

RAPPORTO DI EVENTO METEOIDROLOGICO DEL 20-21/12/2019

(redatto da V. Bonati, M. Raffellini, B. Turato)

Abstract.....	1
1 Analisi meteorologica.....	1
2 Dati Osservati.....	4
2.1 Analisi Pluviometrica.....	4
2.1.1 Analisi dei dati a scala areale.....	4
2.1.2 Analisi dei dati puntuali.....	6
2.2 Analisi idrometrica e delle portate.....	11
2.3 Analisi anemometrica.....	15
2.4 Mare.....	18
2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti.....	19
3 Conclusioni.....	21

Abstract

Il transito di un'intenso sistema frontale nord-atlantico ha interessato la Liguria nelle giornate del 20 e 21 dicembre, apportando precipitazioni diffuse e abbondanti su tutta la regione che hanno provocato danni diffusi e ingenti: frane e smottamenti, locali esondazioni di rii o torrenti, allagamenti.

Le piogge, intense e abbondanti, hanno interessato dapprima il Ponente ligure nella mattinata del 20; nel pomeriggio le precipitazioni si sono estese sul Centro-Levante. Nel complesso dell'evento le cumulate medie areali in 12 ore sono risultate molto elevate sul Ponente (bacini di Roya, Argentina, Armea, Impero), elevate sul resto della regione (Orba, Stura, Polcevera, Entella, Magra). Localmente, le massime intensità triorarie registrate sono state molto forti a Ponente, forti altrove.

Si sono registrati numerosi e rilevanti innalzamenti dei livelli idrici, cui, in taluni casi, hanno contribuito i rilasci di alcune dighe, tra cui la diga di Meches (Francia, Roya) con superamento della soglia di piena straordinaria e fenomeni di esondazione.

L'evento è stato caratterizzato inoltre da venti meridionali di burrasca forte rafficati e mareggiate anche localmente intense.

1 Analisi meteorologica

Il passaggio di un intenso ed esteso sistema frontale atlantico, associato a una saccatura con asse Nord/Ovest-Sud/Est, è stato la causa del diffuso maltempo che ha investito la Liguria tra il 20 e il 21 dicembre.

La vasta struttura frontale proveniente da Nord-Ovest ha fatto il suo ingresso sul Mediterraneo nella prima parte della giornata del 20 dicembre (Figura 1): in tale configurazione, il ramo caldo del fronte ha convogliato sul bacino ligure un notevole quantitativo di umidità, raccolto lungo il tragitto sul bacino del Mediterraneo partendo dalle coste nordafricane (Figura 2 e Figura 3). L'avvezione umida è risultata persistente per tutta la giornata del 20 fino alle prime ore del 21, grazie alla ventilazione meridionale che ha coinvolto le regioni mediterranee sia al suolo (Figura 5) che in quota.

Scendendo nel dettaglio a scala regionale, già nelle prime ore del 20 dicembre sono state osservate precipitazioni tra deboli e moderate sul Ponente della regione, localmente anche a carattere di rovescio.

Con l'approssimarsi del sistema frontale, nel corso della mattinata si è assistito all'intensificazione dell'avvezione umida a tutti i livelli, con venti al suolo che si sono mantenuti da Sud-Est e hanno raggiunto intensità di burrasca

forte con raffiche superiori ai 100 km/h, in particolare sul centro e sul levante della regione (stazioni di Monte Pennello, Tanadorso, Fontana Fresca, Casoni di Suvero).

In tale configurazione, in seguito alla formazione di un minimo relativo sulla pianura padana e al conseguente richiamo umido da Sud-Est, le piogge e i rovesci sono andati intensificandosi sul Centro-Ponente, insistendo in particolare sull'imperiese, dove si sono raggiunte intensità forti (Ceriana 41,8 mm/1h e 88,4 mm/3h, Figura 6) e cumulate puntualmente elevate (127 mm/6h).

Nel corso del pomeriggio del 20 il sistema frontale ha proseguito il suo percorso verso Est, Sud-Est sotto la spinta della saccatura in ingresso sul Mediterraneo dal Golfo del Leone (Figura 4): alla progressiva rotazione dei venti da Sud ha corrisposto un aumento dell'avvezione umida sul centro della regione, dove sono state registrate precipitazioni di intensità tra moderata e forte (Figura 7 e Figura 8).

L'avvezione caldo-umida dal tardo pomeriggio si è quindi progressivamente indebolita sul Ponente e rinforzata a Levante (Figura 9), dove sono state osservate piogge tra moderate e forti fino alle prime ore del 21. Infine, nella mattinata del 21 dicembre si è assistito all'allontanamento del sistema frontale e all'attenuazione dei fenomeni precipitativi su tutta la regione.

Nel complesso l'evento in oggetto ha portato precipitazioni diffuse su tutto il territorio regionale con cumulate puntuali fino a molto elevate che nella mattinata hanno interessato in particolare il Ponente e progressivamente si sono estese al resto della Liguria. La fase conclusiva ha visto le piogge insistere ancora sul Levante dove sono state attenuate definitivamente nel corso della mattina del 21.

Le piogge sono state accompagnate da venti meridionali che hanno soffiato per tutta la giornata del 20 e per buona parte della mattinata del 21 con intensità media di burrasca forte e raffiche anche superiori ai 140 km/h, in particolare sui crinali del Centro-Levante (161 km/h a Tanadorso, 158 km/h a Fontana Fresca, 142 km/h a Giacopiane-Lago, 141 km/h a Casoni di Suvero).

Tale ventilazione meridionale sostenuta e continua ha portato ad un deciso aumento del moto ondoso con mare tra agitato e molto agitato sottocosta e periodo d'onda 9-11 secondi circa. Sono state osservate mareggiate su entrambe le riviere, localmente intense, in particolare sul Centro-Ponente.

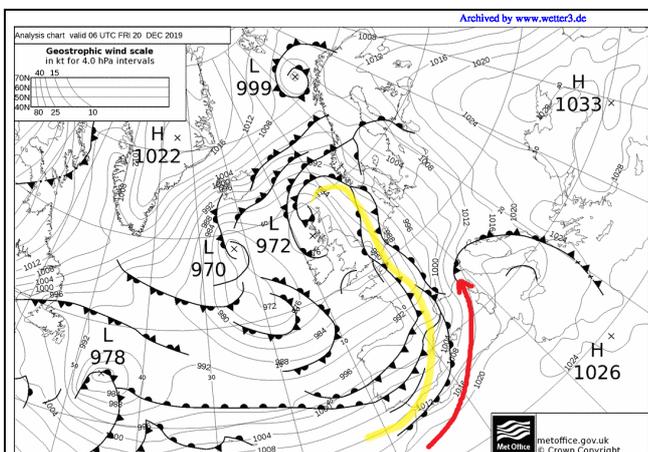


Figura 1 Analisi dei Fronti di Bracknell riferita alle 06 UTC del 20/12/2019 (elaborazione Met Office). Si osserva l'esteso e intenso sistema frontale atlantico in ingresso sul Mediterraneo (traccia gialla) che determina la rotazione dei flussi dai quadranti meridionali (freccia rossa) con conseguente avvezione umida sul bacino ligure.

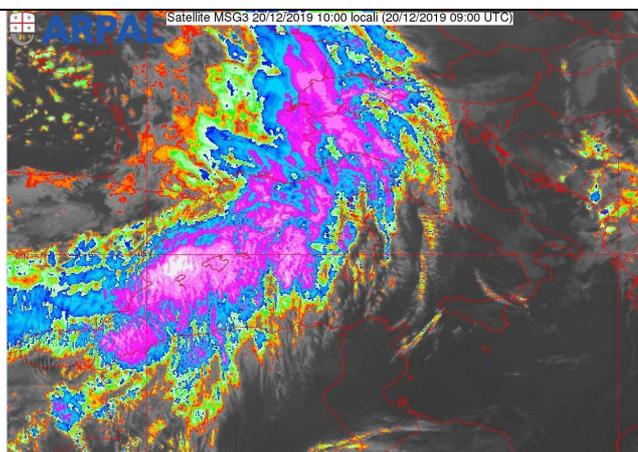


Figura 2 Immagine da satellite MSG3 nel canale IR10.8 riferita alle ore 10:00 locali del 20/12/19. Si osserva l'estesa e intensa avvezione umida che nella mattinata va a investire la Liguria e in particolare il Ponente.

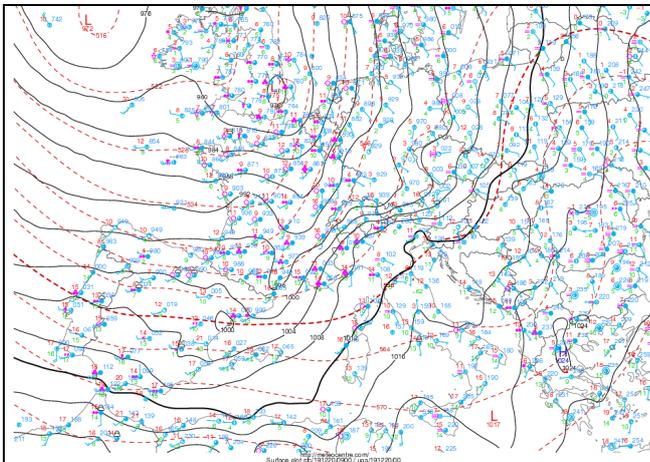


Figura 3 Mappa di analisi al suolo (contour nero per il campo di pressione) e in quota (tratteggio rosso per il geopotenziale a 500 hPa) riferita alle 10 locali (9 UTC) del 20/12/2019 (elaborazione meteocentre.com). Si osservano a Ponente rovesci forti e venti meridionali.

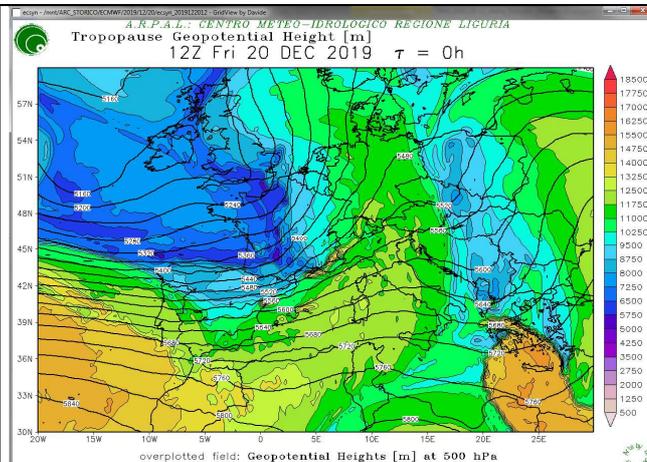


Figura 4 Mappa dell'altezza di geopotenziale alla tropopausa riferita alle 12 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo ECSYN inizializzato alle 12 UTC del 20/12/2019). Si osserva la saccatura (asse NW-SE) al quale è associato il sistema frontale.

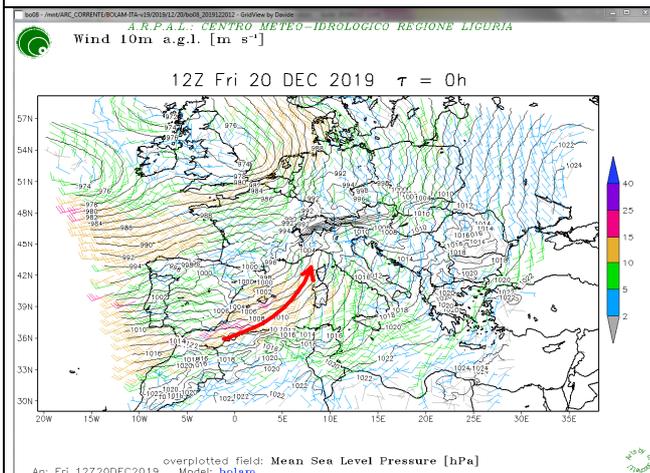


Figura 5 Mappa dei venti a 10 m e delle isobare al suolo riferita alle 12 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo Bolam08 inizializzato alle 00 UTC del 20/12/2019). Si osserva l'estesa avvezione umida trasportata dai venti meridionali attraverso il bacino del Mediterraneo.

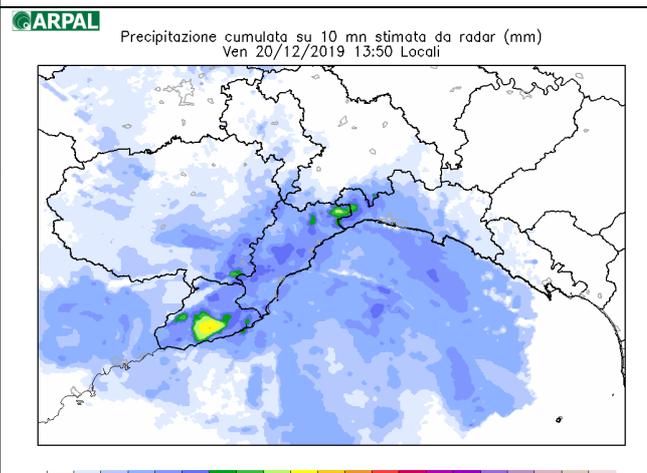


Figura 6 Immagine della precipitazione cumulata su 10 minuti alle 13:50 locali del 20/12/19 (radar Monte Settepani). Si osservano le precipitazioni diffuse sul Centro-Ponente, più intense sull'imperiese.

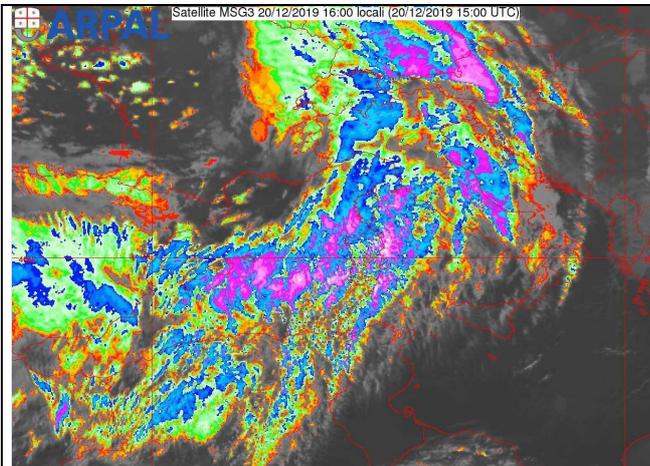


Figura 7 Immagine da satellite MSG3 nel canale IR10.8 riferita alle ore 15:00 locali del 20/12/19. Il sistema frontale si è spostato verso Est investendo il Centro-Levante.

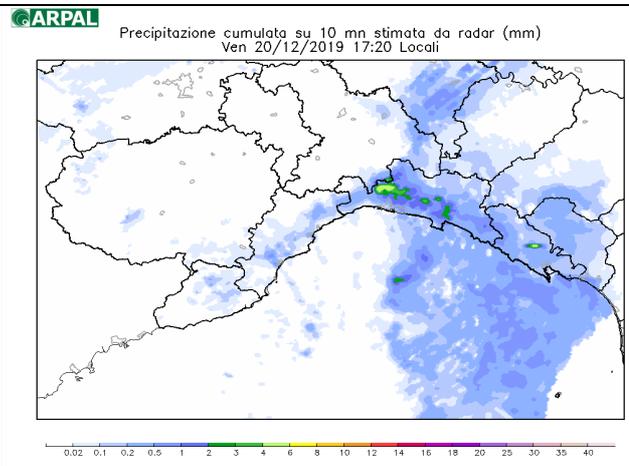


Figura 8 Immagine della precipitazione cumulata su 10 minuti alle 17:20 locali del 20/12/19 (radar Monte Settepani). Nel corso del pomeriggio, al passaggio del sistema frontale, le precipitazioni diffuse si sono spostate sul Centro-Levante.

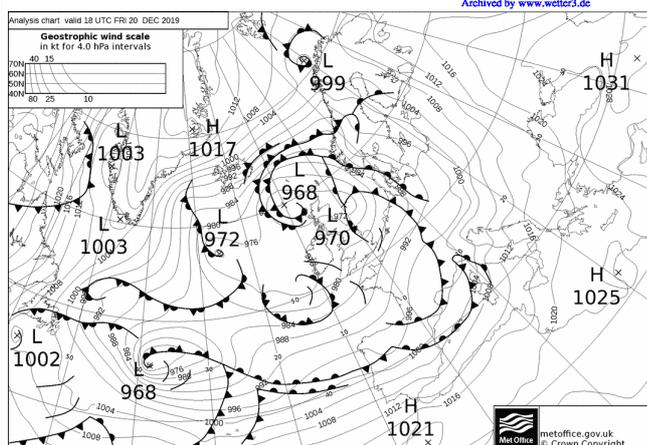


Figura 9 Analisi dei Fronti di Bracknell riferita alle 18 UTC del 20/12/2019 (elaborazione Met Office). Il sistema frontale sta transitando sulla Liguria e l'avvezione umida più intensa interessa ormai il Levante della regione.

2 Dati Osservati

2.1 Analisi Pluviometrica

2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

Dal punto di vista della distribuzione delle precipitazioni, l'evento è stato diffuso, come si evince confrontando i valori delle altezze medie areali sulle aree di allertamento cumulate su diverse finestre temporali riportate in Tabella 1.

**CENTRO FUNZIONALE METEO-IDROLOGICO
DI PROTEZIONE CIVILE DELLA REGIONE LIGURIA**



Area	mm/1h	mm/3h	mm/6h	mm/12h	mm/24h	mm/evento 42h
A	16 20/12/2019 14:55	45 20/12/2019 15:05	77 20/12/2019 15:45	110 20/12/2019 16:25	122 21/12/2019 03:45	127
B	15 20/12/2019 16:15	37 20/12/2019 16:25	58 20/12/2019 16:40	79 20/12/2019 17:25	98 21/12/2019 06:15	105
C	14 20/12/2019 17:05	37 20/12/2019 17:55	57 20/12/2019 18:40	77 20/12/2019 22:40	116 21/12/2019 09:00	124
D	10 20/12/2019 15:50	25 20/12/2019 16:05	45 20/12/2019 16:25	73 20/12/2019 17:05	83 21/12/2019 04:35	89
E	11 20/12/2019 17:00	26 20/12/2019 17:30	45 20/12/2019 17:45	65 20/12/2019 21:50	92 21/12/2019 06:25	99
Magra Toscano	13 20/12/2019 17:30	33 20/12/2019 18:40	50 20/12/2019 19:15	73 20/12/2019 23:30	118 21/12/2019 09:35	122

Tabella 1 Media areale sulle zone di allerta della cumulata di pioggia registrata per diverse durate (nell'ultima riga della tabella sono state inserite anche le valutazioni sulla porzione di bacino del Magra ricadente in territorio toscano in quanto contribuente alla portata del Magra)

I valori di pioggia cumulata media areale in 12 ore sulle zone di allerta sono stati molto elevati su A, elevati sul resto della regione (con riferimento alle soglie stabilite dal CMI-ARPAL).

Si riportano di seguito le mappe di precipitazione cumulata areale relative alle fasi più intense dell'evento, tra il 20 e il 21 dicembre. Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali (cumulate di precipitazione in 12 ore e cumulata sulla durata complessiva dell'evento) della rete di misura OMIRL, interpolate mediante un algoritmo di tipo geostatistico (GRISO).

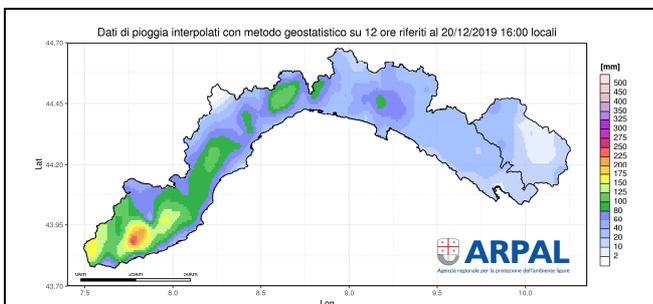


Figura 10 Piogge cumulate in 12 ore alle 15:00 UTC del 20 dicembre

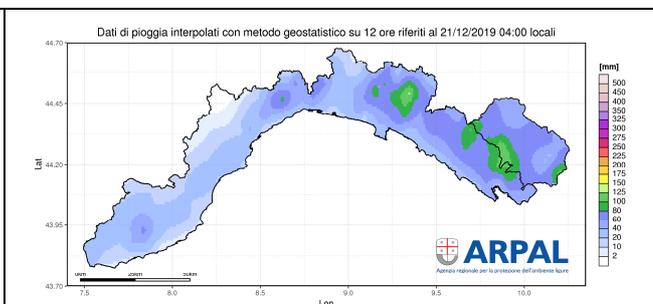


Figura 11 Piogge cumulate in 12 ore alle 03:00 UTC del 21 dicembre

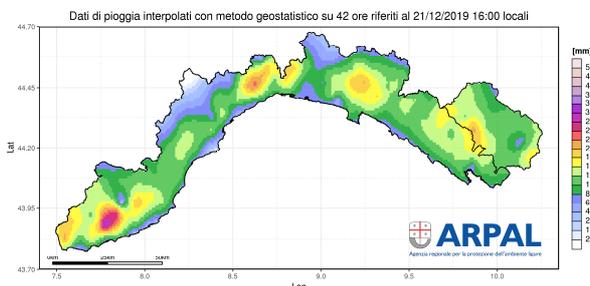


Figura 12 Piogge cumulate in 42 ore alle 15:00 UTC del 21 dicembre

Le mappe mostrano come le precipitazioni abbiano interessato l'intera regione, riversandosi dapprima sul Ponente e successivamente sul Levante della regione. Si sono verificate copiose precipitazioni in particolare nell'estremo Ponente (bacini di Roya, Argentina, Armea, Impero), nei bacini di Orba e Stura, ma anche nei bacini di Polcevera, Entella e Magra. Le precipitazioni più abbondanti si sono registrate a partire dalle ore 03 UTC del 20 dicembre per le successive 24 ore.

2.1.2 Analisi dei dati puntuali

Dall'analisi dei valori puntuali ai pluviometri, rispetto alle soglie stabilite dal CMI-ARPAL, risultano massime intensità orarie di precipitazione ovunque MODERATE, localmente MOLTO FORTI su A, FORTI su D; le massime intensità triorarie sono state MOLTO FORTI su A e, localmente, su D, FORTI sulle altre zone. I valori massimi di pioggia cumulata sulle 6, 12 e 24 ore sono stati MOLTO ELEVATI su tutto il territorio regionale.

In Tabella 2 e Tabella 3 si riportano i valori massimi PUNTUALI di precipitazione, rispettivamente per durate sub-orarie e orarie, registrati nel periodo tra le 21 UTC del 19 dicembre e le 15 UTC del 21 dicembre, distinti per zone di allerta e per diverse durate.

Area	mm/5min	mm/10min	mm/15min	mm/30min	mm/45min	mm/5min
A	6 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 13:50	11.2 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 13:50	15.2 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 13:50	28.6 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 14:10	40 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 14:25	6 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 13:50
B	3.8 Passo del Turchino (PTURC) 20/12/2019 00:20	6.4 Mele (MELEE) 20/12/2019 00:20	8.4 Isoverde (ISOVE) 20/12/2019 16:50	15.4 Alpicella (ALPIC) 20/12/2019 15:45	22.8 Alpicella (ALPIC) 20/12/2019 15:55	3.8 Passo del Turchino (PTURC) 20/12/2019 00:20

Area	mm/5min	mm/10min	mm/15min	mm/30min	mm/45min	mm/5min
C	3.4 Cuccarello (CUCCA) 20/12/2019 20:15	6.2 Piana Battolla - Ponte (PBATT) 20/12/2019 17:15	9 Piana Battolla - Ponte (PBATT) 20/12/2019 17:20	15.8 Piana Battolla - Ponte (PBATT) 20/12/2019 17:35	21.4 Piana Battolla - Ponte (PBATT) 20/12/2019 17:35	3.4 Cuccarello (CUCCA) 20/12/2019 20:15
D	6.4 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 01:05	11.2 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 01:05	12.2 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 01:05	19.4 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 15:35	29.4 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 15:55	6.4 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 01:05
E	5.2 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 16:40	5.2 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 16:40	9.2 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 17:10	13.6 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 17:00	22 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 17:20	5.2 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 16:40
Magra Toscano	7.2 Comano (COMAN) 20/12/2019 23:15	12.8 Comano (COMAN) 20/12/2019 23:20	16.6 Comano (COMAN) 20/12/2019 23:20	18.4 Comano (COMAN) 20/12/2019 23:25	20.2 Comano (COMAN) 20/12/2019 23:20	7.2 Comano (COMAN) 20/12/2019 23:15

Tabella 2 Valori massimi puntuali PUNTUALI sub-orari di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 21 UTC del 19 dicembre e le 15 UTC del 21 dicembre, distinti per zone di allertamento e per diverse durate (nell'ultima riga della tabella sono stati inseriti anche i valori di stazioni ricadenti sulla porzione di bacino del Magra ricadente in territorio toscano in quanto contribuenti alla portata del Magra).

Area	mm/1h	mm/3h	mm/6h	mm/12h	mm/24h	mm/evento 42h
A	52.2 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 14:35	134.8 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 14:55	204.2 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 16:00	277.6 Ceriana (CERIA) 20/12/2019 16:10	297.4 Ceriana (CERIA) 21/12/2019 03:15	304.4 Ceriana (CERIA)
B	28.6 Isoverde (ISOVE) 20/12/2019 16:50	66.2 Isoverde (ISOVE) 20/12/2019 16:55	105.2 Santuario di Savona (SANTU) 20/12/2019 16:35	137 Isoverde (ISOVE) 20/12/2019 19:50	168.4 Isoverde (ISOVE) 21/12/2019 06:20	186 Isoverde (ISOVE)

Area	mm/1h	mm/3h	mm/6h	mm/12h	mm/24h	mm/evento 42h
C	26.8 Sella Giassina (SEGIA) 20/12/2019 16:40	66.2 Sella Giassina (SEGIA) 20/12/2019 17:05	104.8 Sella Giassina (SEGIA) 20/12/2019 17:20	144.6 Sella Giassina (SEGIA) 20/12/2019 17:55	181.2 Sella Giassina (SEGIA) 21/12/2019 05:40	190.2 Sella Giassina (SEGIA)
D	37.2 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 15:55	90.2 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 16:45	126.2 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 16:50	184.8 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 20/12/2019 18:35	219.8 Urbe - Vara Sup. (URVAS) 21/12/2019 00:35	237.8 Urbe - Vara Sup. (URVAS)
E	25.6 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 17:20	61.2 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 18:00	112.8 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 20:00	170.6 Cabanne (CABAN) 20/12/2019 22:10	229.6 Cabanne (CABAN) 21/12/2019 05:40	240.8 Cabanne (CABAN)
Magra Toscano	24 Parana (PARAN) 20/12/2019 17:15	60 Parana (PARAN) 20/12/2019 18:30	96.2 Parana (PARAN) 20/12/2019 18:30	146 Parana (PARAN) 20/12/2019 22:45	209.6 Parana (PARAN) 21/12/2019 08:45	219.2 Parana (PARAN)

Tabella 3 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 21 UTC del 19 dicembre e le 15 UTC del 21 dicembre distinti per zone di allertamento e per diverse durate durate (nell'ultima riga della tabella sono stati inseriti anche i valori di stazioni ricadenti sulla porzione di bacino del Magra ricadente in territorio toscano in quanto contribuenti alla portata del Magra).

Si riportano di seguito gli ietogrammi significativi relativi ad alcune stazioni che hanno registrato i valori massimi puntuali. Le intensità di pioggia, valutate in base alle cumulate su 1 e 3 ore, e le quantità, valutate in base alle cumulate su 6, 12 e 24 ore, sono definite in accordo con le soglie stabilite dal CMI-ARPAL.

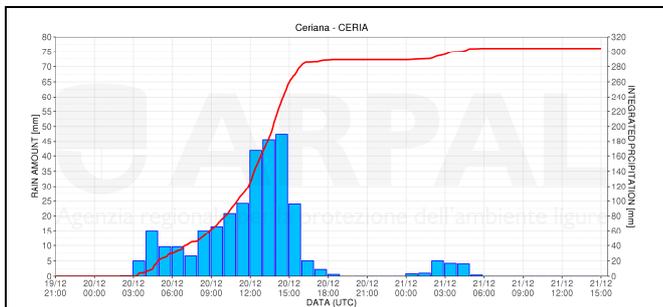


Figura 13 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Ceriana (A)
INTENSITA': MOLTO FORTI (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

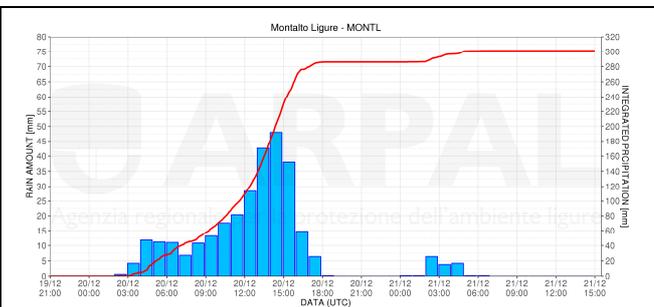


Figura 14 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Montalto (A)
INTENSITA': FORTI (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

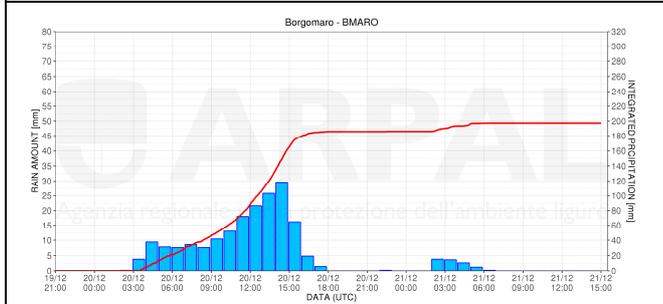


Figura 15 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Borgomaro (A)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

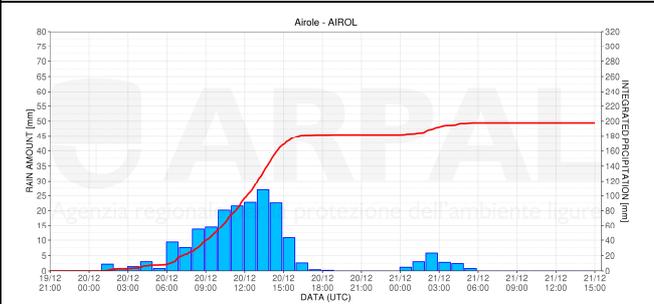


Figura 16 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Airole (A)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

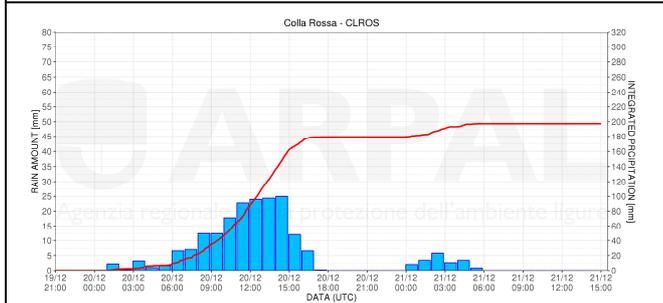


Figura 17 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Colla Rossa (A)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

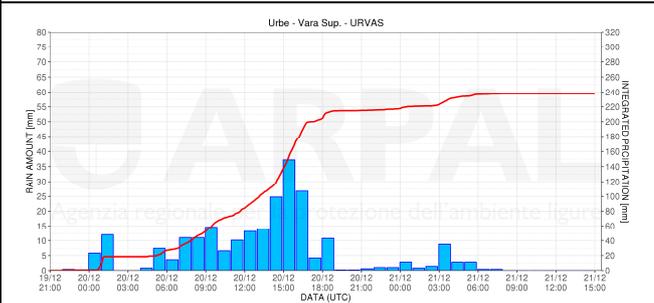


Figura 18 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Urbe - Vara Superiore (D)
INTENSITA': FORTI (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

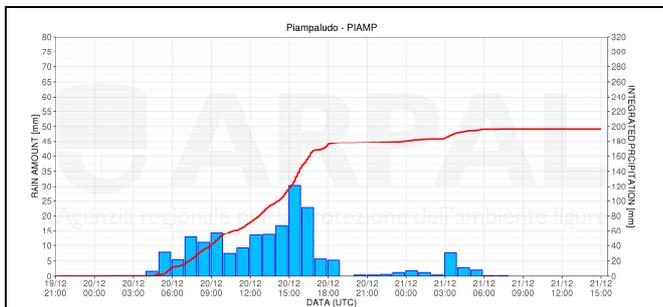


Figura 19 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Piampaludo (D)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

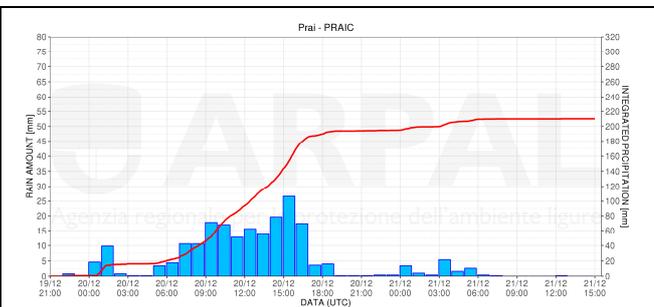


Figura 20 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Prai (D)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

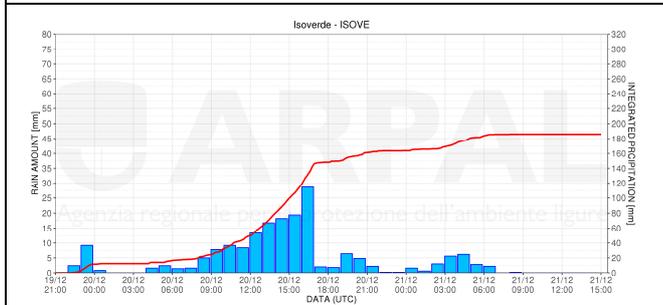


Figura 21 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Isoverde (B)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h, mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

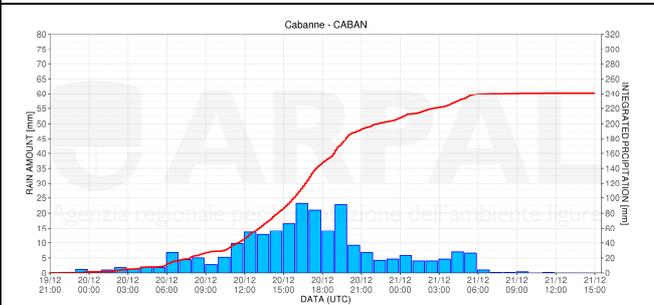


Figura 22 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Cabanne (E)
INTENSITA': DEBOLI (mm/1h), MODERATE (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

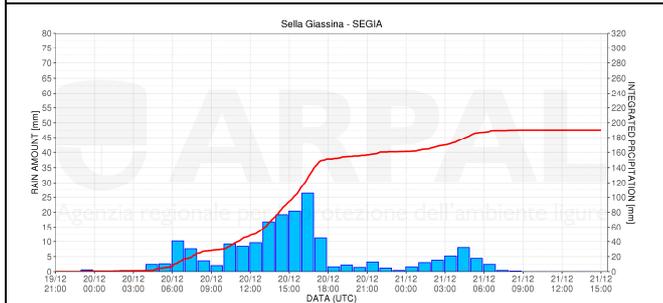


Figura 23 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Sella Giassina (C)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

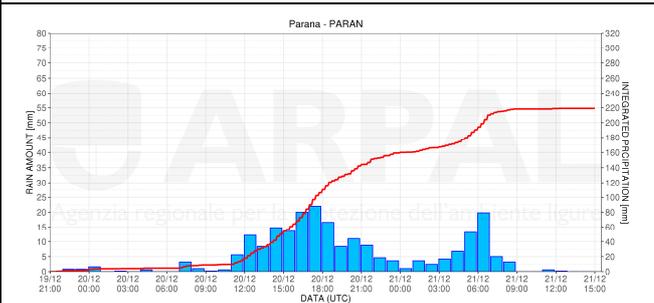


Figura 24 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Parana (MT)
INTENSITA': MODERATE (mm/1h), FORTI (mm/3h)
QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

Coerentemente con quanto emerge dalle tabelle sopra riportate, le figure mostrano come si siano verificate precipitazioni di FORTE intensità sulle durate triorarie e quantitativi MOLTO ELEVATI su tutta la regione, fino a MOLTO FORTI su A e D, mentre le intensità orarie si siano mantenute perlopiù su valori MODERATI. I fenomeni hanno pertanto evidenziato una certa persistenza.

2.2 Analisi idrometrica e delle portate

A seguito delle precipitazioni descritte al paragrafo 2.1, tra i corsi d'acqua strumentati si sono registrati numerosi e rilevanti innalzamenti dei livelli idrici; in particolare:

- Argentina (incremento di 5.93 m a Montalto Ligure), Centa e Armea, con superamento della soglia di piena straordinaria in almeno una sezione e conseguenti fenomeni di esondazione;
- Roya, Nervia, Impero, Arroscia, Neva, Orba, Stura, Bisagno, Lavagna, Entella, Aveto, Vara, Magra, con superamento della soglia di piena ordinaria.

In Tabella 4 sono riportati i massimi livelli registrati, rispetto allo zero idrometrico, accompagnati dall'orario relativo alla misurazione e l'incremento rispetto al valore di riferimento antecedente l'evento.

CODICE	STAZIONE	ZONA DI ALLERTA	CORSO D'ACQUA	VALORE MASSIMO [m]	ORARIO UTC DEL MASSIMO	INCREMENTO [m]
AIROL	Airole	A	Roya	4.62	20/12/2019 16:45	3.03
AMERE	Merelli	A	Argentina	5.29	20/12/2019 15:30	4.58
ARMEA	Valle Armea - Ponte	A	Armea	2.46	20/12/2019 15:30	2.38
CISAN	Cisano sul Neva	A	Neva	3.25	20/12/2019 17:00	2.11
ISBON	Isolabona	A	Nervia	3.81	20/12/2019 15:45	2.88
MOBRA	Albenga - Molino Branca	A	Centa	5.26	20/12/2019 16:45	3.81
MONTL	Montalto Ligure	A	Argentina	7.27	20/12/2019 16:15	5.93
POGLI	Pogli d'Ortovero	A	Arroscia	4.16	20/12/2019 16:00	3.34
RUGGE	Rugge di Pontedassio	A	Impero	1.95	20/12/2019 15:15	2.05
TORRI	Torri	A	Bevera	2.22	20/12/2019 16:00	2.09
ALBIS	Albisola	B	Sansobbia	1.59	20/12/2019 16:15	1.11
BOLSN	Bolsine	B	Teiro	1.62	20/12/2019 16:45	1.26
FIRPO	Genova - Firpo	B	Bisagno	2.29	20/12/2019 18:00	1.42
GEFER	Genova - Fereggiano	B	Fereggiano	0.73	20/12/2019 16:45	0.36
GEGEI	Genova - Geirato	B	Geirato	0.94	20/12/2019 16:45	0.25
GEMOL	Genova - Molassana	B	Bisagno	1.97	20/12/2019 17:45	1.55
GEPTX	Genova - Pontedecimo	B	Polcevera	1.59	22/12/2019 02:45	0.83
GERIV	Genova - Rivarolo	B	Polcevera	1.48	20/12/2019 17:30	0.93
GSTUR	Genova - Sturla	B	Sturla	0.29	20/12/2019 17:30	0.39
LAPRS	La Presa	B	Bisagno	1.97	20/12/2019 17:30	1.12
MOLIN	Molinetto	B	Leira	1.98	22/12/2019 02:15	1.22
SANTU	Santuario di Savona	B	Letimbro	0.82	20/12/2019 17:00	1.06
SSGIU	Stella S. Giustina	B	Sansobbia	1.41	20/12/2019 16:45	1.31
VAREN	Genova - Granara	B	Varenna	0.82	20/12/2019 16:45	0.73
AMEFM	Ameglia Foce Magra	C	Magra	1.89	21/12/2019 11:45	1.74
BVARA	Brugnato	C	Vara	2.2	21/12/2019 09:30	2.58
CAMIN	Caminata	C	Graveglia	1.22	21/12/2019 07:00	0.84

CARAS	Carasco	C	Lavagna	5.55	20/12/2019 19:00	4.32
FRNLA	Fornola	C	Magra	3.81	21/12/2019 10:30	3.42
LAMAC	La Macchia	C	Vara	-0.13	20/12/2019 19:15	1.55
PANES	Panesi	C	Entella	3.23	20/12/2019 19:30	4.34
PBATT	Piana Battolla - Ponte	C	Vara	4.08	20/12/2019 22:15	2.58
SARAA	Sestri Levante - Sara	C	Petronio	0.88	21/12/2019 06:45	0.67
SLEVA	Sestri Levante	C	Gromolo	0.44	21/12/2019 06:45	0.46
SMART	S. Martino	C	Lavagna	2.78	20/12/2019 19:00	4.21
VIGNO	Vignolo	C	Sturla	2.24	20/12/2019 19:00	1.37
BGNNE	Bagnone	MT	Bagnone	2.33	21/12/2019 08:00	1.67
CALAM	Calamazza	MT	Magra	4.66	21/12/2019 09:45	3.88
LICCN	Licciana Nardi	MT	Taverone	2.37	21/12/2019 08:45	1.86
MAGSG	Pontremoli - S.Giustina	MT	Magra	0.62	21/12/2019 08:00	1.63
PICCA	Piccatello	MT	Magra	1.68	21/12/2019 08:00	1.23
PTEGL	Ponte Tegli	MT	Tegli	2	21/12/2019 08:30	0.92
SOLIE	Soliera	MT	Aulella	3.03	21/12/2019 10:00	1.38
CAMPL	Campo Ligure	D	Stura	3.35	20/12/2019 17:15	2.04
CARCA	Carcare	D	Bormida di Pallare	1.31	20/12/2019 16:00	0.92
CENGI	Cengio	D	Bormida di Millesimo	1.77	20/12/2019 19:15	1.61
FERRA	Ferrania	D	Bormida di Spigno	2.49	20/12/2019 17:45	2.04
MURIA	Murialdo	D	Bormida di Millesimo	1.79	20/12/2019 17:10	1.36
PCRIX	Piana Crixia	D	Bormida di Spigno	3.96	20/12/2019 18:30	2.97
TIGLT	Tiglieto	D	Orba	3.9	20/12/2019 16:30	3.09
CABAN	Cabanne	E	Aveto	1.87	20/12/2019 18:10	2.05
MONTG	Montoggio	E	Scrvia	2.51	20/12/2019 17:45	1.4
ROVPT	Rovegno - Ponte	E	Trebbia	3.14	20/12/2019 18:45	2.74
VOBBI	Vobbietta	E	Vobbia	2.18	20/12/2019 19:20	0.6

Tabella 4 Livelli idrometrici registrati agli idrometri dei più importanti corsi d'acqua monitorati. Il livello idrometrico è un valore convenzionale che può assumere valori negativi; pertanto assume maggior significato il valore dell'incremento di livello osservato (rispetto ad una quota standard definita "zero idrometrico")

Nelle figure che seguono si riportano gli idrogrammi più significativi, che illustrano l'andamento dei livelli nel corso dell'evento; si evidenzia come, pur in assenza di superamenti di soglia, importanti incrementi di livello si sono verificati anche nella Bormida di Spigno (di 2.97 m a Piana Crixia e 2.04 m a Ferrania), Trebbia, Bevera e altri corsi d'acqua.

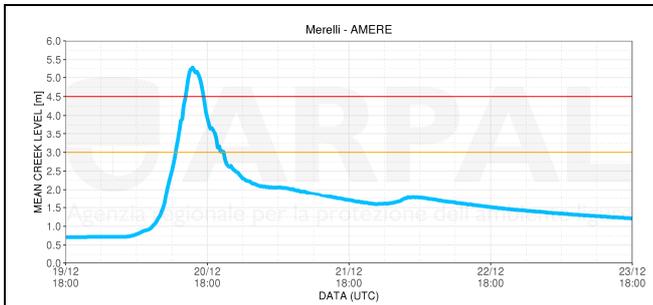


Figura 25 Livello idrometrico (Argentina a Merelli)

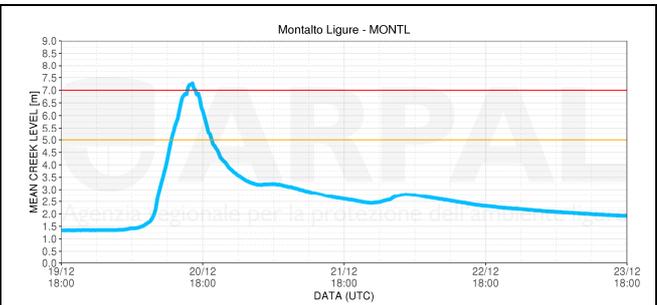


Figura 26 Livello idrometrico (Argentina a Montalto Ligure)

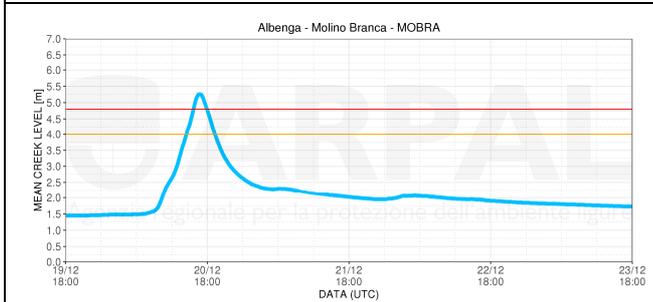


Figura 27 Livello idrometrico (Centa a Molino Branca)

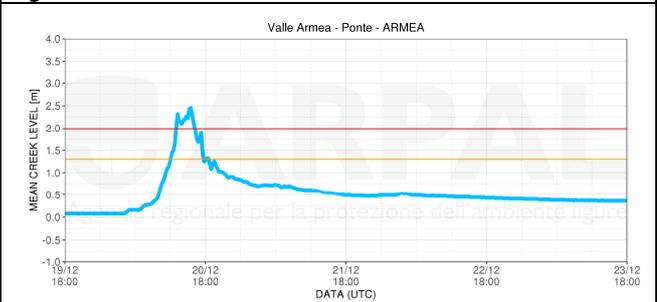


Figura 28 Livello idrometrico (Armea a Valle Armea - Ponte)

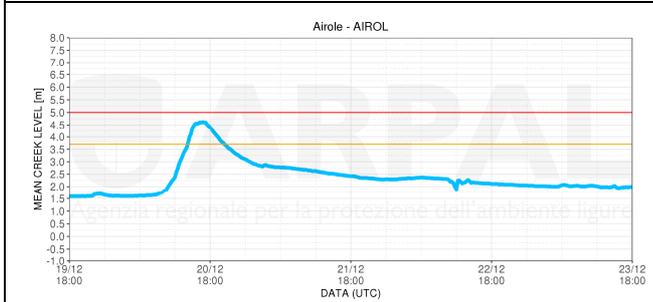


Figura 29 Livello idrometrico (Roya ad Airole)

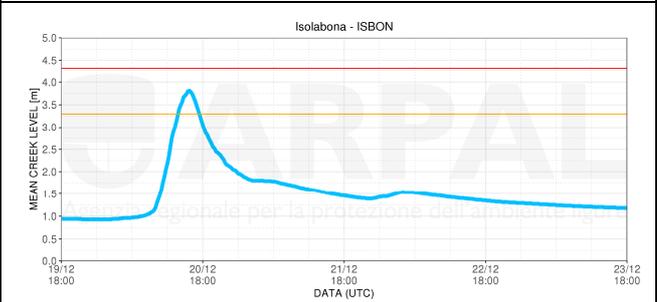


Figura 30 Livello idrometrico (Nervia a Isolabona)

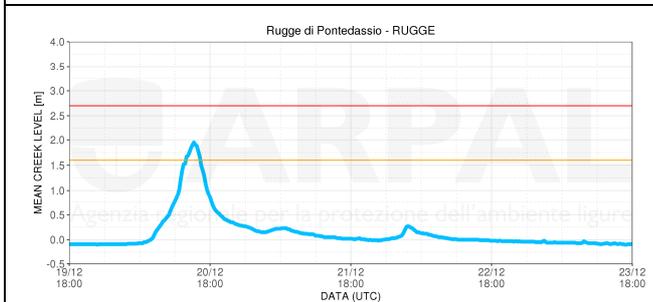


Figura 31 Livello idrometrico (Impero a Ruggie di Pontedassio)

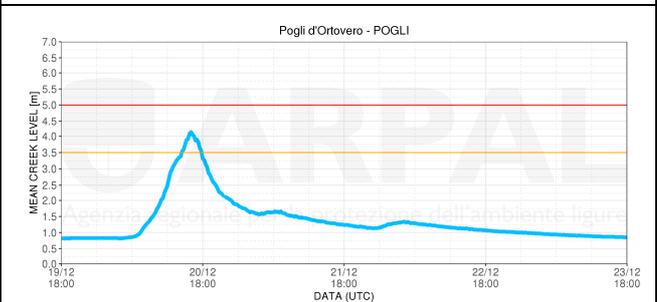


Figura 32 Livello idrometrico (Arroschia a Pogli d'Ortovero)

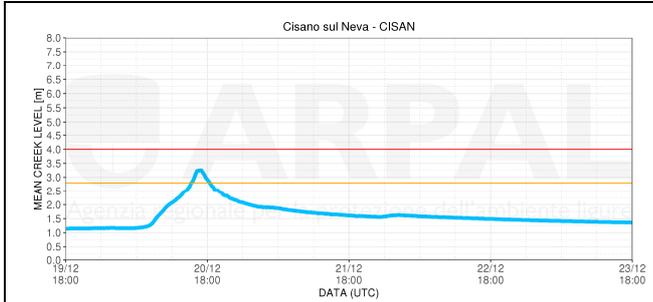


Figura 33 Livello idrometrico (Neva a Cisano)

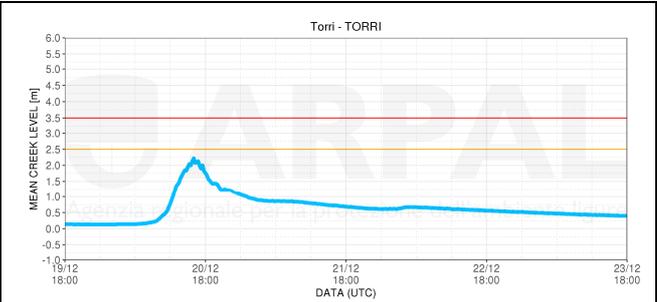


Figura 34 Livello idrometrico (Bevera a Torri)

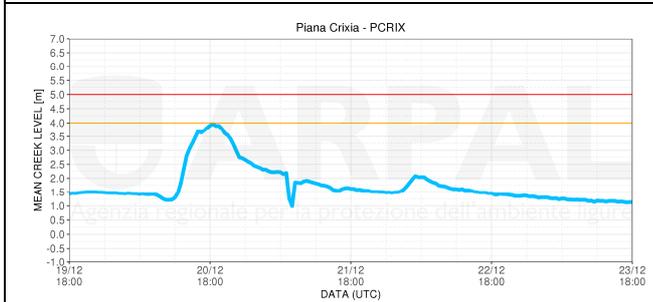


Figura 35 Livello idrometrico (Bormida di Spigno a Piana Crixia)

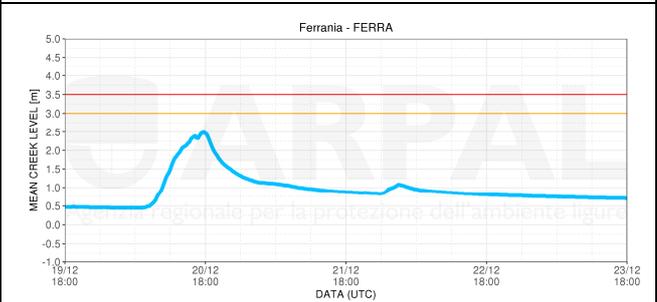


Figura 36 Livello idrometrico (Bormida di Spigno a Ferrania)

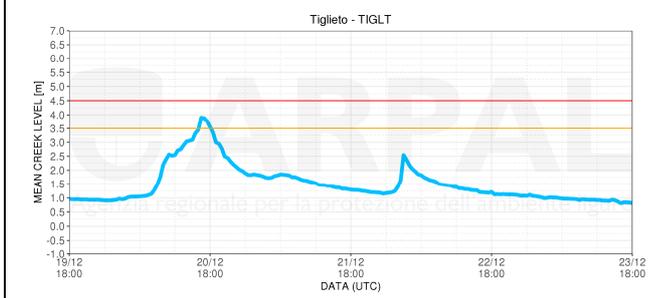


Figura 37 Livello idrometrico (Orba a Tiglieto)

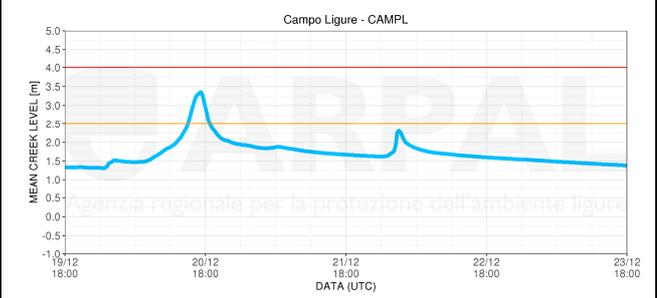


Figura 38 Livello idrometrico (Stura a Campo Ligure)

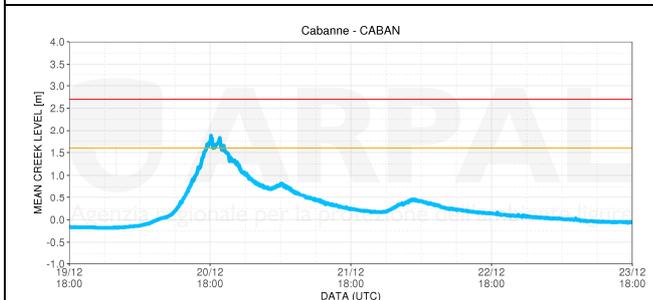


Figura 39 Livello idrometrico (Aveto a Cabanne)

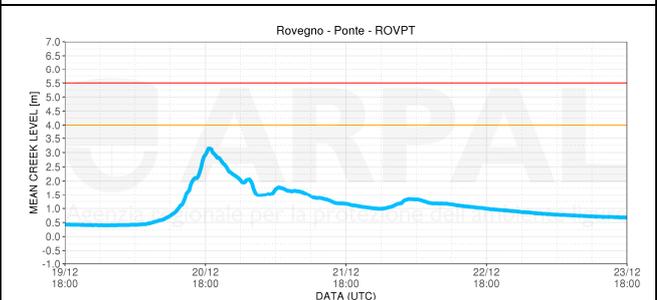


Figura 40 Livello idrometrico (Trebba a Rovegno)

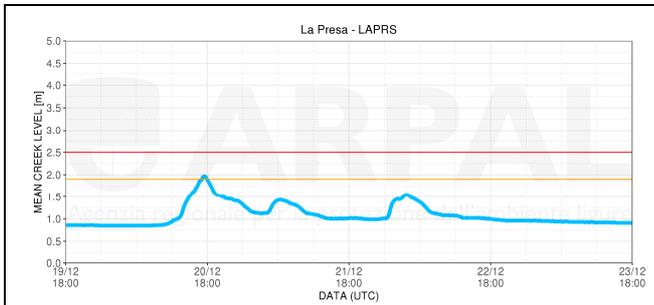


Figura 41 Livello idrometrico (Bisagno a La Presa)

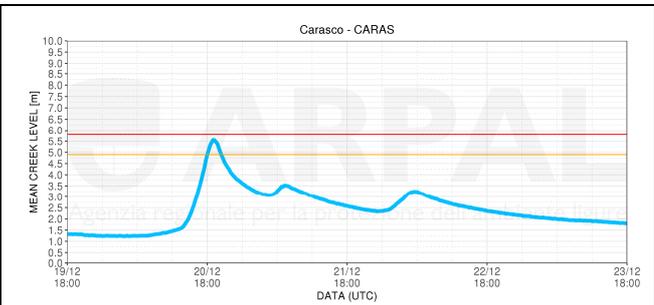


Figura 42 Livello idrometrico (Lavagna a Carasco)

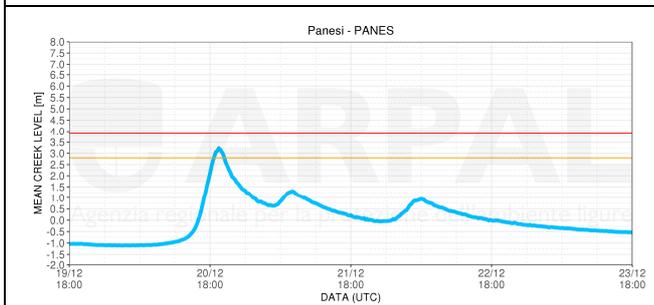


Figura 43 Livello idrometrico (Entella a Panesi)

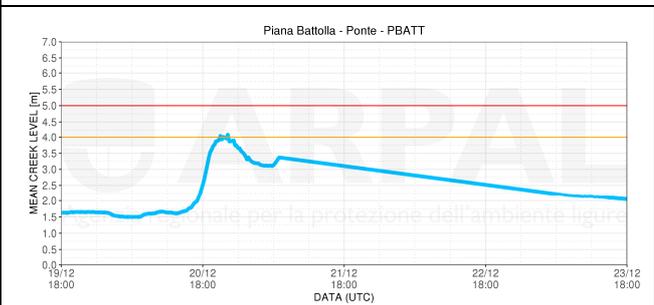


Figura 44 Livello idrometrico (Vara a Piana Battolla)

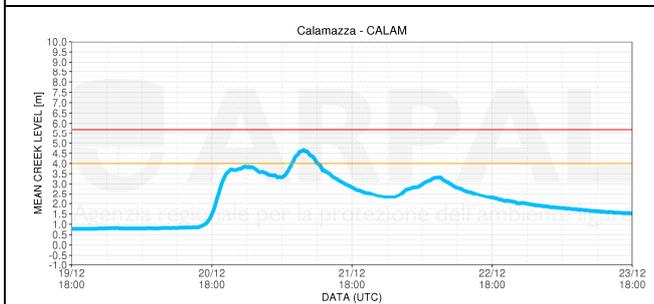


Figura 45 Livello idrometrico (Magra a Calamazza)

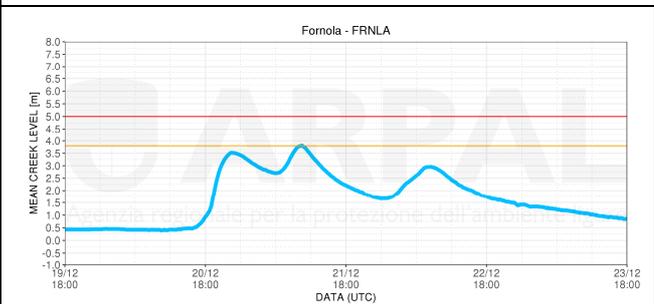


Figura 46 Livello idrometrico (Magra a Fornola)

2.3 Analisi anemometrica

L'evento è stato caratterizzato da ventilazione meridionale intensa e diffusa sul Mediterraneo occidentale. La presenza di un jet in quota associato al fronte ha portato a un deciso rinforzo della ventilazione da Sud, Sud-Ovest a tutti i livelli l'intera giornata del 20 (Figura 48 Figura 49) e per la prima parte del 21 dicembre (Figura 50), attenuandosi progressivamente con l'allontanamento della perturbazione verso Est.

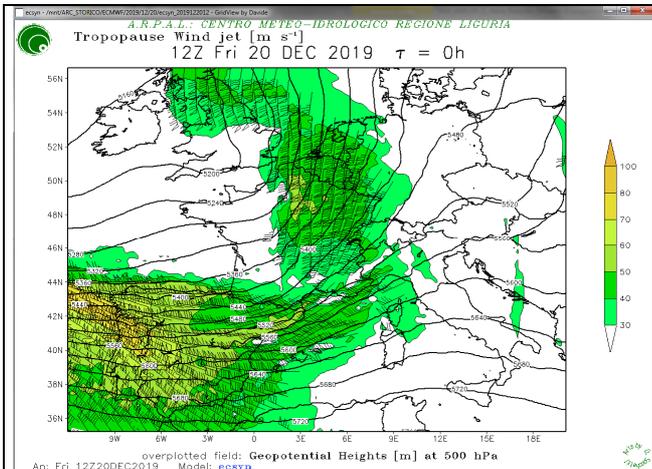


Figura 47 Mappa del wind jet alla tropopausa riferita alle 12 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo ECSYN inizializzato alle 12 UTC del 20/12/2019). Si osserva il wind jet associato alla vasta struttura frontale in arrivo da Nord-Ovest e come lo stesso vada a interessare la Liguria.

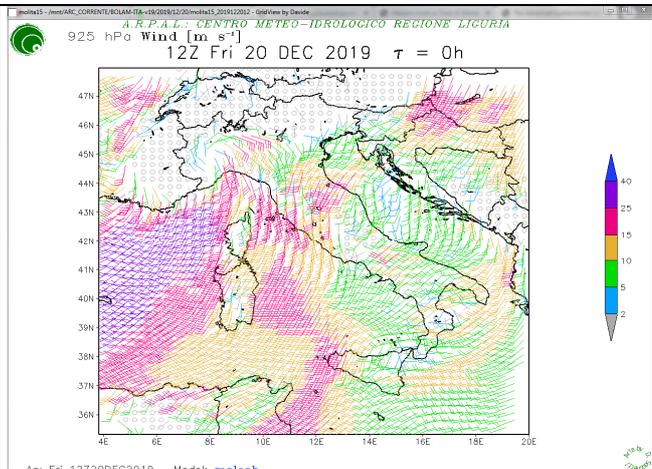


Figura 48 Mappa dei venti nei bassi livelli (925 hPa) riferita alle 12 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo MolochIta15 inizializzato alle 12 UTC del 20/12/2019). Si osserva l'intensa ventilazione da Sud, che interessa il Mediterraneo occidentale e la Liguria.

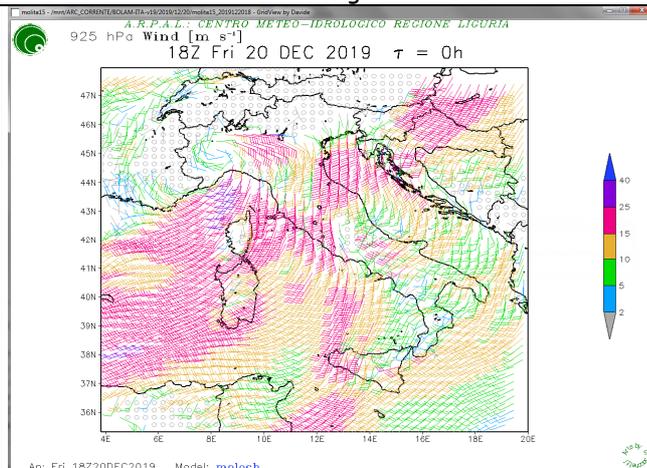


Figura 49 Mappa dei venti nei bassi livelli (925 hPa) riferita alle 18 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo MolochIta15 inizializzato alle 18 UTC del 20/12/2019). Si osserva il permanere dell'intensa ventilazione meridionale sulla nostra regione.

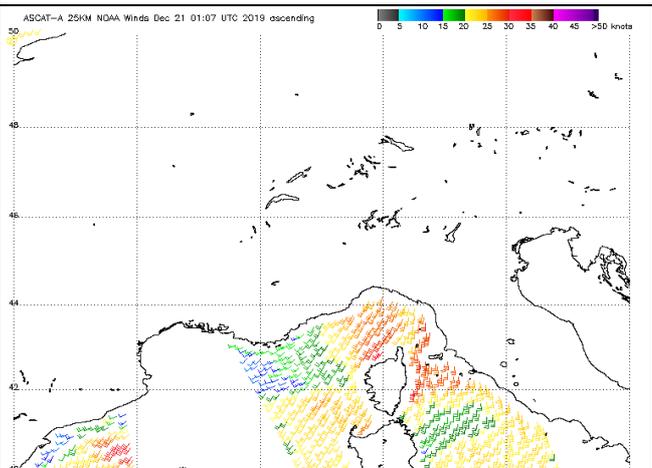


Figura 50 Mappa dei venti al suolo riferita alle 01:07 UTC del 21/12/2019 (immagine fornita dal NOAA e ottenuta dal satellite ASCAT-A 25 km). Si osservano i venti di burrasca/burrasca forte sul Ligure ruotati ormai da Sud-Ovest.

Nella configurazione sopra descritta, la Liguria è stata investita da un intenso flusso meridionale: nel corso della mattina del 20 i venti al suolo hanno raggiunto valori medi di burrasca forte con raffiche che hanno superato ampiamente i 100/120 km/h, in particolare sui crinali.

Anche sulle zone costiere sono state osservate intensità notevoli, con valori di raffica tra gli 80-100 km/h, in particolare sul Centro-Levante.

Il record dell'evento è stato registrato dalla stazione di Tanadorso, nel comune di Ronco Scrivia (zona E), con più di 160 km/h di raffica e circa 110 km/h di vento medio, seguito da Fontana Fresca nel levante genovese (comune di Sori, zona B) con raffiche fino a 158 km/h e vento medio che ha toccato i 114 km/h.

In Tabella 5 si riportano i valori più significativi registrati dagli anemometri della rete OMIRL:

Stazione [zona di allertamento]	Vento medio massimo (km/h)	Data e Ora (UTC)	Direzione prevalente del vento medio massimo	Raffica massima (km/h)
Monte Maure [A]	81	20 dicembre 2019 ore 15:10	SSW	100
Marina di Loano [A]	60	20 dicembre 2019 ore 16:40	SSW	82
Fontana Fresca [B]	114	20 dicembre 2019 ore 12:40	S	143
Fontana Fresca [B]	88	20 dicembre 2019 ore 17:40	S	158
Arenzano - Porto [B]	61	20 dicembre 2019 ore 17:00	SSE	82
Monte Pennello [B]	81	20 dicembre 2019 ore 13:00	SSE	131
Passo del Turchino [B]	67	20 dicembre 2019 ore 17:10	SSE	103
Casoni di Suvero [C]	102	20 dicembre 2019 ore 19:30	S	141
La Spezia [C]	63	20 dicembre 2019 ore 16:40	SSW	82
Framura [C]	54	20 dicembre 2019 ore 15:10	SE	94
La Spezia [C]	63	20 dicembre 2019 ore 16:40	SSW	82
Dego - Girini [D]	48	20 dicembre 2019 ore 16:30	SSW	90
Tanadorso [E]	106	20 dicembre 2019 ore 17:30	SSE	161
Torriglia - Garaventa [E]	65	20 dicembre 2019 ore 12:50	SSW	111
Monte di Mezzo [E]	63	20 dicembre 2019 ore 14:10	S	110
Giacopiane - Lago [E]	90	20 dicembre 2019 ore 19:10	SSW	142

Tabella 5 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative

Nelle figure da Figura 51 e Figura 54 è rappresentato l'andamento dell'intensità del vento (velocità media e velocità massima) su alcune stazioni significative, sia costiere sia ubicate nelle zone interne.

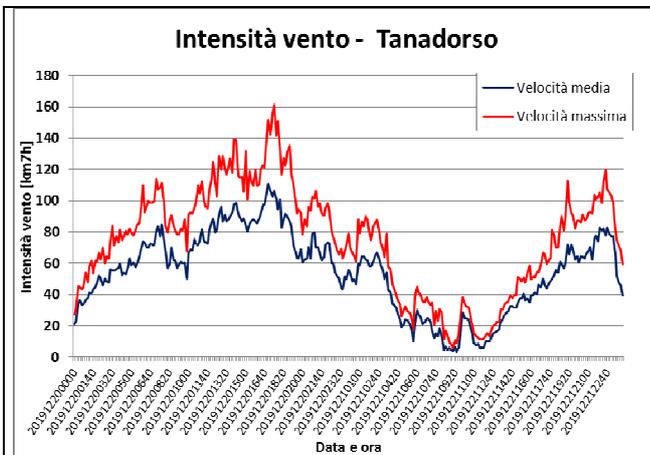


Figura 51 Grafico dell'intensità di vento registrata dalla stazione anemometrica di Tanadorso [770 m.s.l.m] nella finestra temporale dell'evento in oggetto.

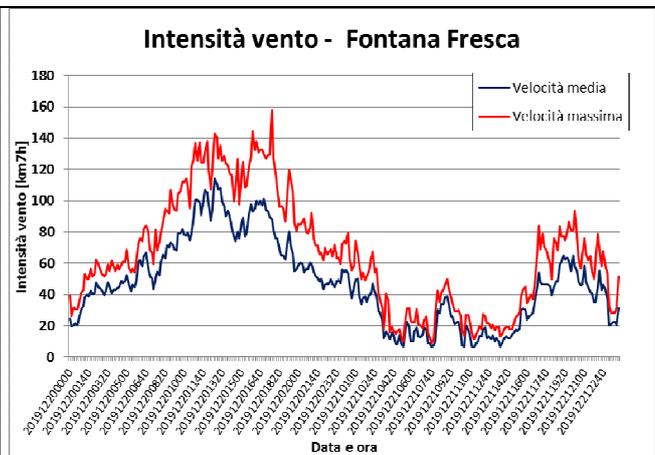


Figura 52 Grafico dell'intensità di vento registrata dalla stazione anemometrica di Fontana Fresca [791 m.s.l.m] nella finestra temporale dell'evento in oggetto.

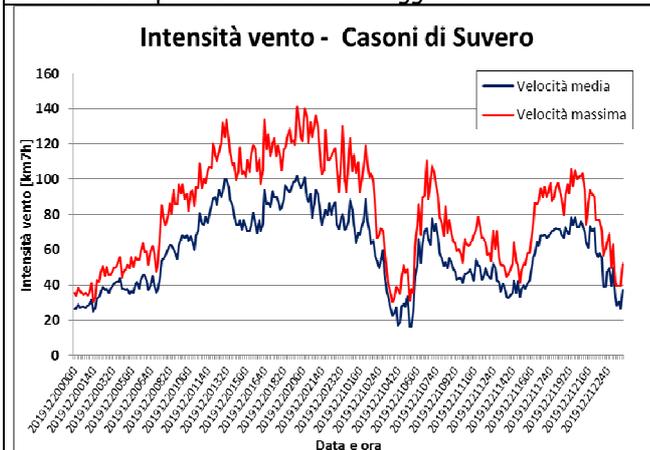


Figura 53 Grafico dell'intensità di vento registrata dalla stazione anemometrica di Casoni di Suvero [1070 m.s.l.m] nella finestra temporale dell'evento in oggetto.

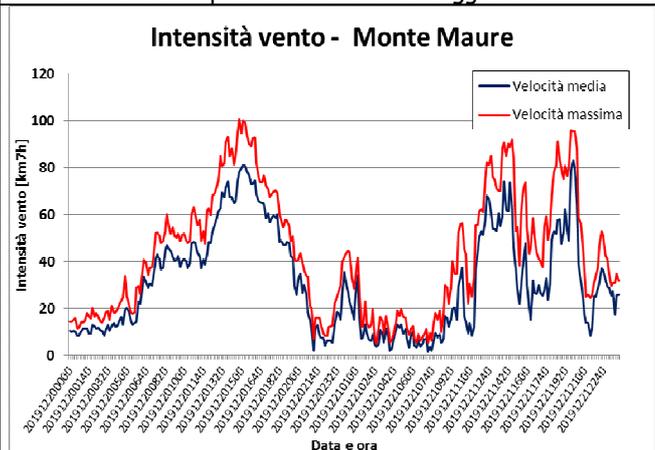


Figura 54 Grafico dell'intensità di vento registrata dalla stazione anemometrica di Monte Maure [210 m.s.l.m] nella finestra temporale dell'evento in oggetto.

2.4 Mare

L'evento è stato accompagnato da un deciso aumento del moto ondoso riconducibile al permanere di un'intensa ventilazione meridionale nella giornata del 20 e fino alle prime ore del 21 dicembre.

Le coste liguri sono state interessate da mareggiate intense con stato di mare tra agitato e molto agitato nel corso del pomeriggio del 20, con onda da Sud, Sud-Ovest in allungamento (periodo intorno ai 10 secondi) sul centro-ponente della regione (Figura 55 e Figura 56).

Successivamente, con la rotazione dei venti da Ovest, Sud-Ovest, le mareggiate sono andate ad interessare le coste di Levante fino alle prime ore del 21 dicembre.

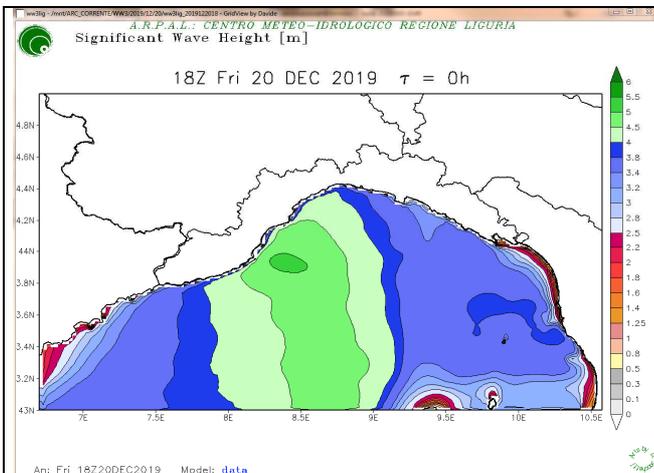


Figura 55 Mappa dell'altezza d'onda significativa riferita alle 18 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo Ww3lig inizializzato alle 18 UTC del 20/12/2019). Mare fino a molto agitato sul Centro-Ponente per onda da Sud, Sud-Ovest (in successiva rotazione da Ovest, Sud-Ovest).

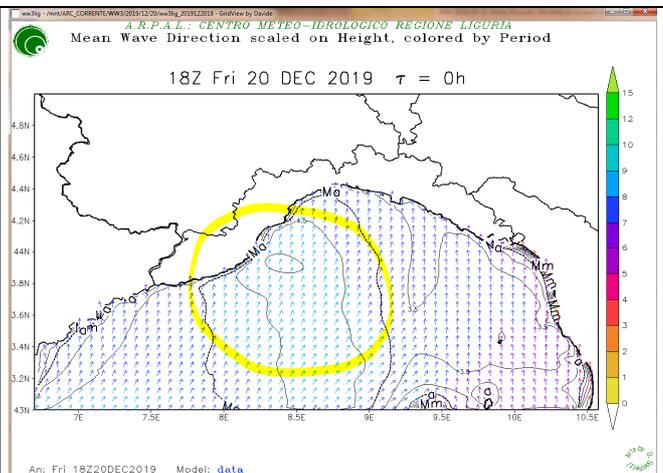


Figura 56 Mappa della direzione media d'onda e del periodo (colore delle frecce) riferita alle 18 UTC del 20/12/2019 (analisi del modello operativo Ww3lig inizializzato alle 18 UTC del 20/12/2019). L'onda è in allungamento sul Centro-Ponente.

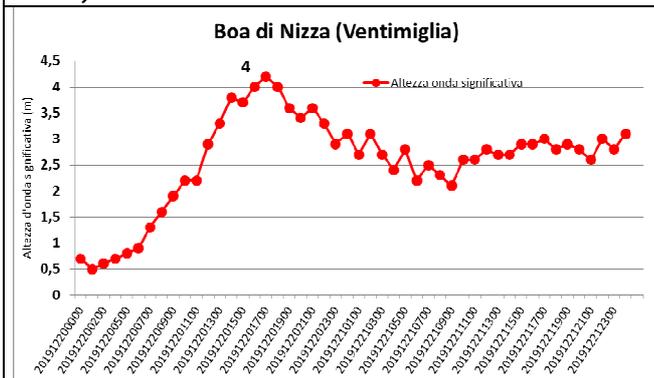


Figura 57 Altezza onda significativa registrata dalla boa di Nizza - rete Candhis (zona di Ventimiglia)

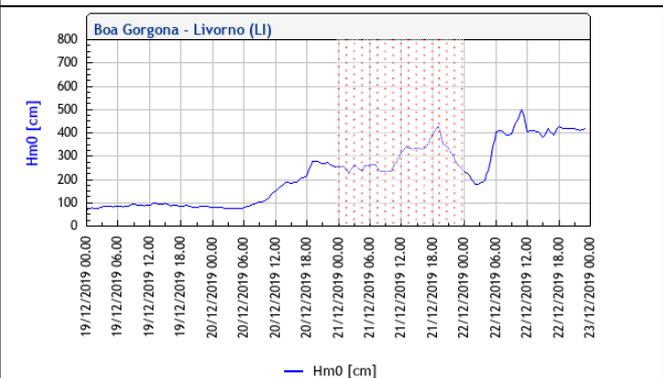


Figura 58 Altezza onda significativa registrata dalla boa di Gorgona (rete Lamma toscana)

Non essendo attiva la boa di Capo Mele sono stati riportati i dati della boa di Ventimiglia, che ha registrato un massimo di altezza significativa di circa metri, e della boa di Gorgona (circa 3,5-4 metri nella giornata del 21 dicembre).

2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

L'evento è stato causa di danni ingenti e diffusi legati in particolare ad allagamenti, esondazioni e frane/smottamenti con conseguente isolamento di diverse frazioni, misure di evacuazione, cedimenti di muri o arginature, chiusura di tratte stradali e l'interruzione di una linea ferroviaria. A Ponente si sono verificati anche danni alle coltivazioni e il collasso di un acquedotto.

Ulteriori danni e disagi sono stati causati dall'intensa ventilazione meridionale (dirottamento di voli) e dall'intensa mareggiata: danneggiamento di stabilimenti e abitazioni a Varigotti, danni alla passeggiata di Alassio e alla diga foranea di Sanremo, apporto di materiale sulla strada dovuto alla mareggiata a Sestri Levante e chiusura temporanea della galleria Sant'Anna. Allagamenti per mareggiata anche alla Foce di Genova e ad Arenzano.

Ingenti quantità di legname e altro materiale sono state portate dalla mareggiata sulle spiagge dell'estremo levante ligure.

Presso la Sala Operativa Regionale, tra il 19 e il 22 dicembre, sono stati segnalati numerosi fenomeni franosi e smottamenti che hanno ostruito diverse strade provinciali e comunali, isolando frazioni e portando, in alcune zone, anche misure di evacuazione (come avvenuto nell'imperiese). Tra i più ingenti, quello verificatosi presso la galleria delle Grazie (Chiavari), per cui, da notizie riportate in seguito dalla stampa, un'automobilista sarebbe rimasta lievemente ferita. Sono state inoltre riportate notizie di rotture arginali (torrente Argentina, comune di Taggia, crolli di muri di contenimento (che hanno provocato anche l'interruzione della linea ferroviaria Acqui Terme-Prasco), altri disagi alla circolazione, dovuti anche alla presenza di alberi pericolanti. Le dighe di Mesches (Francia, fiume Roya), Brugneto (Tebbia), Val Noci e Busalietta (Scrivia) hanno inoltre effettuato rilasci; anche il livello nella diga di Osiglia ha raggiunto un livello critico.

La stampa locale ha inoltre riportato notizie circa il collasso dell'acquedotto montano che arriva dalla Valle Argentina e serve la parte collinare di Sanremo (Argallo-Vignai), danni alle coltivazioni ad Albenga, ulteriori movimenti franosi e smottamenti in tutta la regione, persone sfollate e lo sgombero di alcune ditte nel Ponente, allagamenti di tratte stradali e autostradali (come la variante Aurelia a La Spezia e A12, tra i caselli di Recco e Genova-Ovest). È stato segnalato anche il dirottamento di alcuni voli in arrivo a Genova.



Figura 59 Torrente Argentina, zona Taggia (Stampa Imperia, 21/12/2019)



Figura 60 Torrente San Romolo, IM (Stampa Imperia, 21/12/2019)



Figura 61 Frana presso la galleria delle Grazie, Chiavari (Il Secolo XIX, 23/12/2019)



Figura 62 Frana nel comune di Badalucco (Il Secolo XIX, 23/12/2019)

3 Conclusioni

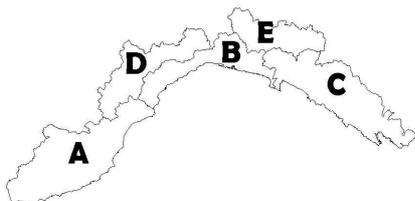
Un intenso sistema frontale da Ovest, Nord-Ovest ha interessato la regione in maniera diffusa in un arco temporale di circa 24 ore tra le prime ore del 20 e la mattinata del 21 dicembre, transitando da Ponente verso il Levante e causando numerosi danni. Le precipitazioni sono state copiose, in particolare sul Ponente dove le cumulate medie areali in 12 ore sono risultate molto elevate e le intensità triorarie puntuali ai pluviometri sono state molto forti.

Numerosi sono stati gli innalzamenti dei livelli idrici rilevanti, sia con superamento della soglia di piena straordinaria e fenomeni di esondazione, che con superamento della soglia di piena ordinaria o importanti incrementi di livello, pur in assenza di superamenti di soglia.

L'evento calamitoso ha fatto registrare inoltre venti di burrasca forte con raffiche di tempesta (fino a 160 km/h) e un'intensa mareggiata che ha interessato diffusamente le coste liguri.

LEGENDA

a) Definizione dei limiti territoriali delle zone di allertamento:



b) Soglie di precipitazione puntuale:

Durata		INTENSITA' (basata su tempi di ritorno 2-5 anni)			
		deboli	moderate	forti	Molto forti
	mm/1h	<10	10-35	35-50	>50
	mm/3h	<15	15-55	55-75	>75

Durata		QUANTITA' (basata su tempi di ritorno 1-4 anni)			
		scarse	significative	elevate	molto elevate
	mm/6h	<20	20-40	40-85	>85
	mm/12h	<25	25-50	50-110	>110
	mm/24h	<30	30-65	65-145	>145

NB: la precipitazione viene considerata tale se > 0.5 mm/24h (limite minimo)

c) Grafici dei livelli idrometrici:

Le linee verde e rossa riportate sui grafici degli idrogrammi e delle portate indicano rispettivamente:

Linea arancione (PIENA ORDINARIA): la portata transita occupando interamente l'alveo del corso d'acqua con livelli localmente inferiori alla quota degli argini o del piano campagna. Possono instaurarsi i primi fenomeni di erosione delle sponde con inondazioni localizzate in aree limitrofe all'alveo.

Linea rossa (PIENA STRAORDINARIA): la portata non può transitare contenuta nell'alveo determinando fenomeni di inondazione.