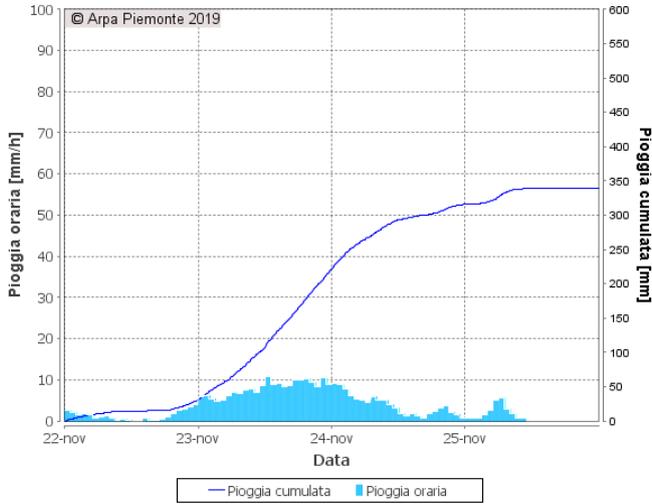
TALUCCO (TO)
 PO



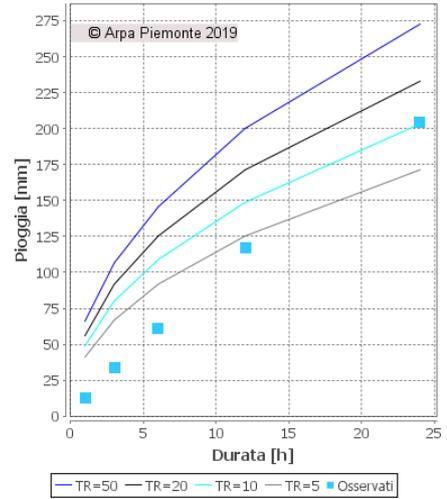
VARISELLA (TO)
 STURA DI LANZO



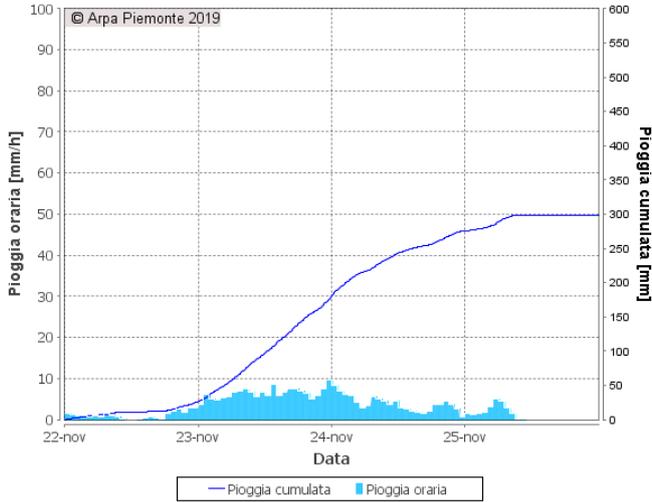
SPARONE (TO)
 ORCO



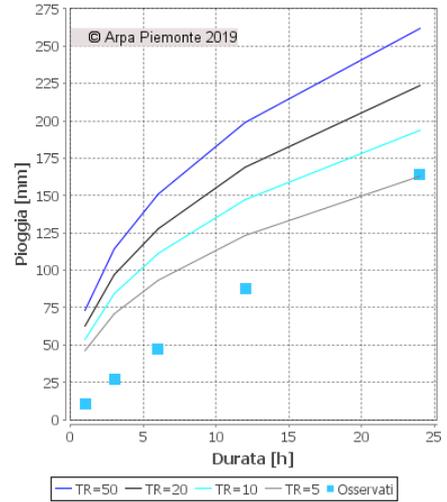
SPARONE (TO)
 ORCO



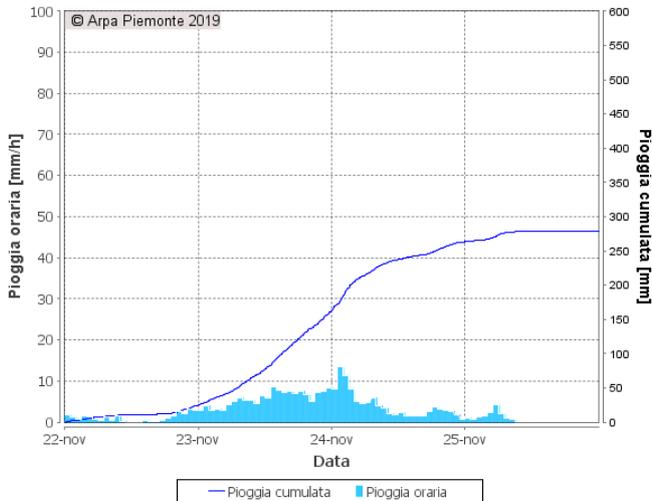
LANZO (TO)
 PO



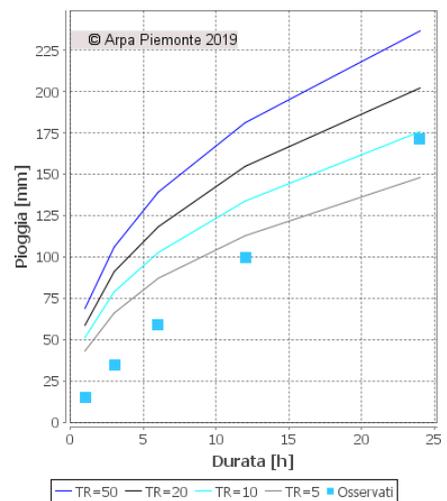
LANZO (TO)
 PO



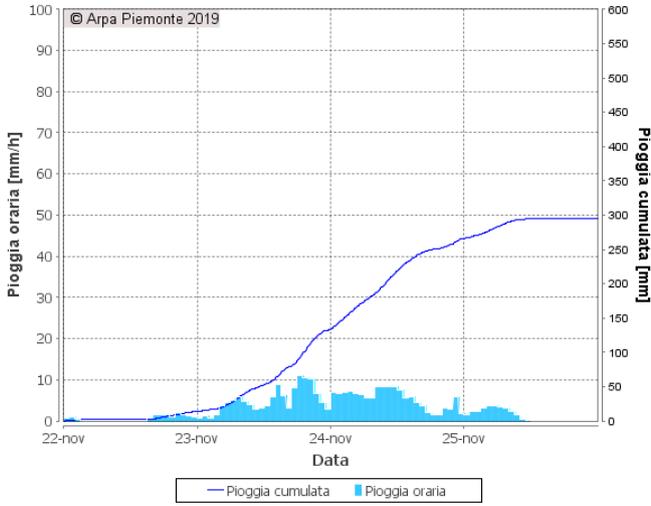
CORIO (TO)
 PO



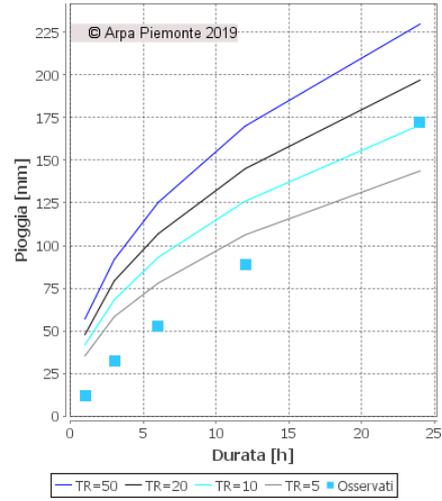
CORIO (TO)
 PO



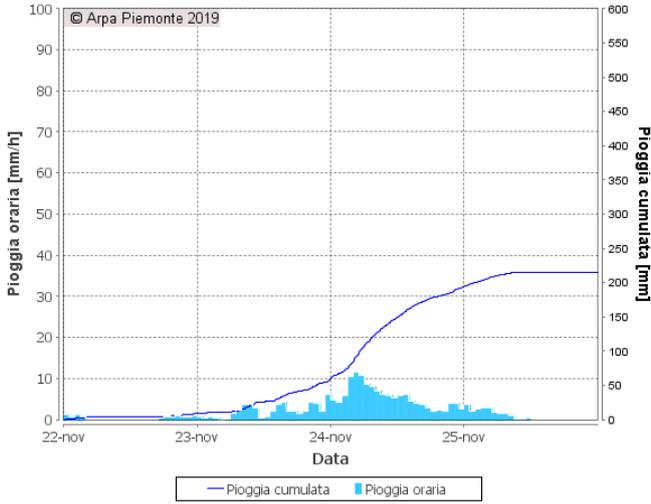
**LUSERNA S. GIOVANNI (TO)
 PELLICE**



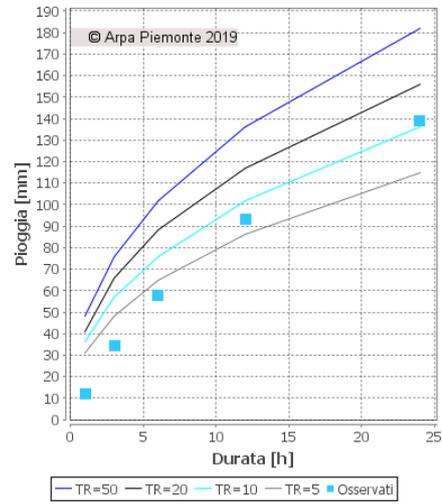
**LUSERNA S. GIOVANNI (TO)
 PELLICE**



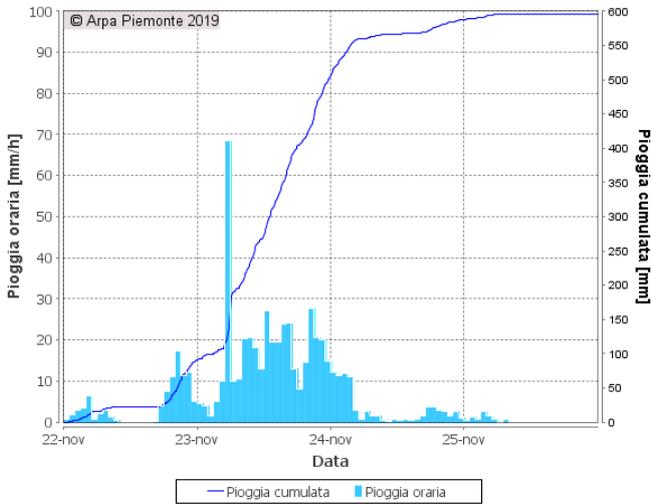
**BROSSASCO (CN)
 VARAITA**



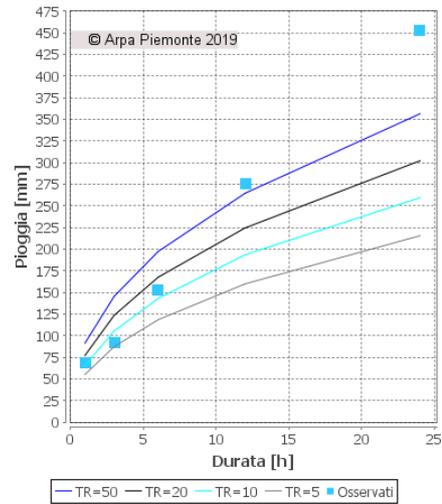
**BROSSASCO (CN)
 VARAITA**



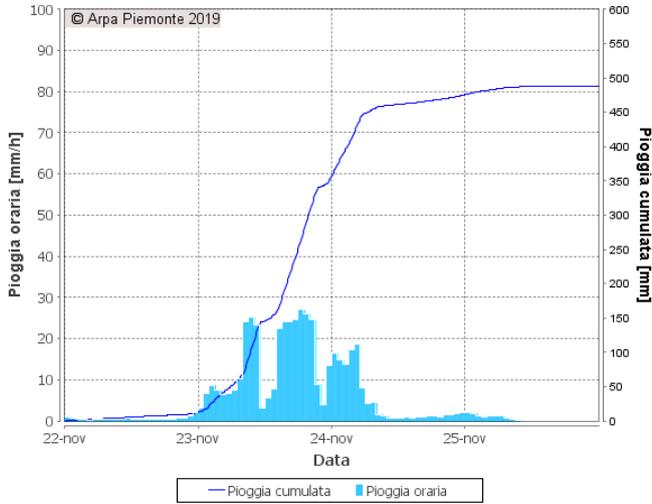
**PIAMPALUDO (SV)
 TANARO**



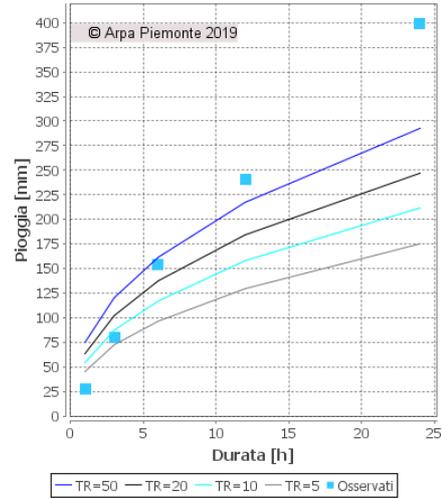
**PIAMPALUDO (SV)
 TANARO**



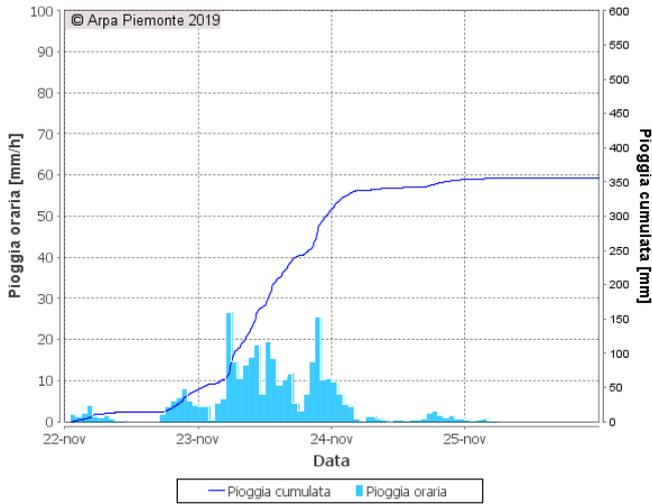
MONTENOTTE INFERIORE (SV)
 TANARO



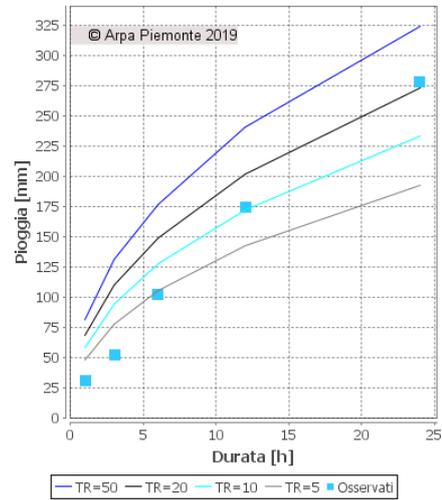
MONTENOTTE INFERIORE (SV)
 TANARO



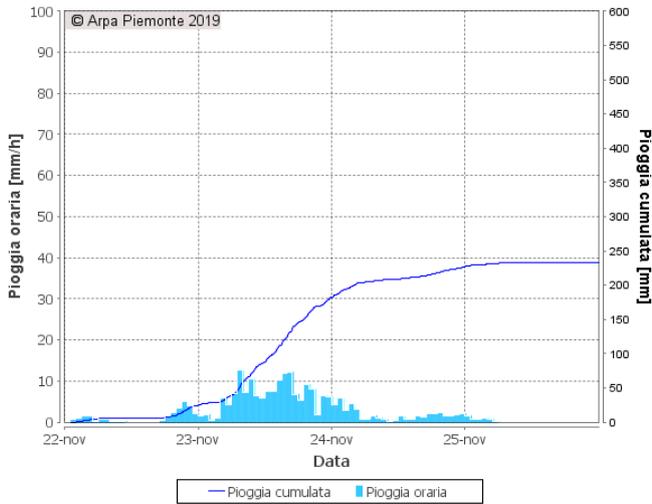
PONZONE BRIC BERTON (AL)
 TANARO



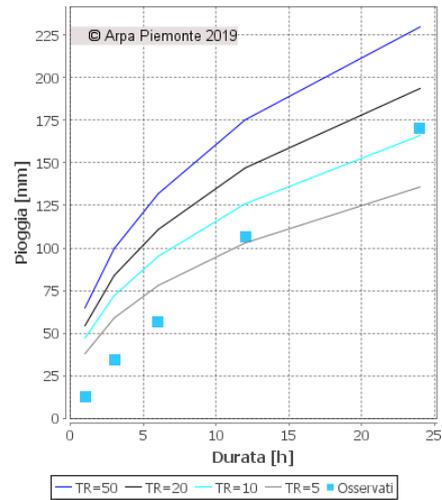
PONZONE BRIC BERTON (AL)
 TANARO



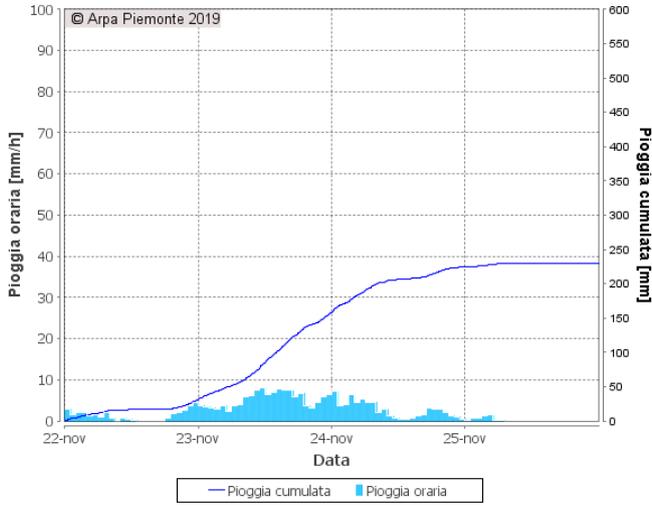
PARETO (AL)
 TANARO



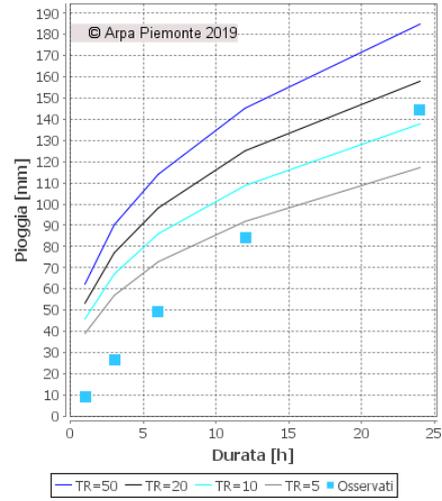
PARETO (AL)
 TANARO



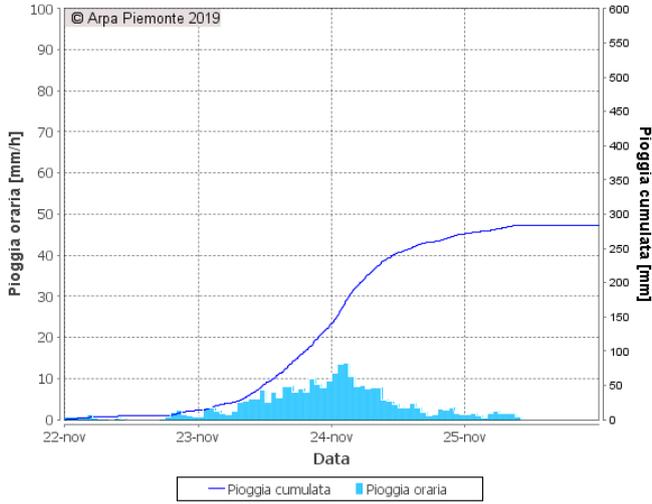
VIALFRE' (TO)
 DORA BALTEA



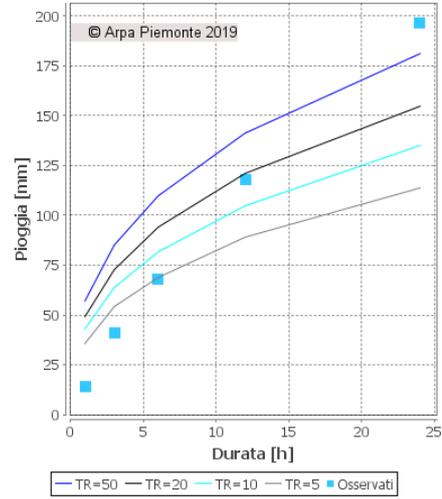
VIALFRE' (TO)
 DORA BALTEA



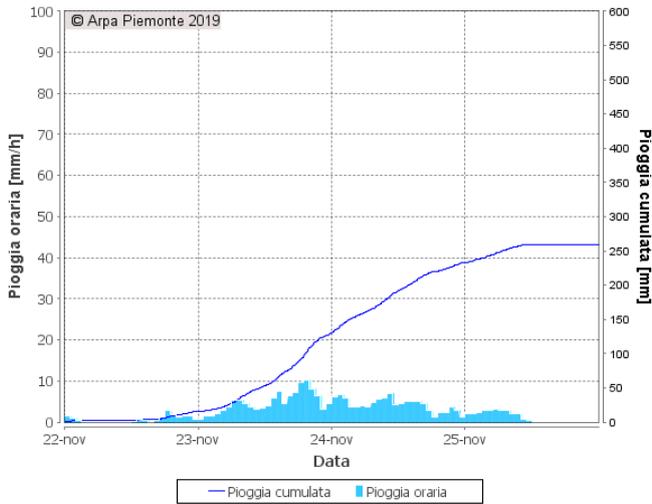
AVIGLIANA (TO)
 DORA RIPARIA



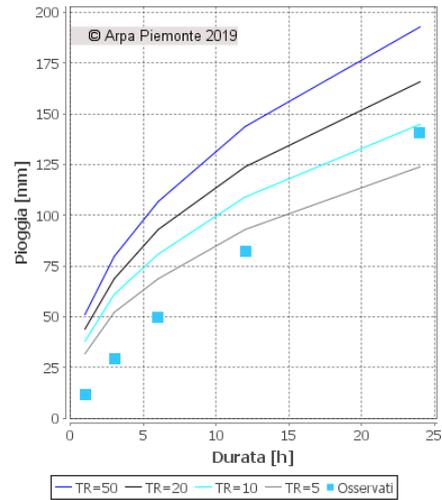
AVIGLIANA (TO)
 DORA RIPARIA



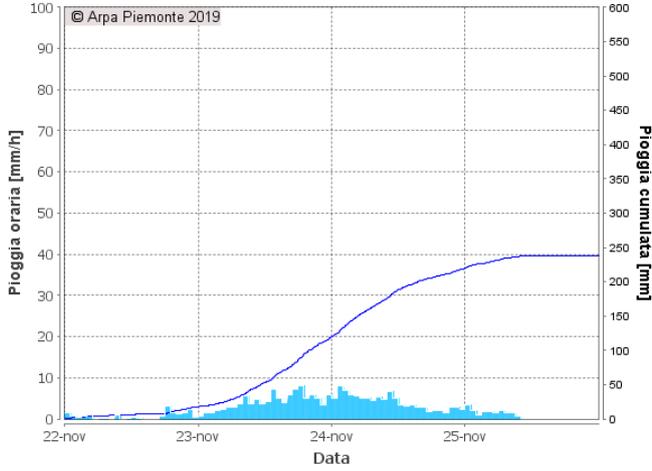
SAN MARTINO CHISONE (TO)
 PELLICE



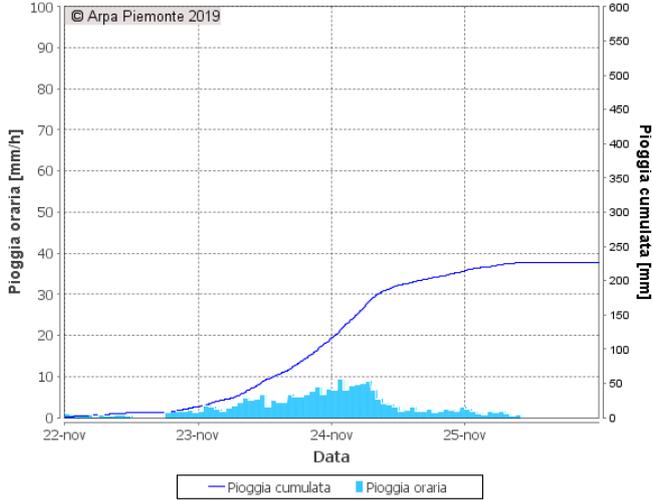
SAN MARTINO CHISONE (TO)
 PELLICE



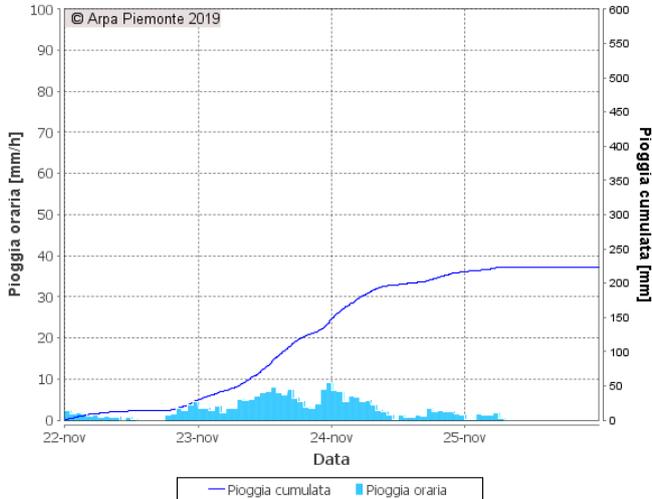
PINEROLO (TO)
 PO



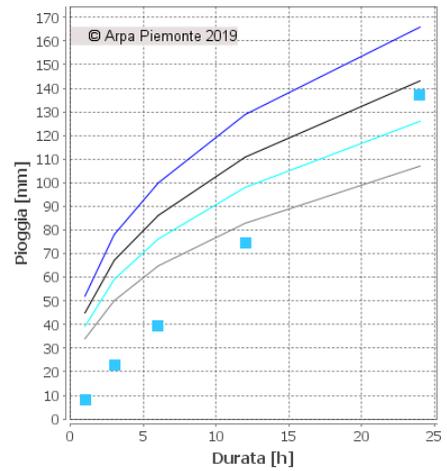
TRANA SANGONE (TO)
 PO



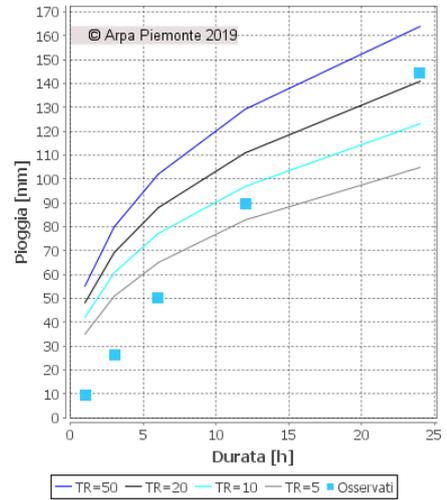
FRONT MALONE (TO)
 PO



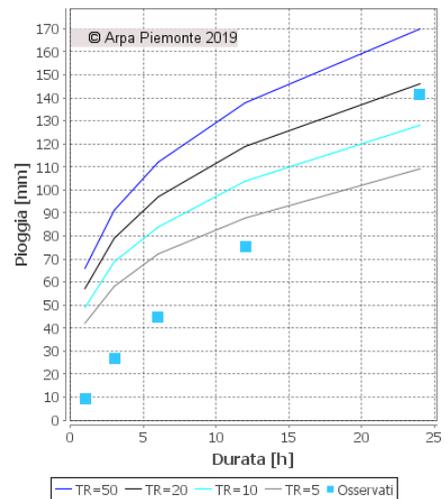
PINEROLO (TO)
 PO



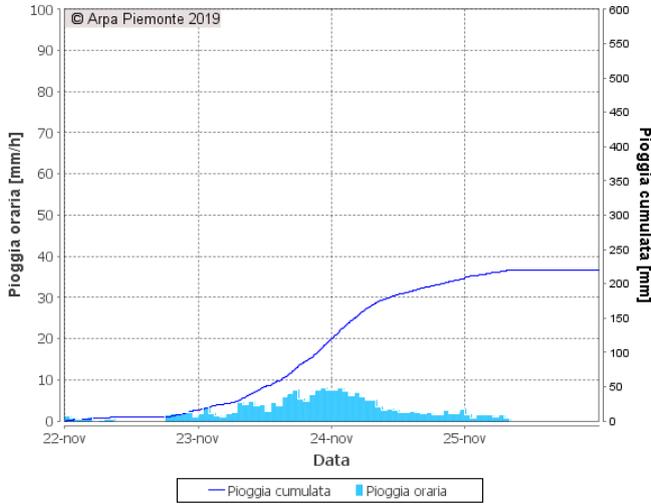
TRANA SANGONE (TO)
 PO



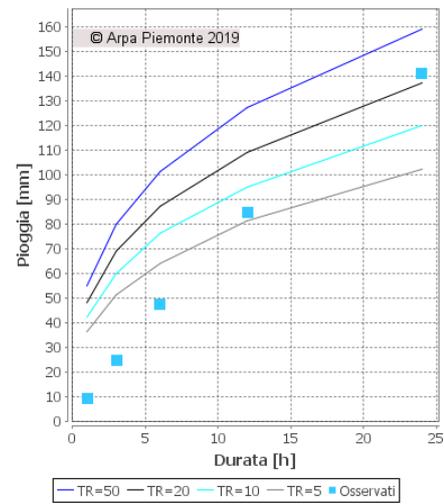
FRONT MALONE (TO)
 PO



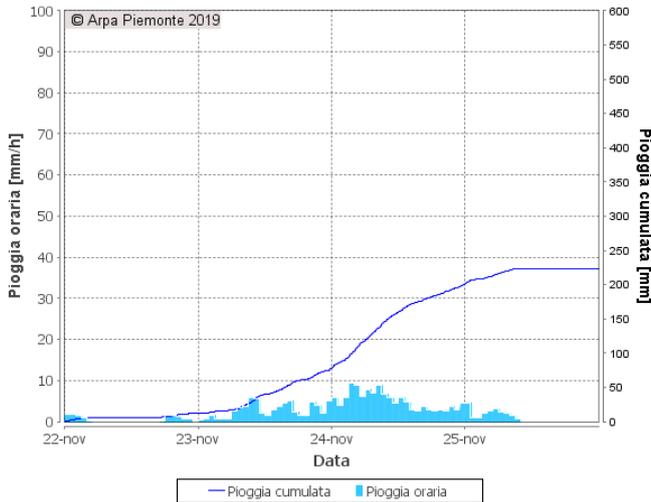
RIVOLI LA PEROSA (TO)
DORA RIPARIA



RIVOLI LA PEROSA (TO)
DORA RIPARIA



SALUZZO (CN)
ALTO PO



SALUZZO (CN)
ALTO PO

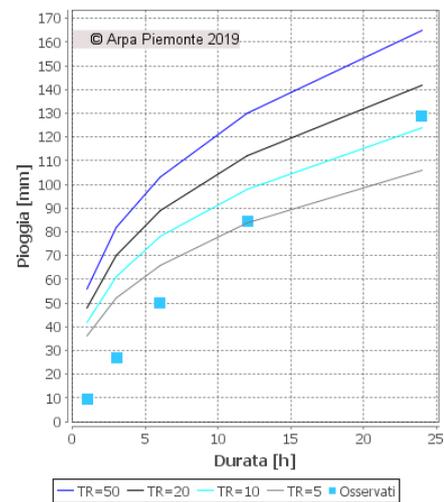


Figura 36. Ietogrammi delle stazioni che hanno registrato le precipitazioni maggiori e linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la determinazione del tempo di ritorno del fenomeno.

CONFRONTO CON EVENTI PASSATI

Per dare conto dell'intensità del fenomeno che ha colpito soprattutto la zona dell'Alessandrino, è stato effettuato un confronto con la pluviometria di un evento passato, anch'esso straordinario per le precipitazioni registrate e analogo per la fenomenologia meteorologica che le ha determinate, causando importanti effetti al suolo. Nello specifico viene considerato l'evento alluvionale di novembre 2016 nelle giornate dal 21 al 25, che ha interessato le medesime zone, in particolare il bacino idrografico dell'Orba e della Bormida.

Nella Tabella 4 viene visualizzato il valore medio areale di precipitazione per bacino idrografico sui due eventi analizzati, ottenuto dall'interpolazione dei dati puntuali delle stazioni pluviometriche disponibili per ogni evento: in grassetto viene evidenziato il valore maggiore così stimato.

Tabella 4. Precipitazione media sui bacini per tre eventi alluvionali significativi.

Bacino idrografico	Precipitazione media per bacino [mm]	
	21-25 Novembre 2019	21-25 Novembre 2016
Residuo Po confluenza Tanaro	99.1	110.7
Tanaro	189.6	357
Bormida	233.4	276.7
Orba	251.5	269.3
Residuo Tanaro	122.7	120.9
Residuo Po confluenza Dora Riparia	163	194.9

In generale l'evento di Novembre 2016 ha registrato quantitativi maggiori su tutti i bacini considerati, tuttavia su Orba, Bormida e Residuo Tanaro i valori sono confrontabili. Nella successiva figura si riportano le mappe delle precipitazioni cumulate per ognuno dei 2 eventi alluvionali considerati (Figura 37).

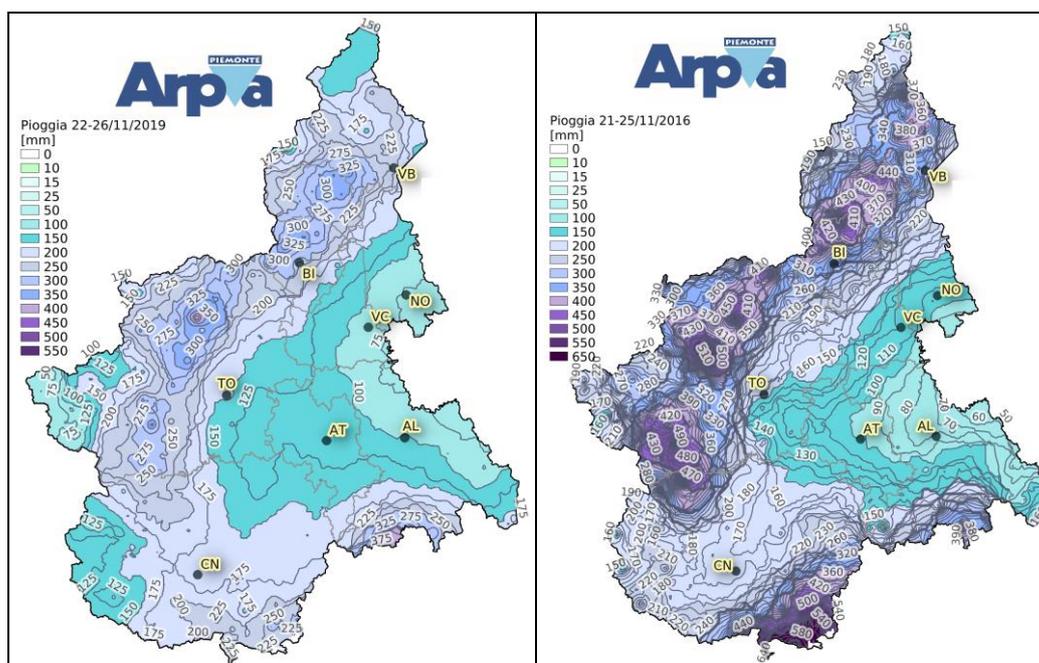


Figura 37. Precipitazioni cumulate dei 2 differenti eventi alluvionali: 22-26/11/2019, 21-25/11/2016

ANALISI IDROMETRICA

Come abbiamo visto, le precipitazioni registrate nei giorni dal 22 al 25 novembre hanno interessato tutta la regione e in particolar modo i bacini della fascia pedemontana e quelli meridionali al confine con la Liguria.

Nella parte settentrionale della regione, il Toce ha raggiunto livelli significativi a Candoglia (VB) ma non ha superato il livello di guardia ed è transitato con una portata di circa 550 mc/sec.

Il lago Maggiore ha raggiunto il livello di guardia nella notte tra il 23 e il 24 e si è mantenuto su tali valori per tre giorni, mentre il lago d'Orta lo ha superato di circa 20 cm.

Nel Vercellese, il Sesia si è avvicinato al livello di guardia nella notte tra il 23 e il 24 novembre, nelle sezioni di Borgosesia (VC) e Palestro (PV) dove ha registrato una portata di circa 1500 mc/sec. I livelli del Cervo hanno raggiunto il livello di guardia nel tardo pomeriggio del 23 e si sono mantenuti al di sopra di tale valore per circa 19 ore all'idrometro di Quinto Vercellese (VC).

L'onda di piena dell'Elvo è stata caratterizzata da due picchi, con un doppio superamento del livello di guardia alla sezione di Carisio (VC) dapprima nella serata del 23 e, successivamente, nelle prime ore del mattino del 24.

Anche nel Torinese i corsi d'acqua hanno registrato un incremento diffuso dei livelli nella notte tra il 23 e il 24 novembre che ha comportato, in alcuni casi, il superamento dei livelli di guardia o di pericolo. Nello specifico, tra gli affluenti di sinistra del fiume Po, i torrenti Chisola e Malone hanno superato il livello di pericolo rispettivamente agli idrometri di Vinovo (TO), nella notte tra il 23 e il 24, e di Brandizzo (TO), nella prima mattina del 24, mantenendosi al di sopra di tale soglia per circa 7 ore. Nella mattina del 24 novembre la Stura di Lanzo ha superato il livello di guardia all'idrometro di Torino con una portata di circa 900 mc/sec, mentre l'Orco si è mantenuto al di sotto di tale soglia di alcuni centimetri. Il Banna, affluente di destra del fiume Po, ha superato il livello di guardia nella mattina del 24 alle sezioni di Santena (TO) e Poirino (TO), mantenendosi al di sopra della soglia per 12 ore.

Nel Cuneese l'elevato incremento dei livelli del torrente Ghiandone ha determinato, nella mattina del 24, il superamento del livello di pericolo all'idrometro di Staffarda (CN). Il torrente Varaita ha superato il livello di guardia nella sezione di Rossana (CN) nelle prime ore del mattino del 24 e a Polonghera (CN) nel tardo pomeriggio del 24.

Nell'Astigiano, il Belbo ha superato il livello di pericolo nella sezione di Castelnuovo Belbo (AT) nelle prime ore del 24. Sono stati registrati due colmi di piena a distanza di un giorno: un primo nella mattina del 24, superiore al livello di pericolo e un secondo, di minore entità, nella mattina del 25, superiore al livello di guardia.

Nel settore sud-occidentale, al confine con la Liguria, si sono registrati incrementi significativi dei livelli già dalla mattina del 23 per Curone, Scrivia e Orba e, a partire dal pomeriggio del 23, per la Bormida.

I livelli del Curone si sono mantenuti al di sotto del livello di guardia, mentre lo Scrivia ha superato il livello di guardia alla sezione di Guazzora (AL) nel pomeriggio del 23 raggiungendo una portata di circa 850 mc/sec.

L'Orba ha raggiunto il livello di pericolo nel pomeriggio del 23 agli idrometri di Basaluzzo (AL) e Casal Cermelli (AL), mantenendosi al di sopra di tale valore, rispettivamente, per 3 e 7 ore.

La Bormida è stata caratterizzata, lungo tutta l'asta, da una piena significativa. In entrambi i rami di Spigno e di Millesimo sono stati superati nella notte tra il 23 e il 24 i livelli di pericolo, con valori di 6.4 m e 4.25 m, registrati agli idrometri di Mombaldone (AT) e Cessole (AT). A valle della confluenza dei due rami, all'idrometro di Cassine (AL), i livelli della Bormida si sono mantenuti al di sopra del livello di pericolo per un'intera giornata (dal pomeriggio del 23 al pomeriggio del 24); il colmo è stato raggiunto nelle prime ore del mattino del 24 novembre, con un livello di 5.44 m e una

portata di circa 2300 mc/sec. Tale valore di portata, se si fa riferimento al Piano per la valutazione e la gestione del rischio di alluvioni (nel seguito PGRA), è caratterizzata da un tempo di ritorno superiore a 20 anni.

Il colmo è, poi, transitato alla sezione di Alessandria, in cui è stato registrato il livello massimo storico di 9.39 m, corrispondente a una portata di circa 3100 mc/sec con un tempo di ritorno maggiore di 50 anni. I livelli del fiume Bormida sono rimasti superiori al livello di pericolo per più di un giorno e mezzo, dalla mattina del 23 alle prime ore del 25.

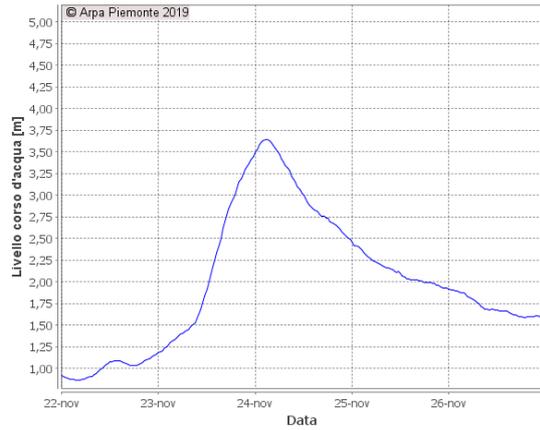
Nella Tabella 5 si riportano i colmi di piena ed i massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento per le stazioni più significative.

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

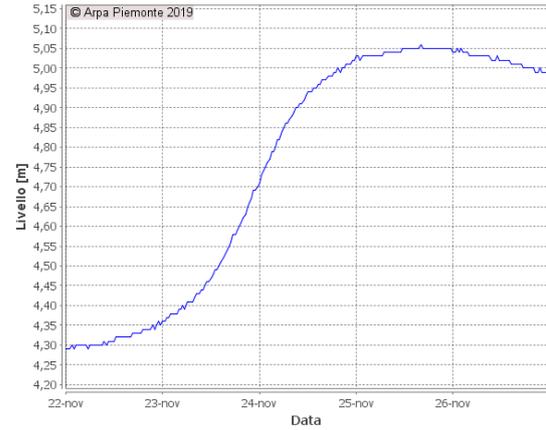
Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	0,5h	1h	3h	6h	12h	24h	Incremento
TICINO	MERGOZZO	VB	CANDOGLIA TOCE	24/11/2019 02:30	3.64	0.12	0.2	0.53	1.01	1.72	2.38	2.77
TICINO	OMEGNA	VB	OMEGNA LAGO D'ORTA	25/11/2019 12:30	2.05	0.02	0.03	0.06	0.11	0.2	0.37	0.67
TICINO	VERBANIA	VB	PALLANZA LAGO MAGGIORE	25/11/2019 16:00	5.06	0.02	0.03	0.08	0.14	0.27	0.47	0.77
SEZIA	CARISIO	VC	CARISIO ELVO	24/11/2019 07:00	3.36	0.22	0.22	0.47	0.78	1.17	1.99	2.33
SEZIA	QUINTO VERCELLESE	VC	QUINTO VERCELLESE CERVO	24/11/2019 09:00	3.02	0.26	0.35	0.63	1.02	1.77	2.66	3.25
SEZIA	PALESTRO	PV	PALESTRO SESIA	24/11/2019 10:30	4.26	0.16	0.2	0.35	0.55	0.94	1.64	2.2
ORCO	SAN BENIGNO CANAVESE	TO	SAN BENIGNO ORCO	24/11/2019 06:00	2.53	0.14	0.17	0.27	0.49	0.7	1.14	1.37
PO	BRANDIZZO	TO	BRANDIZZO MALONE	24/11/2019 06:30	3.47	0.22	0.37	0.53	0.88	1.44	2.45	3.08
STURA DI LANZO	TORINO	TO	TORINO STURA DI LANZO	24/11/2019 06:30	2.39	0.2	0.26	0.46	0.66	1.06	1.62	1.91
STURA DI LANZO	VENARIA	TO	VENARIA CERONDA	24/11/2019 06:00	2.91	0.21	0.24	0.51	0.72	1.26	1.67	2.88
PO	VINOVO	TO	VINOVO CHISOLA	24/11/2019 10:30	4.57	0.16	0.28	0.79	1.42	2.14	3.24	3.82
PO	SANTENA	TO	SANTENA BANNA	24/11/2019 11:00	4.58	0.21	0.4	1.08	1.73	2.3	2.96	4.11
PO	REVELLO	CN	STAFFARDA GHIANDONE	24/11/2019 07:30	4.06	0.18	0.34	0.9	1.29	1.86	3.03	3.52
VARAITA	POLONGHERA	CN	POLONGHERA VARAITA	24/11/2019 20:30	3.07	0.19	0.3	0.73	1.15	1.71	2.25	2.76
TANARO	CASTELNUOVO BELBO	AT	CASTELNUOVO BELBO	24/11/2019 05:30	5.78	0.31	0.61	1.65	2.89	4.38	5.26	5.51
TANARO	CESSOLE	AT	CESSOLE BORMIDA	24/11/2019 02:00	4.25	0.28	0.49	1.01	1.73	2.9	3.69	3.89
TANARO	MOMBALDONE	AT	MOMBALDONE BORMIDA	23/11/2019 22:30	6.4	0.58	1.03	2.49	3.36	4.04	4.76	4.85
TANARO	BASALUZZO	AL	BASALUZZO ORBA	23/11/2019 15:00	3.21	0.17	0.25	0.55	0.99	1.35	1.88	2.16
TANARO	CASSINE	AL	CASSINE BORMIDA	24/11/2019 03:00	5.44	0.44	0.83	1.94	2.83	3.5	4.55	4.76
TANARO	ALESSANDRIA	AL	ALESSANDRIA BORMIDA	24/11/2019 07:00	9.39	0.44	0.86	1.99	3.14	6.09	7.14	7.83
SCRIVIA	GUAZZORA	AL	GUAZZORA SCRIVIA	23/11/2019 19:00	7.37	0.32	0.6	1.7	3	3.54	4.4	4.85

Di seguito (Figura 38) si riportano gli idrogrammi di livello delle stazioni che hanno registrato i colmi più significativi.

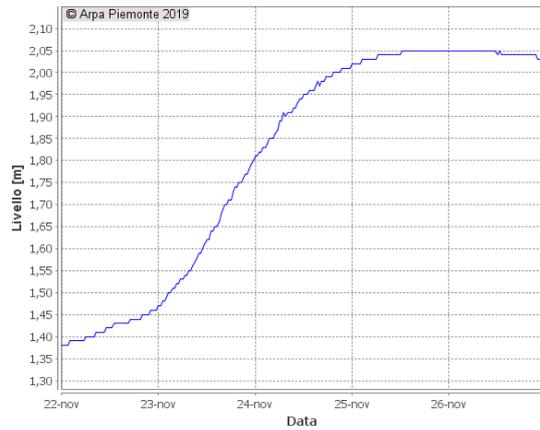
CANDOLIA TOCE (VB)



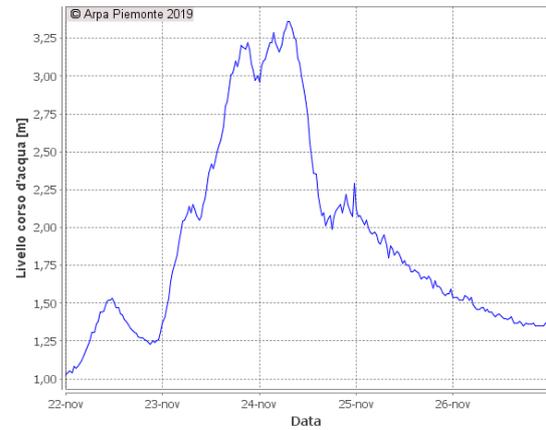
PALLANZA LAGO MAGGIORE (VB)



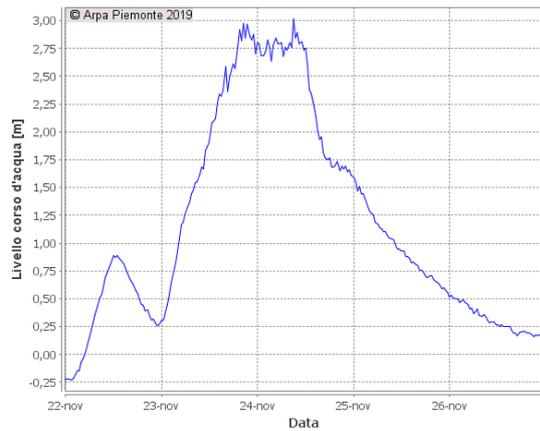
OMEGNA LAGO D'ORTA (VB)



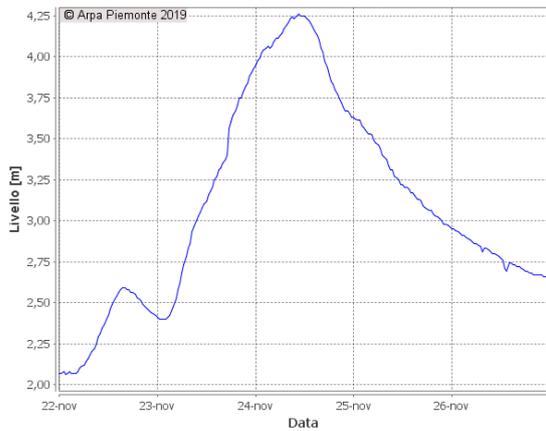
CARISIO ELVO (VC)



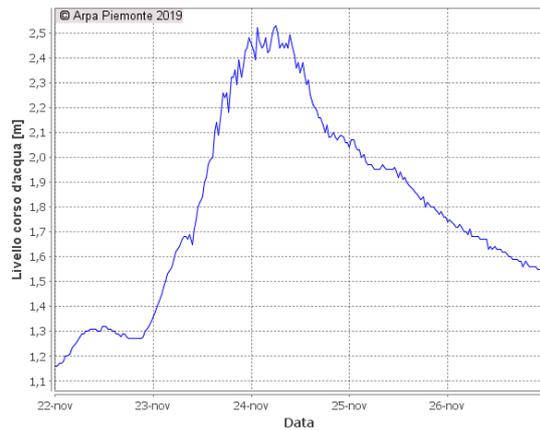
QUINTO VERCELLESE CERVO (VC)



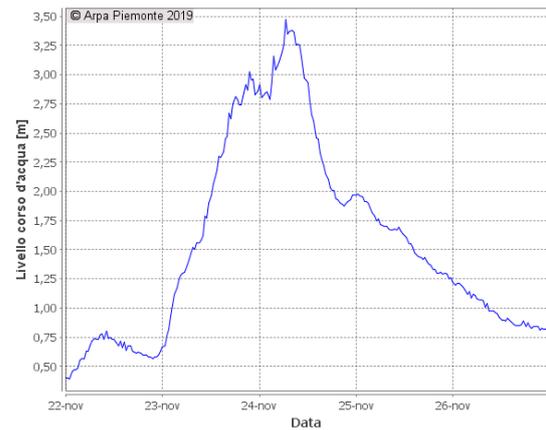
PALESTRO SESIA (PV)

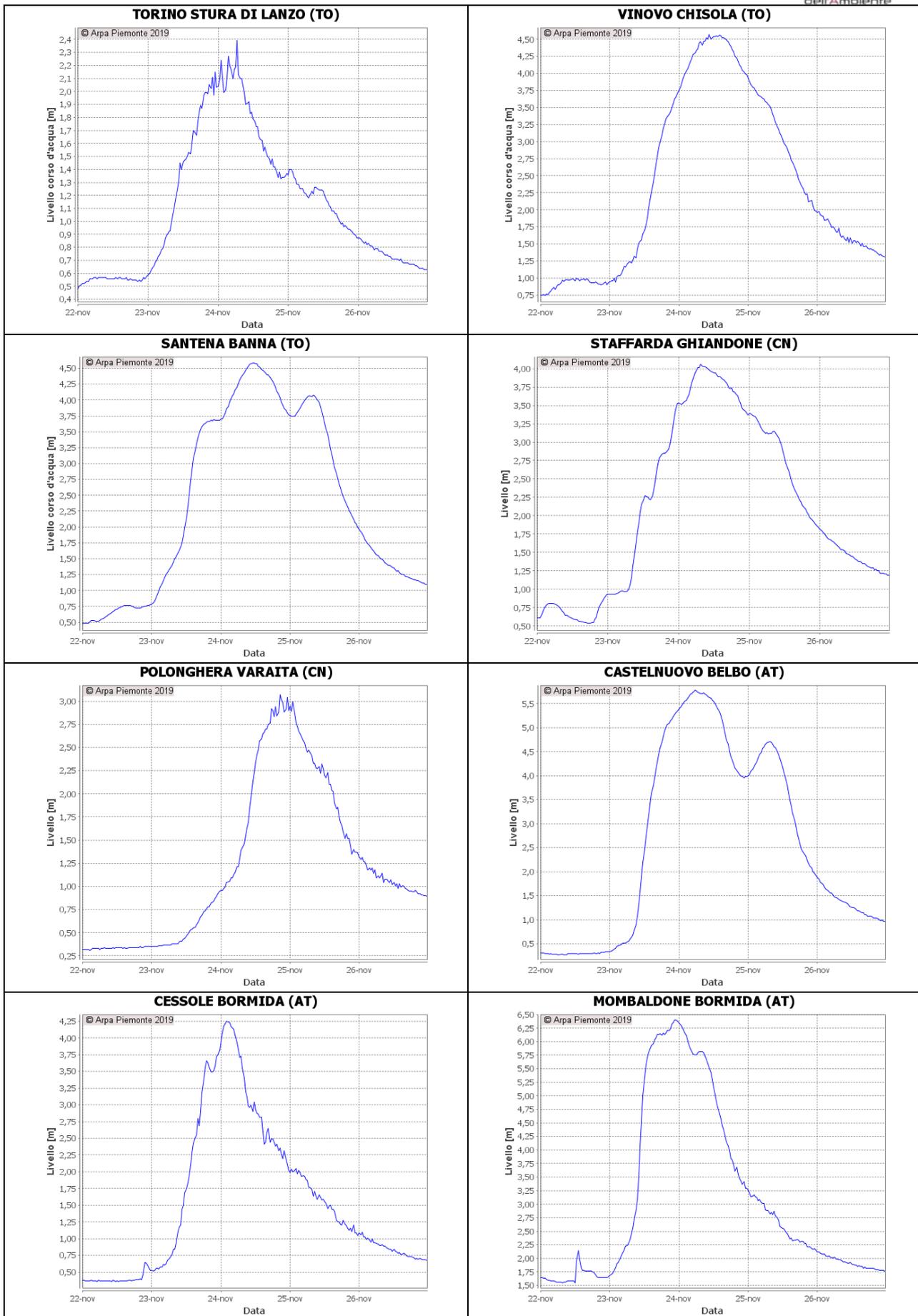


SAN BENIGNO ORCO (TO)



BRANDIZZO MALONE (TO)





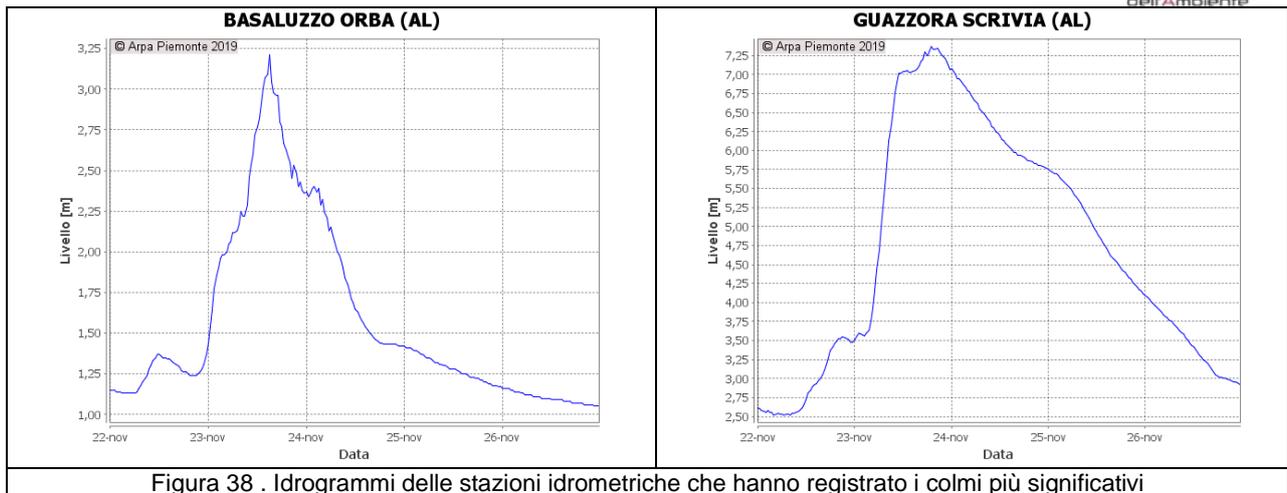


Figura 38 . Idrogrammi delle stazioni idrometriche che hanno registrato i colmi più significativi

LA PIENA DEL TANARO

Lungo l'asta del Tanaro l'evento ha generato un'onda di piena che si è tenuta su valori al di sotto della soglia di pericolo ad esclusione della sezione di Montecastello (AL) a causa del contributo della Bormida. In particolare, nelle prime ore del 24, l'idrometro di Farigliano (CN), ha raggiunto il colmo superando di 80 cm il livello di guardia con una portata di circa 1000 mc/sec. Più a valle, l'idrometro di Alba (CN), ha subito dei danni che ne hanno compromesso le misurazioni, tuttavia, è stato possibile stimare da tracce di piena il livello massimo raggiunto pari a circa 3.2 m corrispondente ad una portata di 1500 mc/sec. Ad Asti il colmo è transitato con una portata di circa 1600 mc/sec. La piena ha raggiunto Alessandria nella serata del 24.

All'idrometro di Montecastello (AL), dove il Tanaro aveva già nella mattina del 24 ricevuto la piena della Bormida, si è raggiunto un colmo di 7.89 m, il più alto mai registrato dopo quello dell'evento del 1994 (dove si stimarono circa 8,48 m) corrispondente ad una portata di circa 3900 mc/sec. Tale valore di portata, è caratterizzato, se si fa riferimento al PGRA, da un tempo di ritorno superiore a 20 anni mentre lungo l'asta le portate possono considerarsi con ricorrenza 2-5 anni

A titolo di sintesi, nella Tabella 6 si riportano i colmi ed i massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento per le stazioni del fiume Tanaro.

Tabella 6. Colmi e massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento per le stazioni idrometriche del fiume Tanaro.

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	0,5h	1h	3h	6h	12h	24h	Incremento
TANARO	FARIGLIANO	CN	FARIGLIANO TANARO	24/11/2019 01:30	3.81	0.18	0.32	0.77	1.1	1.75	2.46	2.59
TANARO	ASTI	AT	ASTI TANARO	24/11/2019 10:30	4.65	0.21	0.38	0.83	1.36	2.36	3.74	3.94
TANARO	MASIO	AL	MASIO TANARO	24/11/2019 18:30	4.45	0.27	0.46	0.89	1.48	2.5	3.63	4.33
TANARO	MONTECASTELLO	AL	MONTECASTELLO TANARO	24/11/2019 08:30	7.89	0.27	0.49	1.32	2.29	4.53	5.86	6.32

Di seguito (Figura 39) si riportano gli idrogrammi di livello delle stazioni del Tanaro che hanno registrato i colmi più significativi

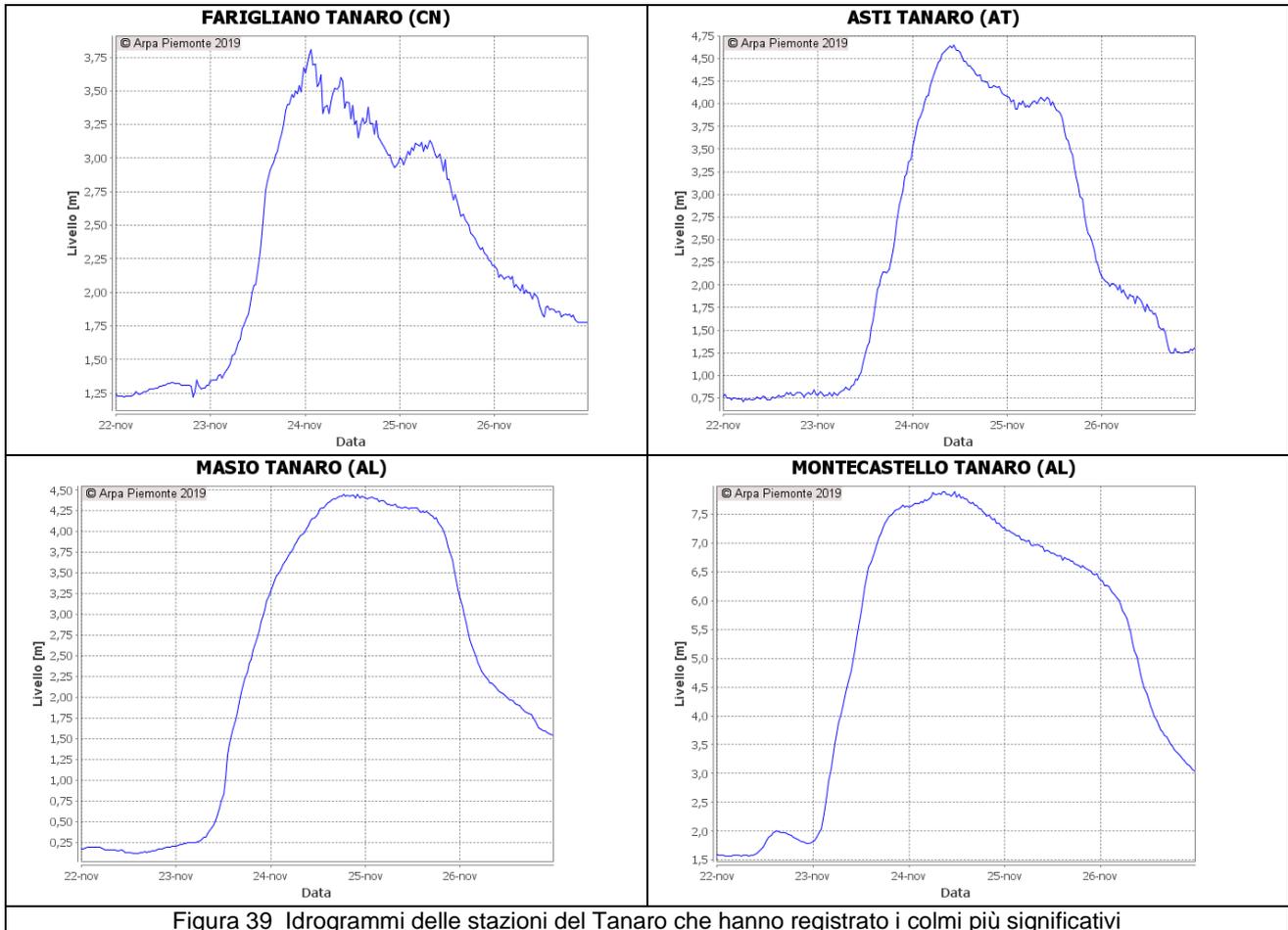


Figura 39 Idrogrammi delle stazioni del Tanaro che hanno registrato i colmi più significativi

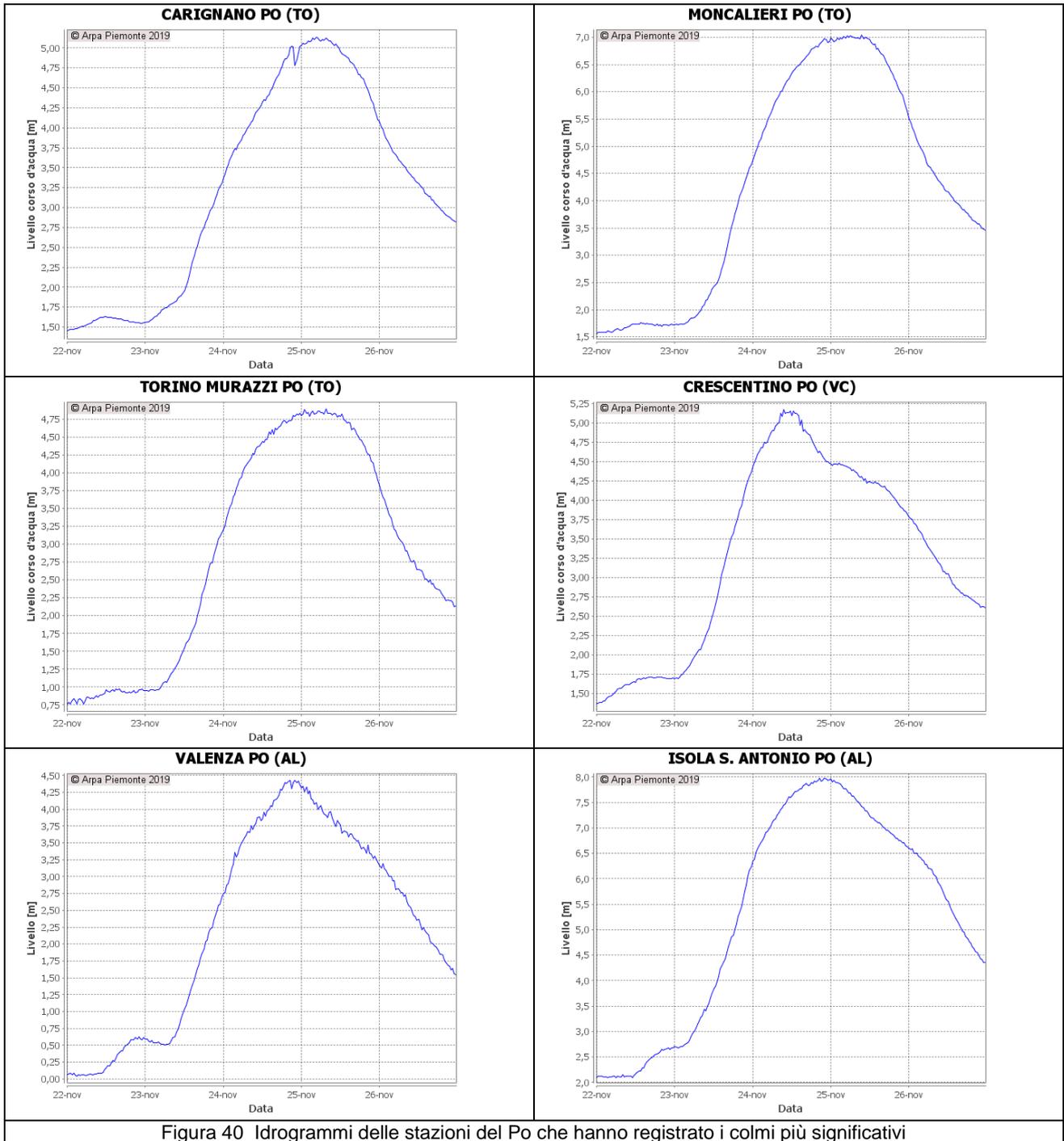
LA PIENA DEL PO

Anche lungo l'asta del Po, durante l'evento, si sono registrati incrementi di livello significativi con il superamento delle soglie di guardia per tutte le sezioni da monte a valle nella giornata del 24. L'intensificarsi delle precipitazioni sulla pianura del cuneese tra il 24 e il 25, ha fatto sì che i bacini affluenti alimentassero ulteriormente la piena nella parte più alta del bacino fino a Torino. Infatti, all'idrometro di Carignano (TO), nelle prime ore del 25 si è sfiorato il livello di pericolo, corrispondente ad una portata di circa 1200 mc/s. La piena è poi transitata mantenendosi per molte ore sopra il livello di pericolo sia a Moncalieri che a Torino, con una portata di circa 1500 mc/s. A valle di Torino la piena è transitata con valori prossimi ai livelli di pericolo con valori di circa 4900 mc/sec a Valenza (AL). Nella sezione di chiusura del bacino del Po piemontese, Isola Sant'Antonio (AL), la portata al colmo, dopo aver ricevuto l'importante contributo del Tanaro, è stata di circa 8400 mc/s, corrispondente alla piena ventennale.

Nella Tabella 7 si riportano i colmi ed i massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento dalle stazioni idrometriche ubicate lungo il fiume Po.

Tabella 7. Colmi e massimi incrementi di livello [m] registrati durante l'evento per le stazioni idrometriche del fiume Po.

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Data e ora (UTC) del colmo	MAX	0,5h	1h	3h	6h	12h	24h	Incremento
PO	CARIGNANO	TO	CARIGNANO PO	25/11/2019 04:30	5.13	0.09	0.17	0.46	0.8	1.41	2.36	3.68
PO	MONCALIERI	TO	MONCALIERI PO	25/11/2019 09:30	7.04	0.14	0.28	0.79	1.44	2.43	3.96	5.48
PO	TORINO	TO	TORINO MURAZZI PO	25/11/2019 07:30	4.89	0.13	0.22	0.57	1.02	1.82	3.01	4.13
PO	CRESCENTINO	VC	CRESCENTINO PO	24/11/2019 09:30	5.17	0.12	0.21	0.57	1.04	1.91	2.99	3.8
PO	VALENZA	AL	VALENZA PO	24/11/2019 20:30	4.43	0.18	0.24	0.6	0.94	1.8	3.14	4.39
PO	ISOLA SANT'ANTONIO	AL	ISOLA S. ANTONIO PO	24/11/2019 20:30	7.97	0.18	0.29	0.82	1.46	2.54	4.13	5.88



CONFRONTO CON EVENTI PASSATI

Le caratteristiche di eccezionalità che ha assunto l'evento del 24 novembre sul bacino della Bormida e, di conseguenza, sulla parte terminale Tanaro rende opportuno un confronto con altri eventi del passato che hanno determinato importanti effetti al suolo. In particolare, si può fare riferimento all'evento del 09-13 ottobre 2014 e del 19 - 25 ottobre 2019, anche si diversi per la natura meteorologica dell'evento.

Per quanto riguarda la Bormida, durante l'evento di novembre 2014 raggiunse un livello al colmo di 9,05 m corrispondente ad una portata di circa 3000 mc/s caratterizzata da un tempo di ritorno inferiore ai 50 anni. In tale evento già sulla Bormida a Cassine si stimarono circa 1000 mc/sec che divennero poi 3000 mc/sec ad Alessandria dopo il contributo dell'Orba. A ottobre 2019 il livello al colmo è stato di 9,21 m e la portata stimata 3000-3100 mc/s, in questo caso la piena della Bormida è stata sostanzialmente alimentata dal contributo dell'Orba.

Durante l'ultimo evento già a monte di Alessandria, le portate della Bormida hanno assunto carattere di eccezionalità con i 2300 mc/s all'idrometro di Cassine, mentre il contributo dell'Orba non è stato rilevante.

I valori al colmo e le portate stimate per gli eventi considerati, sono riportati nella Tabella 8.

Tabella 8 Valori di livello massimo e portate corrispondenti per la sezione della Bormida ad Alessandria negli eventi considerati

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Novembre 2019		Novembre 2014		Ottobre 2019	
				Livello max [m]	Portata [mc/sec]	Livello max [m]	Portata [mc/sec]	Livello max [m]	Portata [mc/sec]
TANARO	ALESSANDRIA	AL	ALESSANDRIA BORMIDA	9.39	3100	9.05	3000	9.21	3000-3100

Si riporta anche il confronto grafico tra gli idrogrammi di livello registrati ad Alessandria durante gli eventi considerati (Figura 41).

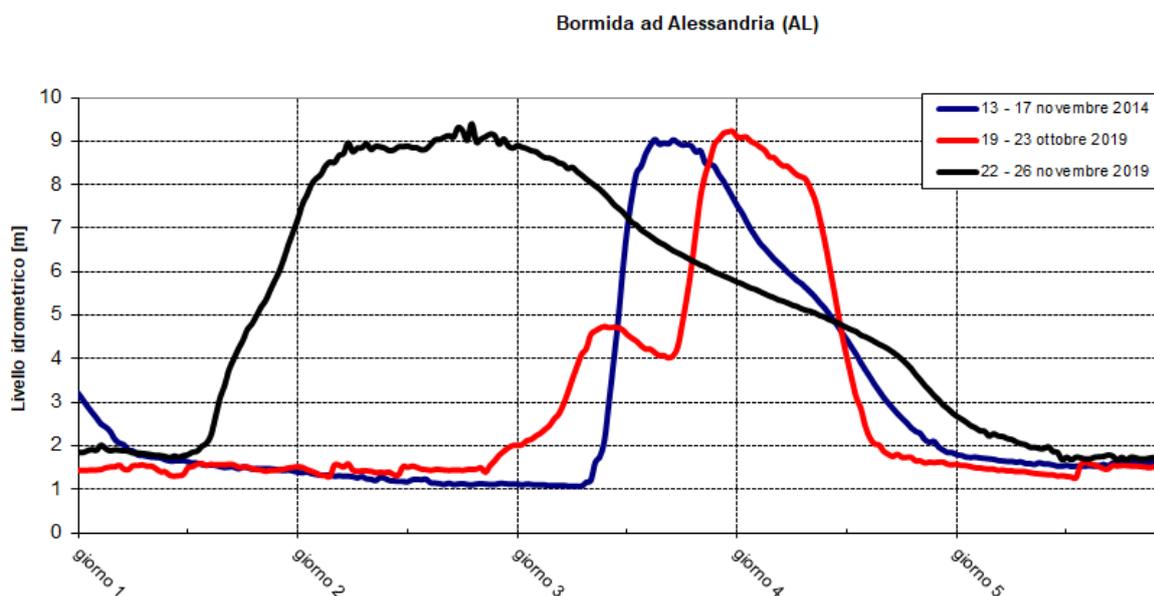


Figura 41. Confronto tra gli idrogrammi della Bormida ad Alessandria registrati durante gli eventi considerati

Come si può notare, i colmi sono pressoché uguali ma, per l'ultimo evento, cambia in maniera considerevole la durata del colmo stesso. Questo fa sì che i volumi in gioco siano nettamente maggiori con una fase discendente della piena molto lenta.

Per il Tanaro sono stati considerati, oltre il già citato ottobre 2019 in cui la piena può considerarsi sostanzialmente dovuta alla Bormida, anche l'evento del novembre 2016 in cui, invece, il contributo da monte era stato molto significativo e solo lo sfasamento tra l'onda del Tanaro e quella della Bormida, aveva "limitato" la portata a circa 3700 mc/sec.

I valori al colmo e le portate stimate per gli eventi considerati, sono riportati nella Tabella 9

Tabella 9 Valori di livello massimo e portate corrispondenti per la sezione del Tanaro a Montecastello negli eventi considerati

Bacino	Comune	Provincia	Stazione	Novembre 2019		Novembre 2016		Ottobre 2019	
				Livello max [m]	Portata [mc/sec]	Livello max [m]	Portata [mc/sec]	Livello max [m]	Portata [mc/sec]
TANARO	MONTECASTELLO	AL	MONTECASTELLO TANARO	7.89	3900	7.72	3700	7.35	3300

Analogamente, per quanto riguarda il Tanaro, si riporta il confronto grafico tra gli idrogrammi di livello registrati a Montecastello (AL) durante gli eventi considerati (Figura 42).

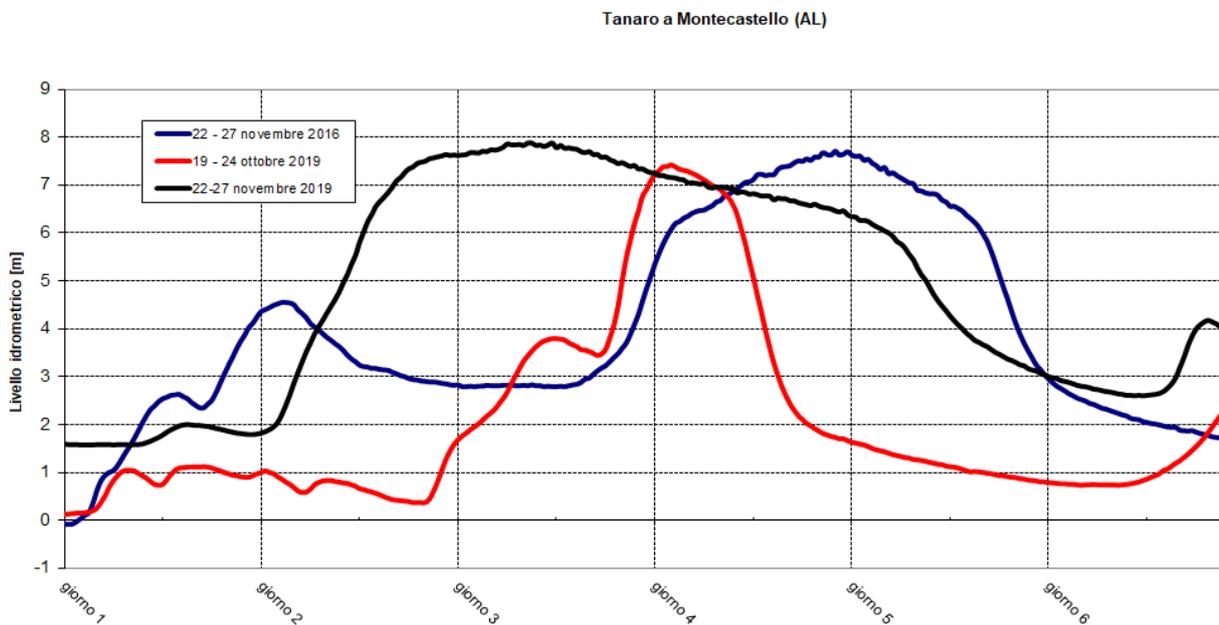


Figura 42. Confronto tra gli idrogrammi della Bormida ad Alessandria registrati a novembre 2014 e a ottobre 2019

L'evento di ottobre 2019 non è confrontabile con gli altri due, soprattutto in termini di volumi. Gli eventi di novembre 2016 e 2019 come volumi sono ragionevolmente simili anche se cambia completamente sia la fase ascendente della piena, sia la durata del colmo sia la fase discendente.

ANALISI DELLE NEVICATE

La settimana che ha preceduto l'evento di precipitazioni intense del 22-25 novembre è stata caratterizzata da condizioni perturbate che hanno apportato nuove nevicate sulle Alpi piemontesi. A 2000 m sono stati registrati 15-25 cm sui settori alpini settentrionali, 10-15 cm su quelli occidentali e meridionali, con quota neve prossima ai 1300-1400 m con valori inferiori, fino ai 600-800 m su A. Pennine.

In generale l'innevamento preesistente all'evento è già decisamente sopra la media del periodo su tutti i settori, indipendentemente dalla quota. I valori di neve al suolo, a 2000 m, sono superiori a 150-180 cm sui settori settentrionali, 70-110 cm su A. Graie di confine, 40-70 cm su A. Cozie Nord, 50-70 cm su A. Cozie Sud e 80-110 cm su A. Liguri e A. Marittime (Figura 43).

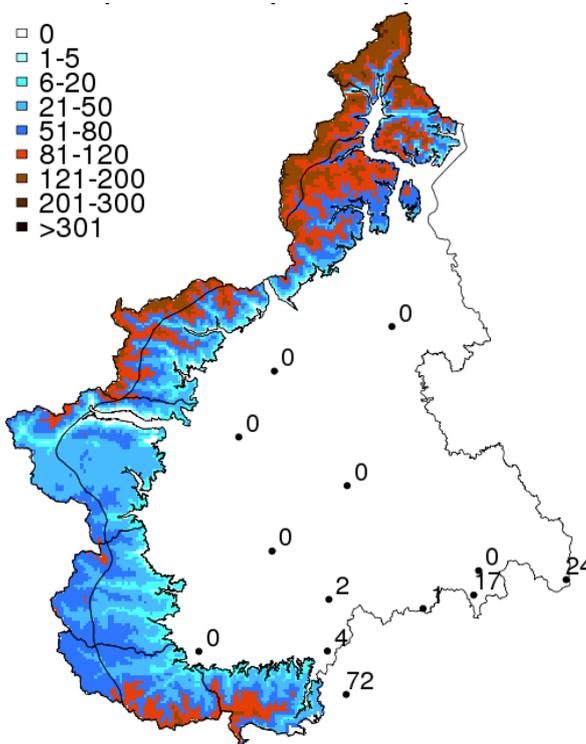


Figura 43. Mappa della stima dell'altezza della neve al suolo preesistente all'evento, come stimata alle ore 8:00 del 22 novembre.

Andamento precipitazioni nevose e quota neve 23 novembre

Venerdì 22 novembre iniziano le precipitazioni nevose sui settori alpini tuttavia l'intensità è generalmente moderata, infatti il mattino di sabato 23 novembre alle ore 8:00 si registrano valori fino a 30-50 cm sui settori settentrionali, A. Graie e parte delle A. Marittime; valori inferiori 10-20cm sui restanti settori (A. Cozie) che in questa prima fase dell'evento sono state nettamente meno interessate dalle nevicate. La quota delle nevicate è stata generalmente sui 1000-1200 m con valori inferiori, fino ai 600-800 m su A. Pennine e A. Marittime (Figura 44).

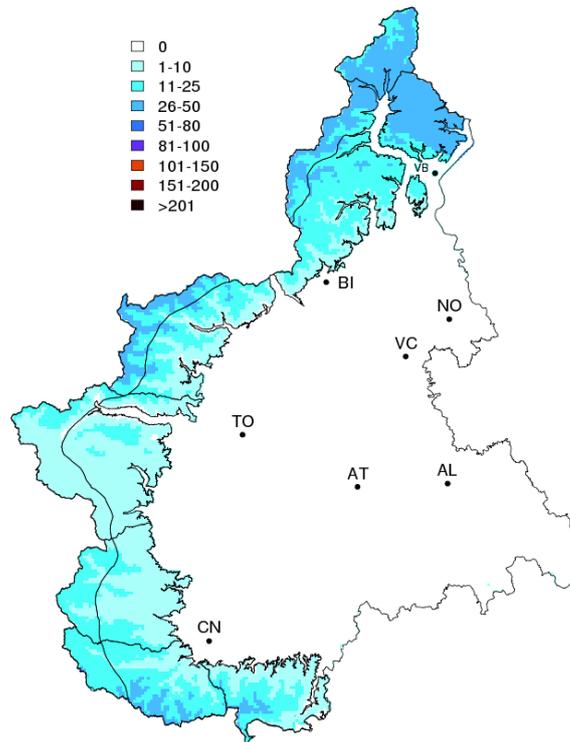


Figura 44. Mappa della stima di neve fresca del 23.11.2019. Valori delle stazioni nivometri che delle ore 8:00 interpolate con la quota

I quantitativi di nuova neve risultano contenuti, tuttavia il valore equivalente in mm di pioggia è rilevante. La densità della neve fresca precipitata risulta infatti piuttosto elevata (130-150 kgm⁻³) presentandosi umida fino a quote prossime a 1800-2000m.

Nel corso della giornata di sabato il progressivo rialzo termico e l'innalzamento della quota pioggia-neve fino a 1000-1400m a seconda delle zone e della morfologia della valle, determina un ulteriore appesantimento del manto nevoso, che si presenta fortemente umidificato fino ai 2000-2200 m. La scarsa visibilità non permette l'osservazione dell'attività valanghiva spontanea nei bacini di alta quota; si registrano perlopiù valanghe spontanee di piccole e medie dimensioni, sia di superficie che di fondo, di neve umida o bagnata, e, in alcuni casi, grandi valanghe che hanno raggiunto la viabilità di fondovalle.

Valanghe segnalate 23 novembre

Il giorno 23 iniziano infatti a pervenire notizie di interruzione della viabilità di fondovalle a causa di valanghe che hanno interessato la sede stradale, soprattutto nei settori delle A. Graie e A. Pennine dove le precipitazioni sono state più intense.

Nella fotografia di Figura 45 si può osservare un esempio di valanga giunta in prossimità della viabilità e di zone edificate in località Foiere nel comune di Ceresole Reale (TO).



Figura 45. Valanga località Foiere, presso Camping Piccolo Paradiso in Valle dell'Orco il 23.11.2019

Andamento precipitazioni nevose e quota neve 24 novembre

Le nevicate continuano con intensità forte o molto forte per tutta la giornata di sabato e alla domenica mattina alle ore 08:00 si misurano a 2000m valori di 110-130cm di neve fresca sulle A.Graie, 80-90cm sulle A. Pennine, 50-80cm sulle A. Cozie e 60-90 sui settori meridionali e su A. Lepontine (Figura 46).

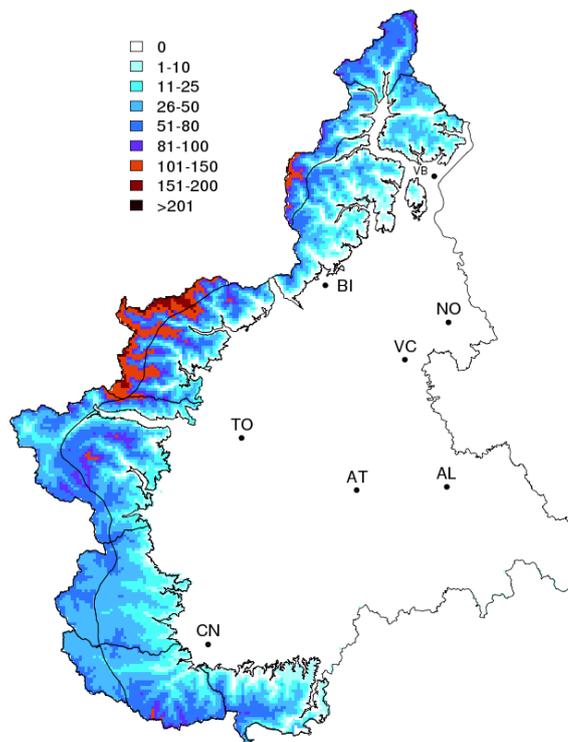


Figura 46. Mappa della stima di neve fresca del 24.11.2019.
Valori delle stazioni nivometriche interpolate con la quota

La quota delle nevicate si è leggermente alzata fino a 1100-1300 m, con valori che hanno oscillato anche notevolmente raggiungendo, nelle valli più strette e sotto i rovesci nevosi più intensi, 800-900m di quota nelle A. Pennine e A. Marittime mentre si sono attestata su valori più elevati (1400-1600m) nelle zone più esposte sulla pianura e ai flussi da sudest in quota (A. Liguri e settori prealpini).

Valanghe segnalate 24 novembre

Il progressivo rialzo termico e l'innalzamento della quota pioggia-neve determina un ulteriore appesantimento del manto nevoso, che si presenta fortemente umidificato fino ai 2000-2200 m. Ancora una volta, la scarsa visibilità non permette l'osservazione dell'attività valanghiva nei bacini di alta quota.

L'attività valanghiva spontanea registrata è caratterizzata da valanghe di dimensioni grandi o molto grandi, sia di superficie che di fondo, di neve umida o bagnata, che in alcuni casi hanno già raggiunto il fondovalle ripetutamente. Questa situazione indica che i bacini di alimentazione in quota si stanno progressivamente scaricando riducendo localmente gli spessori nelle zone di distacco e conseguentemente la dimensione delle valanghe potenziali può ridursi parzialmente.

Andamento precipitazioni nevose e quota neve 25 novembre

Le nevicate continuano con intensità forte per tutta la giornata di domenica 24 fino alla mattinata di lunedì 25 novembre, quando subiscono una significativa riduzione. Questa neve fresca va a sommarsi alla nuova neve già molto abbondante dei giorni precedenti.

Nonostante l'intensità delle precipitazioni i valori di neve fresca misurati dalle stazioni automatiche sono contenuti in quanto la neve fresca dei giorni precedenti si assesta velocemente e l'accumulo della nuova neve compensa la riduzione di spessore del manto nevoso sottostante. Infatti, il rialzo dello zero termico dalla giornata di domenica ha innalzato il limite pioggia-neve fino a 1800-2200m.

Dal pomeriggio di domenica le precipitazioni si concentrano sulla parte sud-occidentale della regione, in particolare sui settori delle A. Cozie che fino a questo momento sono state relativamente meno interessate dal flusso della perturbazione.

Lunedì mattina alle ore 8:00 si misurano a 2000m di quota: 10-20 cm sui settori settentrionali e sulle A. Graie, 20-40 cm sulle A. Cozie e 15-25 cm sui settori meridionali (Figura 47).

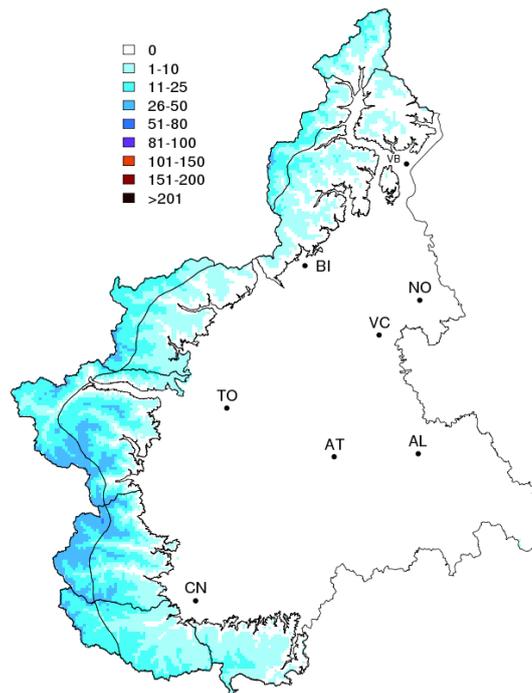


Figura 47. Mappa della stima di neve fresca del 25.11.2019. Valori delle stazioni nivometriche interpolate con la quota

Questi apporti sommati a quelli dei giorni precedenti determinano un ammontare complessivo a 2000 m circa di: 100-130cm di neve su tutti i settori, con valori maggiori (130-150cm) su A. Graie, A. Pennine e settori al confine con la Liguria; inferiori (80-120cm) sulle A. Cozie. In tutti i settori si misurano circa 70cm di nuova neve già a 1600-1700m, e, nelle zone maggiormente interessate, fino a 160-210cm oltre i 2200-2400m (Figura 48).

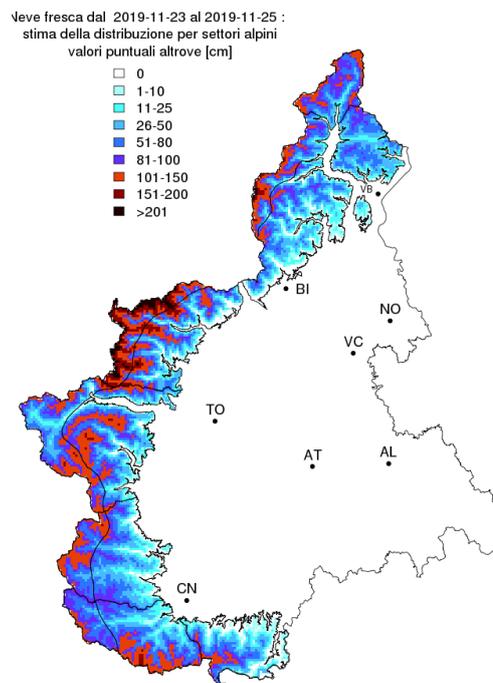


Figura 48. Mappa della stima di neve fresca cumulata dal 23.11.2019 al 25.11.2019. Valori delle stazioni nivometriche interpolate con la quota

La nuova neve, nonostante le basse quote raggiunte localmente in corso nevicata, è caratterizzata da un alto contenuto di umidità e da una densità media che è progressivamente aumentata fino a raggiungere i 160-220 kg/m³. Il manto nevoso, fortemente umidificato fino ai 2300-2500m, ha subito un significativo assestamento. L'elevato contenuto di umidità fino a quote medio - alte è ancora molto instabile. Questo aspetto è evidenziato dalla presenza di numerose crepe, o "bocche di balena", anche su pendii moderatamente ripidi (<30°) fino a 2000-2200m.

L'attività valanghiva spontanea è stata intensa, soprattutto a partire dal pomeriggio di domenica 24, in relazione all'ulteriore innalzamento dello zero termico e ai fenomeni di pioggia su neve fino a quote elevate che hanno destabilizzato ancora di più il manto nevoso. Sono stati registrati fenomeni diffusi e ripetuti, che in diversi casi hanno raggiunto la viabilità di fondovalle e in prossimità di centri abitati secondari.

Sono state registrate numerose valanghe di dimensioni medie o grandi, e in diversi casi anche molto grandi, sia di superficie che di fondo, di neve umida o bagnata, miste a tronchi e pietre.

Pressoché in tutte le valli dell'arco alpino piemontese sono state registrate valanghe di dimensioni significative che in alcune situazioni hanno raggiunto il fondovalle e causato disagi alla viabilità, alla fornitura di servizi o giungendo in prossimità di edifici, causandone danni parziali.

Di seguito riportiamo alcuni esempi a titolo esemplificativo spaziando dai settori del nord Piemonte (Ossola) fino a quelli meridionali (Valle Stura).



Figura 49. Sorvolo Commissione valanghe del 25-11-2019 in Val Formazza



Figura 50. Strada Traversella Chiara in Val Chiusella la mattina del 24.11.2019



Figura 51. Ceresole Reale (TO) valanghe in prossimità delle abitazioni in riva alla diga (sopralluogo del 26.11.2019).



Figura 52 Opere di difesa passiva sommerse dal deposito della valanga sulla SS21 in Valle Stura tra l'abitato di Pianche e Sambuco (CN) sopralluogo del 26.11.2019.

ANALISI PRELIMINARE DEGLI EFFETTI SUI CORSI D'ACQUA

Attraverso sopralluoghi, dati di campo, applicazioni modellistiche e immagini satellitari è stata effettuata una analisi preliminare degli effetti morfologici dell'evento sui corsi d'acqua interessati dai fenomeni di piena.

ELABORAZIONI DI IMMAGINI RADAR SATELLITARI

In concomitanza con l'evento alluvionale del novembre 2019 è stata condotta un'attività di raccolta, trattamento e analisi delle immagini Radar satellitari disponibili per le aree interessate e messe a disposizione nell'ambito del Programma Copernicus.

Il Programma Europeo di osservazione della terra Copernicus, precedentemente conosciuto come GMES (Global Monitoring for Environment and Security), è un insieme complesso di sistemi che raccoglie informazioni da molteplici fonti, ossia satelliti di osservazione della Terra e sensori di terra, di mare ed aviotrasportati. Integra ed elabora tutte queste informazioni, fornendo agli utenti, istituzionali ed afferenti al comparto industria, informazioni affidabili e aggiornate attraverso una serie di servizi che attengono all'ambiente, al territorio ed alla sicurezza.

Copernicus ha tra i suoi obiettivi anche quello di garantire all'Europa una sostanziale indipendenza nel rilevamento e nella gestione dei dati sullo stato di salute del pianeta, supportando le necessità delle politiche pubbliche europee attraverso la fornitura di servizi precisi ed affidabili.

L'obiettivo dell'attività realizzata nelle prime ore successive all'evento è stata la produzione di immagini e dati tematici a supporto delle analisi e una perimetrazione alla mesoscala delle aree sommerse dall'acqua per effetto dell'esonazione delle aste fluviali e alla messa a disposizione di questi prodotti all'utenza interna ed esterna.

Nella serata del 25 novembre 2019 venivano rese disponibili sul Copernicus Open Access Hub, il portale di accesso ai dati delle missioni Sentinel, le immagini Radar per tutto il Piemonte acquisite alle ore 6.35 CET del medesimo giorno dal satellite Sentinel 1A. Le immagini in orbita discendente venivano distribuite come prodotto di Livello 1 – Ground Range Detected, quindi già proiettate al suolo e con una risoluzione spaziale di 10 m.

Al fine di poter individuare le aree inondate è prassi comune utilizzare assieme all'immagine coeva all'evento un'immagine di archivio che funga da riferimento rispetto al quale vengono individuati cambiamenti significativi in termini di backscatter del segnale radar. È stata selezionata come immagine di riferimento un'immagine del 2 settembre 2019 acquisita nella medesima orbita discendente dell'immagine di evento. Per entrambe le acquisizioni è stata considerata la polarizzazione VV. Le acquisizioni sono state trattate in modo da ottenere immagini ortorettificate e con un ridotto rumore di speckle. L'operazione di riduzione del rumore di speckle ha tuttavia degradato la risoluzione spaziale delle immagini originali portandola a 30 m. Il passo successivo è stato quello di combinare le due acquisizioni in un'unica immagine a tre bande secondo la codifica RGB: l'immagine di archivio è confluita nel canale del Rosso (R), mentre l'immagine di crisi è stata duplicata nei due canali del Verde (G) e del Blu (B). Il prodotto finale è un'immagine composita a colori in cui il nero indica corpi idrici permanenti e il rosso a ridosso delle aste fluviali individua le aree sommerse dall'acqua durante l'evento alluvionale. Le tonalità di grigio dell'immagine interessano invece le porzioni di territorio sostanzialmente immutate tra le due acquisizioni mentre i toni di ciano indicano particolari condizioni di copertura del suolo non correlate all'evento.

Il motivo per cui le aree sommerse dall'acqua risultano di colore rosso nell'immagine composita, è che nell'immagine di crisi il backscatter in corrispondenza di tali aree è molto basso a causa della riflessione speculare, mentre nell'immagine di archivio, che confluisce nella banda del Rosso, è elevata a causa di fenomeni di riflessione complessi in funzione del grado di rugosità della superficie riflettente. In modo analogo si possono spiegare anche gli altri colori come risultato della diversa distribuzione del valore di backscatter sui tre canali.

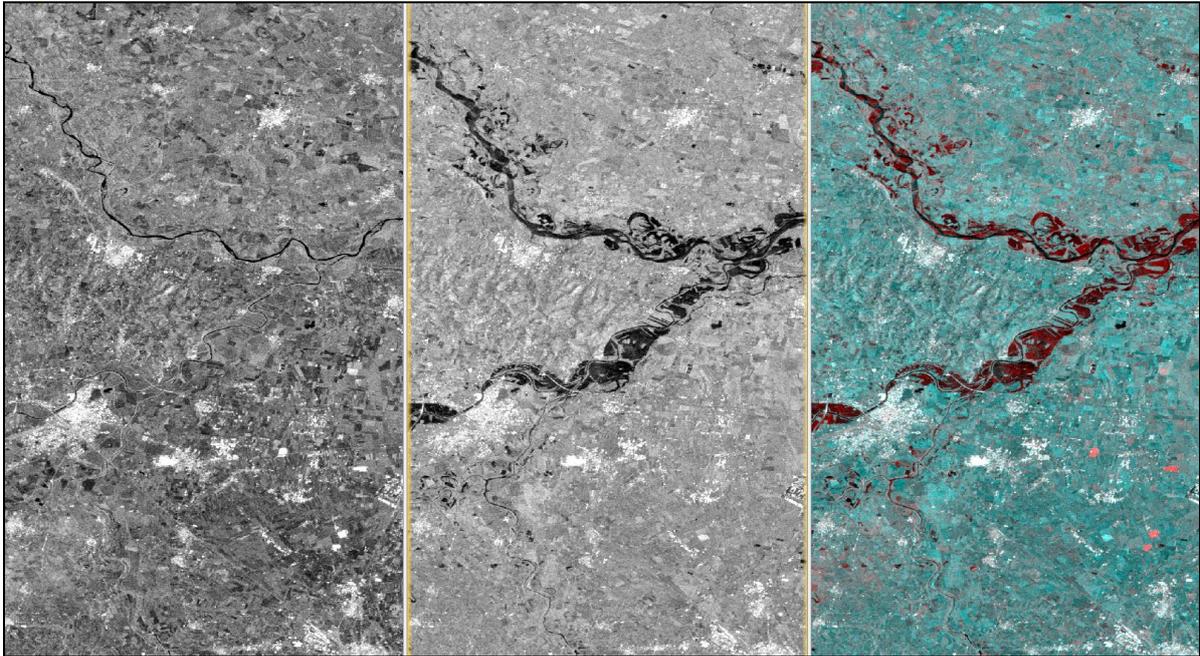


Figura 53. Da sinistra a destra un estratto rispettivamente dell'immagine di archivio, di crisi e composta nei pressi della confluenza tra F. Po e Tanaro. E' interessante notare che l'immagine di crisi al centro della figura è stata acquisita durante l'evento alluvionale quando la copertura nuvolosa non avrebbe consentito riprese nelle bande del visibile.

L'immagine composta è stata infine messa a disposizione sul Geoportale di Arpa Piemonte (<https://webgis.arpa.piemonte.it/geoportale>) attraverso un'applicazione web GIS corredata di una selezione di cartografie e dati tematici attinenti al quadro storico del dissesto in Piemonte quali ad esempio i dati inerenti le frane censite nel SIFRAP, la banca dati conoidi alluvionali, la banca dati eventi storici, le fasce fluviali dal PAI.

L'applicazione è raggiungibile dal seguente collegamento:

https://webgis.arpa.piemonte.it/Geoviewer2D/index.html?config=other-configs/alluvione2019_config.json

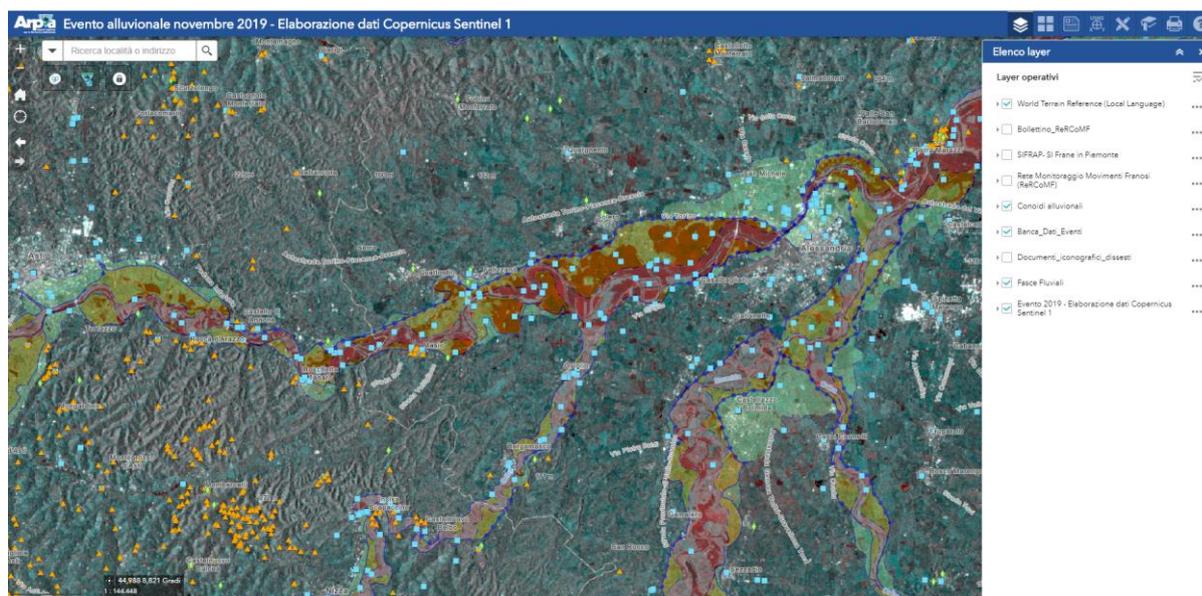


Figura 54. L'applicazione web GIS realizzata per la consultazione dell'immagine radar composta elaborata e dei dati a corredo

L'immagine composta è altresì consultabile da qualsiasi desktop GIS attraverso il protocollo di interoperabilità WMTS:

http://webgis.arpa.piemonte.it/ags101free/rest/services/topografia_dati_di_base/ALLUVIONE_20191125/ImageServer/WMTS/1.0.0/WMTSCapabilities.xml

FIUME BORMIDA

Il Fiume Bormida di Millesimo da Vesime alla confluenza con Bormida di Spigno

Un sopralluogo speditivo nel tratto di Fiume da Vesime alla confluenza del Bormida di Millesimo ha permesso di valutare gli effetti indotti dalla piena.

Le acque sono state contenute perlopiù nell'alveo, esondazioni si sono verificate sporadicamente in alcune zone limitrofe il corso d'acqua non coinvolgendo strutture antropiche; alcune erosioni spondali si sono verificate in corrispondenza delle anse del fiume (Figura 56).

A Cessole l'alveo del Bormida si restringe e compie una stretta curva, le acque di piena hanno inondato in modo limitato le aree agricole adiacenti (Figura 55).



Figura 55. Cessole - A sinistra evento 2016, a destra allagamento lieve della medesima area



Figura 56 . Erosione spondale in sinistra idrografica della Bormida a valle del ponte in località Quartino



Figura 57. Esondazione del Bormida a Bubbio

Unico dato significativo da rilevare è l'allagamento del distributore di Bubbio sulla SP25: le acque hanno sopra-passato la strada per un breve tratto raggiungendo tiranti di 25 cm (Figura 57).

A Monastero Bormida, a monte del ponte, le acque sono uscite in sinistra e destra idrografica lambendo la strada di accesso al nucleo abitato; nessun fenomeno di inondazione è stato rilevato in sponda sinistra a valle dell'attraversamento a differenza dell'evento del 2016 dove si sono raggiunti i 120 cm. Il Bormida di Spigno al ponte della SP 223 non mostrava processi di particolare rilievo.

Il Fiume Bormida di Spigno fino ad a Strevi

A valle della confluenza del Bormida di Millesimo, poco prima di Bistagno le acque esondate hanno lambito la SP 228 e hanno depositato il materiale ligneo nei campi che fiancheggiano la strada provinciale (Figura 58 e Figura 59).



Figura 58. Campi allagati con deposito di tronchi.



Figura 59. Limite raggiunto dalle acque del Bormida

Ad Acqui Terme i livelli registrati nell'area giochi in sponda destra del fiume vicino all'Acquedotto romano (Figura 60) sono paragonabili a quelli dell'evento del 2016 mentre in sponda sinistra si sono verificati locali allagamenti dei terreni limitrofi (Figura 60).



Figura 60. Allagamento in sponda idrografica destra prima del ponte Carlo Alberto

A Strevi si è verificata l'inondazione dell'area in sinistra del fiume con l'allagamento di alcuni edifici prossimi al corso d'acqua con battenti variabili dai 10 ai 50 centimetri.

Nella vicina area industriale di via Nave le acque hanno raggiunto battenti di 70 centimetri (Figura 61). Processi erosivi in questo tratto si sono verificati lungo le sponde (Figura 62).



Figura 61. Altezza idrometrica di 70 cm raggiunta dalle acque del Bormida (linea tratteggiata)



Figura 62. Erosione sponda idrografica sinistra e allagamento dei campi poco a valle del ponte della SP195.

A monte della strada provinciale SP196 che collega Cassine a Castelnuovo Bormida la piena ha lambito l'area artigianale di Cassine, in sponda sinistra e ha sommerso gli impianti della nuova centrale idroelettrica di Castelnuovo Bormida, in sponda destra (Figura 62 e Figura 63).



Figura 63. Campi inondata a monte della SP 196



Figura 64. Centrale idroelettrica interessata dall'allagamento.

Il Fiume Bormida - tratto a monte di Sezzadio

Prima di Sezzadio si segnala un processo parossistico che ha visto un'avulsione con lo spostamento di una parte dell'alveo in destra con l'apertura di un nuovo canale largo più di 80 metri e profondo circa 6-7 metri (Figura 65 e Figura 66).

Già nell'evento del 2016 il vecchio argine in sponda destra è stato sormontato e asportato in più punti, permettendo il deflusso verso valle di correnti veloci che causarono effetti al suolo significativi, tra cui la riattivazione di un vecchio meandro della Bormida e il sormonto di un tratto di circa 350 m della SP186.



Figura 65. A sinistra la freccia indica l'imbocco del nuovo canale creatosi, a destra il riempimento dell'area di cava da parte delle acque (immagine estratta dal volo effettuato dai Vigili del Fuoco).



Figura 66. Il ramo avulso visto da valle verso monte

Durante l'evento di novembre i deflussi hanno causato un processo erosivo concentrato che si è verificato a spese della sponda esterna della curva. Il materiale sabbioso costituente la pianura è stato asportato e l'acqua si è fatta strada per 500 metri scavando un nuovo canale (Figura 66, Figura 67) che ha intercettato il lago di cava di Santa Giustina riempiendolo e facendolo tracimare in destra riattivando così il ramo del fiume abbandonato dopo il 1800. (Figura 68).

Inoltre, l'acqua, ha eroso il lembo di terra che divideva il lago dal vecchio canale e tracimando dall'argine, realizzato tra il fiume e il paleoalveo a monte del ponte della SP 186, ha eroso completamente l'opera di difesa e provocato la reincisione e l'allargamento del vecchio canale che ora risulta, nella sua parte finale, ampio circa novanta metri (Figura 68).



Figura 67. A sinistra erosione regressiva del paleo canale per svuotamento, a destra sullo sfondo canale di erosione apertosi a seguito della tracimazione delle acque del lago.



Figura 68. Vista a monte dal ponte SP 186: nella fotografia in alto è visibile il sormonto dell'argine ad opere dalle acque provenienti dal lago di Santa Giustina (foto di Adriano Daniele); in basso dopo l'evento, parte del paleoalveo approfondito ed eroso confluisce nel ramo principale del Bormida

Parte dell'acqua ha riattivato il paleoalveo verso Sezzadio con portata elevata trascinando tronchi e piante di notevoli dimensioni. Il materiale fluitato, trovando nel rilevato stradale della SP 186 impedimento al deflusso, ha creato una barriera provocando l'erosione di parte della sede stradale e l'asportazione totale del rilevato in due punti (Figura 69). In questo tratto un'autovettura con all'interno una persona è stata trascinata, dalla corrente che tracimava la strada, nei campi sottostanti. La vettura è stata completamente sommersa e una donna ha perso la vita.



Figura 69. A sinistra il piccolo ponte della SP 186 in corrispondenza del paleoalveo, a destra profonde erosioni a ridosso dell'impalcato stradale e dei campi

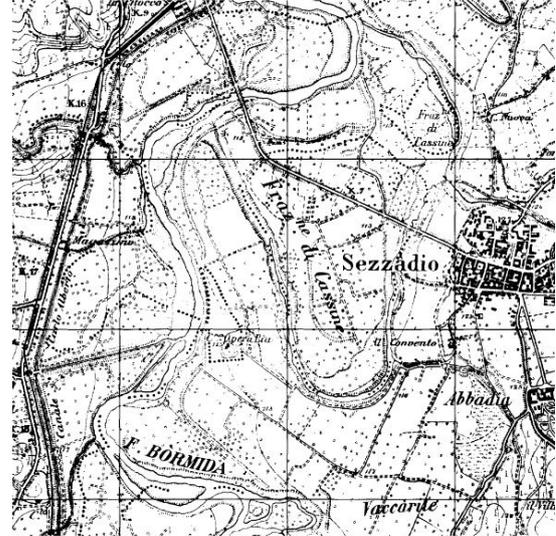
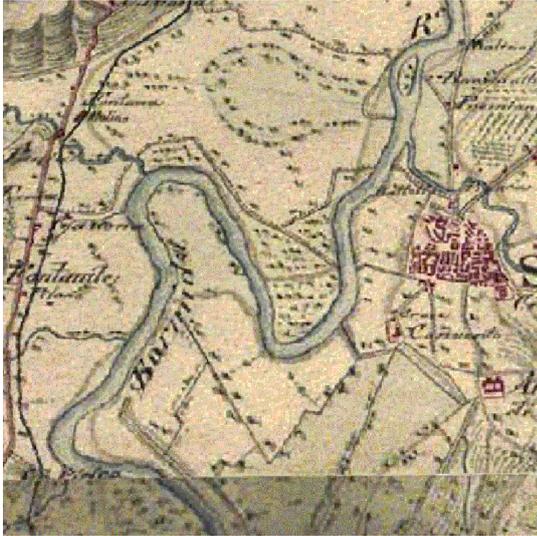


Figura 70. A sinistra La Gran Carta degli Stati Sardi in Terraferma - Corpo Reale dello Stato Maggiore 1816-1830 in cui si vede ancora attivo l'attuale paleoalveo che invece nella carta IGM storica antecedente il 1945, a sinistra, è già stato abbandonato

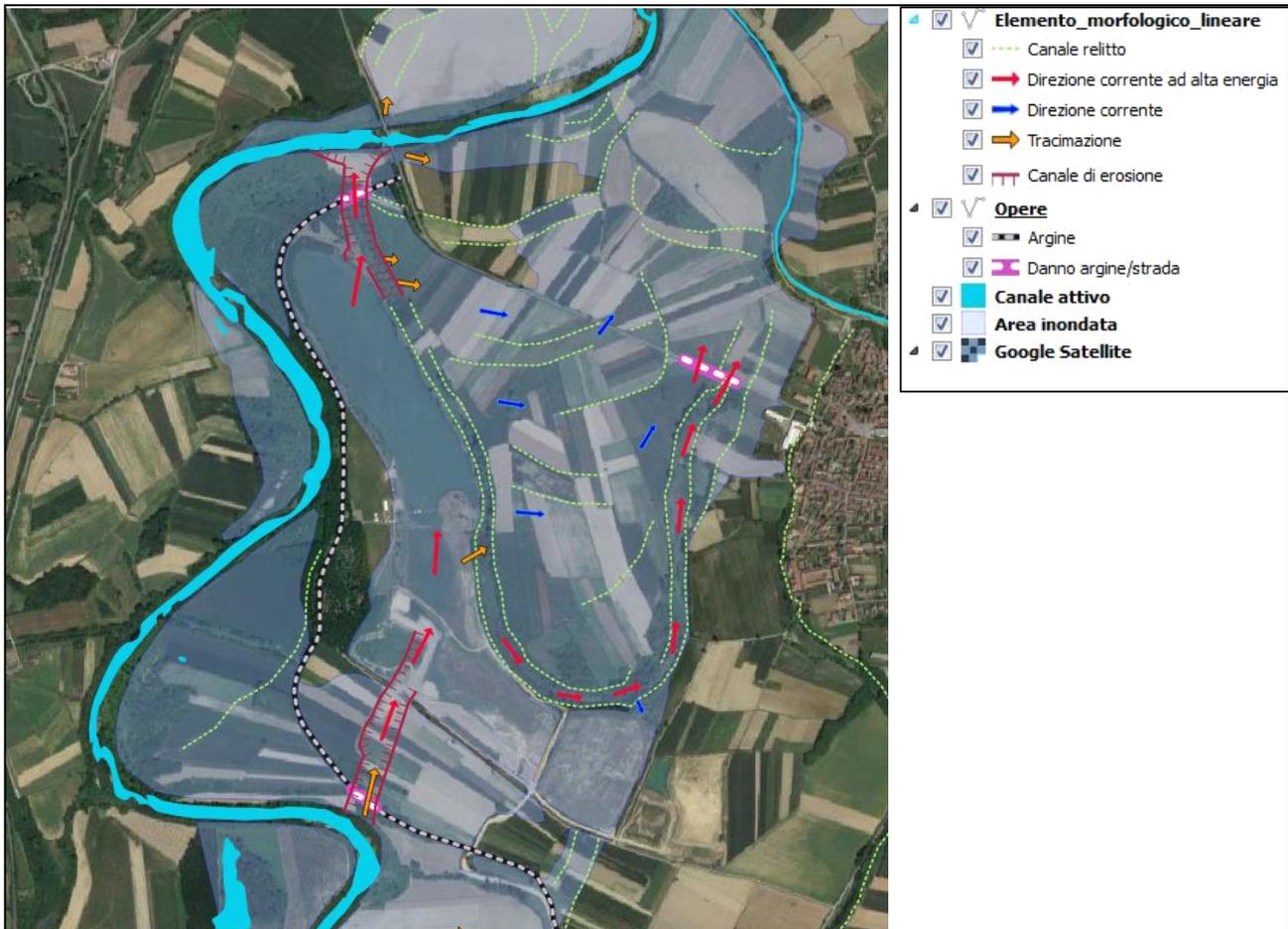


Figura 71. La mappa rappresenta una prima ricostruzione speditiva di quanto avvenuto nell'area tra Gamalero e Sezzadio. L'avulsione del nuovo ramo (A) ha causato il riempimento di tutta la zona di cava e del lago di Santa Giustina che si è comportata come una grossa cassa di espansione, e la riattivazione del paleoalveo (B). Lo svuotamento del bacino, avvenuto per sormonto dell'argine (C), ha innescato un fenomeno di erosione che ha portato all'asportazione di un tratto di argine e alla creazione di un canale di erosione. Sulla destra la riattivazione dell'antico alveo ha portato all'erosione di parte della strada provinciale e all'allagamento di buona parte della pianura alluvionale.

Il Fiume Bormida da Sezzadio ad Alessandria

Nel tratto a valle di Sezzadio le acque hanno occupato una fascia come estensione simile a quella dell'evento del 2016. Dalle immagini elaborate ed analizzate dei dati radar Copernicus Sentinel da parte di Arpa Piemonte, è possibile vedere molti canali di erosione incisi che si dipartono dalla sponda esterna delle anse del fiume, con conseguente riattivazione di vecchi canali abbandonati sulla piana alluvionale (Figura 72). Nei prossimi mesi Arpa Piemonte e Regione Piemonte effettueranno ulteriori sopralluoghi di dettaglio per registrare quanto avvenuto e per inquadrare i processi occorsi nell'evento di novembre all'interno della dinamica di piena di un corso d'acqua meandriforme come il Bormida in questo tratto.

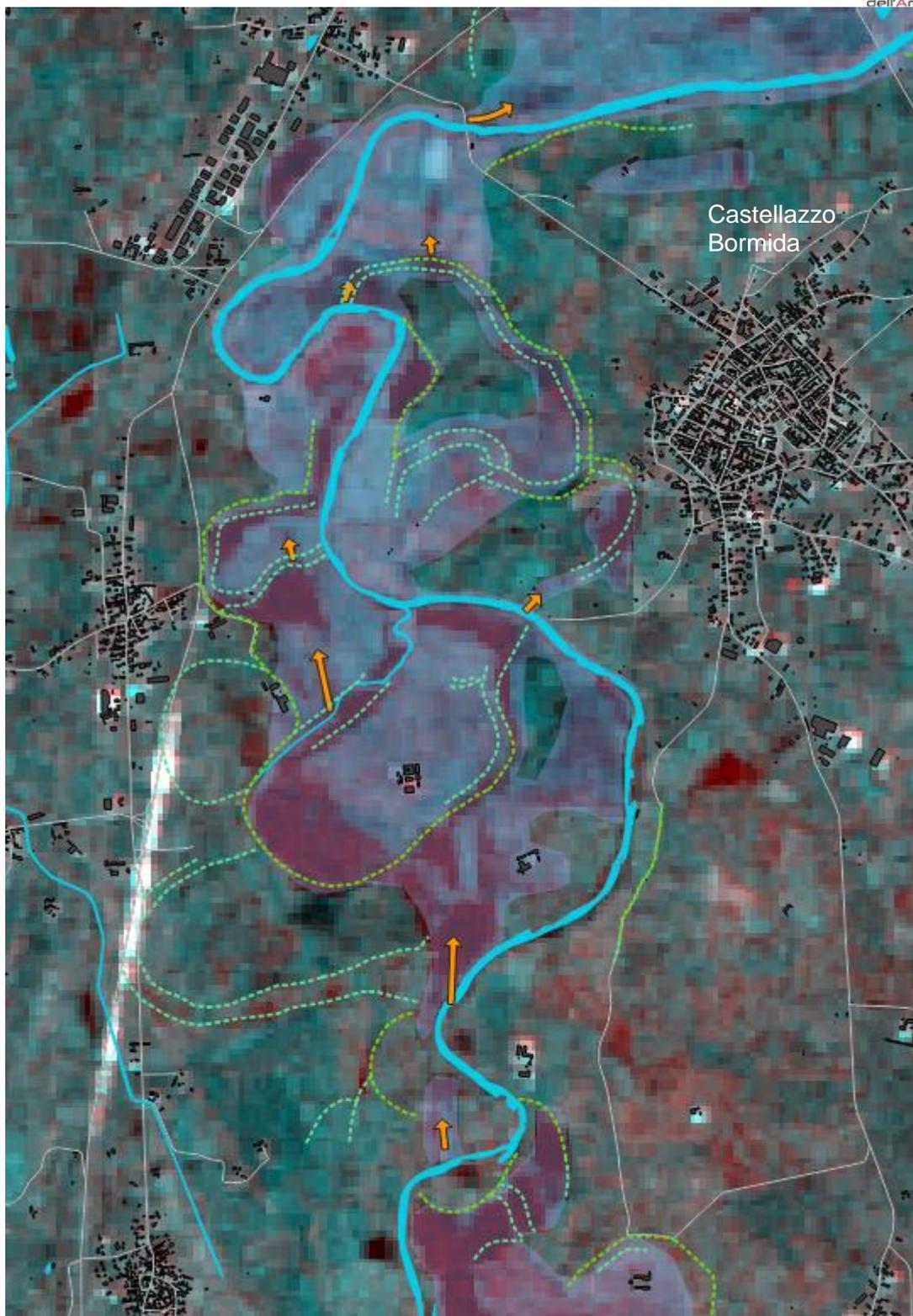


Figura 72. Come base l'immagine elaborata ed analizzata dei dati radar Copernicus Sentinel da parte di Arpa Piemonte in cui sono state evidenziate le aree macroscopicamente inondate in azzurro, in tratteggio verde i paleoalvei e con le frecce i canali di erosione

A valle del ponte della SP 181 che collega Castellazzo Bormida a Ponciana-Rampina in sponda sinistra le acque hanno inciso nei campi uno dei canali di erosione descritti in precedenza (Figura 73).



Figura 73. Il canale di erosione apertosi nei campi. L'altezza dell'acqua raggiunta (linea rossa) è di 160 cm

Il sottopasso dell'uscita del casello Alessandria sud, situato nell'incisione di un paleoalveo del Bormida, è stato allagato da circa 120 cm di acqua (Figura 74).



Figura 74. Il sottopasso dello svincolo per il casello della A26. Fotografia tratta da un video da drone, La Repubblica

Nella zona di confluenza della Bormida in Tanaro, gli allagamenti sono rimasti all'interno delle arginature.

TORRENTE CHISOLA

L'evento del 22-25 novembre 2019 non ha avuto impatti particolarmente significativi lungo l'asta del Torrente Chisola.

I processi di esondazione riscontrati lungo numerosi tratti del corso d'acqua hanno provocato l'allagamento di aree prevalentemente agricole, con locali e limitati interessamenti della viabilità. Gli effetti morfologici più rilevanti sono state diffuse erosioni di sponda.

In relazione alla classificazione in fasce di pericolosità derivante dalla Direttiva Alluvioni, i processi ricadono prevalentemente nella fascia H (probabilità di alluvioni elevata, tempo di ritorno 20/50 anni), secondariamente in alcune aree nella parte di fascia M (probabilità di alluvioni media, tempo di ritorno 100/200 anni) adiacente alla fascia H.

L'evento meteo-idrologico di riferimento più recente, per il torrente Chisola, è quello del 21-26 novembre 2016. Raffrontando gli effetti morfologici, l'estensione delle aree allagate e i danni dell'evento del 24-25 novembre 2019 con quanto registrato nel 2016, appare evidente come le aree coinvolte dall'esondazione e gli effetti morfologici siano stati nettamente più contenuti nell'ultimo evento. La differenza più significativa riguarda il territorio del comune di Moncalieri, dove nel 2016 si verificarono due rotte d'argine con conseguente allagamento della frazione Tetti Piatti e di una vasta area residenziale e commerciale.

I comuni principalmente coinvolti nell'ultimo evento sono stati da monte a valle: Volvera, None, Piobesi, Candiolo, Moncalieri.

Comune di Volvera

In questo territorio le esondazioni si sono verificate in più tratti del torrente Chisola, la prima delle quali è avvenuta nel tardo pomeriggio di sabato 23 nei pressi di cascina Motta, causando l'interruzione temporanea di Via Garibaldi.

Entrambe le sponde del Torrente in quest'area presentano diffuse erosioni di sponda. Da segnalare la formazione di una voragine esterna all'alveo in sponda destra, in area agricola, causata con tutta probabilità dal moto vorticoso delle acque in deflusso (Figura 75).



Figura 75 . Comune di Volvera: a sinistra erosione spondale con deposizione di materiale fine e detriti, a destra voragine apertasi nei pressi dell'alveo.

Nel corso della giornata di domenica 24 la SP141, che collega Volvera a None, è stata interessata da una contenuta esondazione del torrente Chisola (con battente di circa 20 cm), cui ha contribuito la difficoltà di numerosi di canali irrigui di convogliare i deflussi. (Figura 76).



Figura 76. Comune di Volvera: tracce di deflusso nel canale adiacente alla SP141

Lo stesso pomeriggio è stato chiuso lo svincolo autostradale di None della A55 Torino-Pinerolo, interessato prevalentemente dalle acque di esondazione del Rio Torto, che confluisce nel torrente Chisola poco a valle dello svincolo, prima del ponte della SP139 tra Airasca e Volvera (Figura 77). A valle della confluenza, in sponda sinistra del Chisola, le acque hanno raggiunto battenti di almeno 40 cm, senza tuttavia interessare la viabilità cittadina nei pressi del ponte.



Figura 77 . Comune di Volvera: campi allagati dal Rio Torto, a destra confluenza del Rio Torto nel Torrente Chisola.

Comune di None

In sponda destra, in corrispondenza dell'area industriale, si sono verificati allagamenti con battenti idraulici modesti, che sono stati contenuti senza problemi dal rilevato arginale.

Nei pressi di località San Ponzio è stata verificata la segnalazione avuta da un operatore dell'associazione "Amici del Chisola", riguardante un presunto taglio di meandro (Figura 78). Sono state riscontrate tracce di sormonto delle acque, che hanno poi inondato i campi adiacenti, senza tuttavia incidere ed evolvere in taglio. Si è inoltre constatato il danno operato dalla piena dell'evento del 19-24 ottobre a carico di una passerella pedonale divelta dalle acque (Figura 78).



Figura 78. Comune di None: meandro nei pressi di San Ponzio con tracce di sormonto delle acque; a destra le spalle de la passerella divelta dalla piena di ottobre 2019.

Comune di Piobesi Torinese

In corrispondenza dell'attraversamento della SP142, si sono verificati diffusi allagamenti dei campi in sponda sinistra (Figura 78).



Figura 79. Comune di Piobesi Torinese: tracce di allagamento ed erosione in sponda sinistra

Comune di Vinovo

Il torrente Chisola è esondato nei campi in sponda sinistra in corrispondenza di Via Candiolo e a valle del ponte della SP 143 (Figura 80).



Figura 80. Comune di Vinovo: tracce di esondazione in corrispondenza del ponte della SP 143

I campi a lato di entrambe le sponde a valle del ponte sono stati inondati, con parziale interessamento di via Moncalieri.

Comune di Moncalieri

Gli allagamenti si sono estesi indicativamente fino a Tetti Rolle. Più a valle, a partire dal ponte per località Barauda, le esondazioni sono state contenute dagli argini e quindi le aree inondate sono state limitate alle zone di laminazione (Figura 81).



Figura 81. Comune di Moncalieri: tracce di esondazione in corrispondenza del ponte per località Barauda.

ATTIVITA' DEL CENTRO FUNZIONALE

Sulla base delle previsioni meteorologiche e delle valutazioni degli effetti al suolo, tenendo conto anche delle precipitazioni pregresse che si sono abbattute per almeno un mese sul territorio regionale, il Centro Funzionale di Arpa Piemonte ha segnalato, con il bollettino del 21 novembre, un'allerta gialla sulle zone G e H per la giornata del 22 novembre. La possibilità di formazione di una struttura temporalesca e la fragilità del territorio a causa degli eventi precipitativi precedenti hanno fatto accertare una situazione di rischio sul territorio, anche con precipitazioni deboli. Il giorno 22 novembre, venerdì, la situazione mostrava già una situazione di criticità idrogeologica diffusa, con segnali di innalzamento dei corsi d'acqua secondari e la possibilità di inneschi di frane superficiali, che si sarebbe aggravata il giorno successivo, passando da un'allerta gialla ad una arancione (aree A, B, C, F, G, H e I) ed estendendo il territorio interessato dall'allerta (tutta la regione). La segnalazione di fenomeni idraulici diffusi su ben sei aree di allerta dava conto di una dinamica fluviale che sarebbe stata pesantemente coinvolta nel corso dell'evento. A causa delle nevicate previste e del rialzo termico atteso per la domenica, anche l'allerta per valanghe veniva evidenziata con un livello arancione per possibile interessamento della viabilità e delle aree antropizzate.

Il giorno successivo, sabato 23 novembre, tutta la regione vedeva un livello di allerta almeno arancione e rosso per rischio idrogeologico sulle aree B e C, e per rischio idrogeologico e idraulico le aree F e G, dove gli innalzamenti dei corsi d'acqua secondari sono stati repentini e importanti, per poi interessare, successivamente, il reticolo principale. Anche i fenomeni franosi attesi erano diffusi e si stimava che avrebbero potuto interessare anche strati profondi del terreno. A causa dello spostamento dell'area con maggiore precipitazione sulle zone occidentali, nel pomeriggio-sera di sabato, già in condizioni di saturazione per le piogge precedenti, hanno portato all'emanazione di un livello arancio di rischio idraulico anche sulle pianure del torinese. La persistenza delle precipitazioni per la notte tra sabato e domenica e la giornata di domenica, che hanno determinato valori cumulativi importanti, nonché i fenomeni in atto, hanno fatto mantenere un livello di allerta rosso sulle aree C, F e G anche nel bollettino di allerta emesso il 24 novembre, con l'evidenza di una situazione in attenuazione per il giorno successivo, dovuta in prevalenza a condizioni di rischio residuo. Veniva mantenuta ancora un'allerta arancione per il rischio valanghe su tutte le aree alpine dall'area A all'area E il giorno 25 novembre, che è stato, di fatto, l'ultimo giorno in cui si sono manifestate valanghe, anche di grosse dimensioni, sulla viabilità di fondovalle.

Il Centro Funzionale di Arpa Piemonte ha intensificato il monitoraggio estendendo l'operatività da fino alle ore 22:00 di venerdì 22 novembre e, in modo continuativo, dalle ore 6:00 del 23 novembre, fino alle ore 24 di domenica 24, per poi riaprire alle ore 6:00 del 25 novembre, giorno in cui è ripresa l'attività e l'orario ordinario del Centro Funzionale.

Gli aggiornamenti sono stati cadenzati in funzione del livello di allerta, come previsto dal Disciplinare Regionale e sono stati emessi 7 Bollettini di Aggiornamento. Inoltre, in corso d'evento, sono state intensificate anche 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, l'utilizzo del canale Twitter e interviste radio/TV.

Nella Figura 82 si riportano i Bollettini di Allerta emessi dal 19 al 24 ottobre 2019.

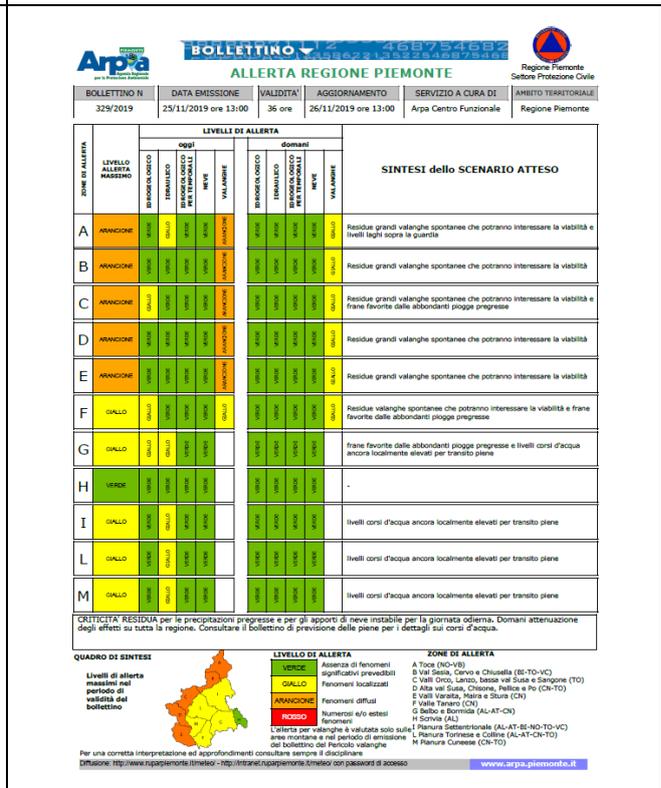
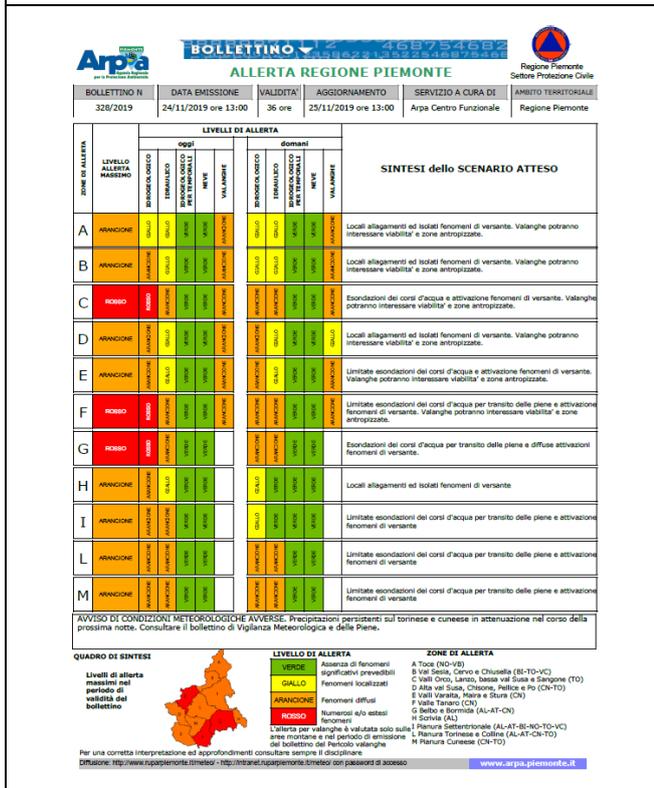
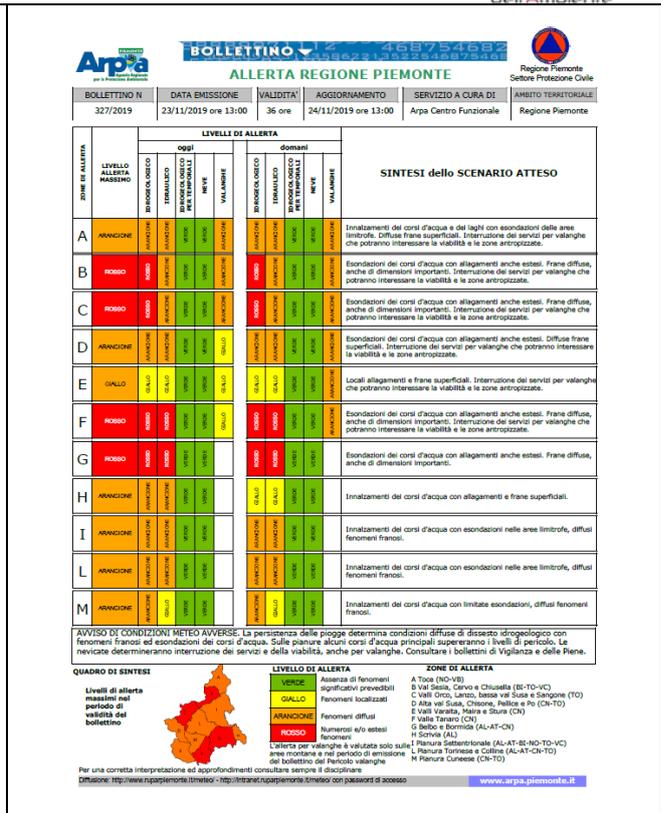
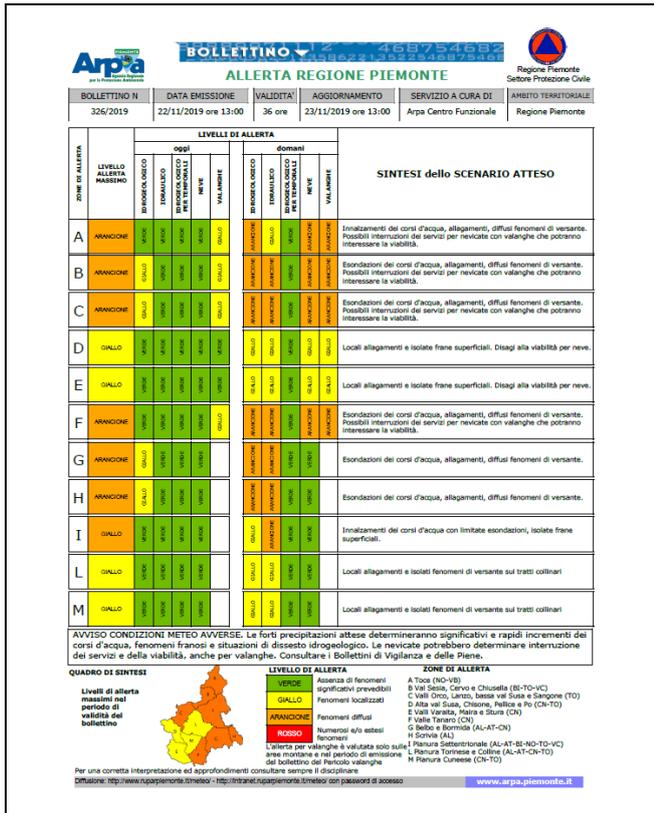


Figura 82. Bollettini di allerta emessi tra il 22 e il 25 novembre 2019