

RAPPORTO DI EVENTO METEOROLOGICO DEL 27-28/08/2023

Abstract 1

- 1 Analisi meteorologica 1
- 2 Dati Osservati 5
 - 2.1 Analisi Pluviometrica 5
 - 2.1.1 Analisi dei dati a scala areale 5
 - 2.1.2 Analisi dei dati puntuali 6
 - 2.2 Analisi idrometrica 10
 - 2.3 Analisi anemometrica 12
 - 2.4 Mare 12
 - 2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti 13
- Conclusioni 14

Abstract

Nelle giornate del 27 e 28/08/2023 la Liguria è stata interessata da un evento meteorologico che ha portato precipitazioni anche a carattere di rovescio o temporale di FORTE intensità, venti al suolo di burrasca forte rafficati e moto ondoso in aumento fino a mare agitato.

L'evento è stato associato al transito di un vasto sistema frontale, esteso dall'Europa nordoccidentale alla penisola iberica, che ha convogliato flussi umidi sul territorio ligure in un contesto di spiccata instabilità determinando lo sviluppo di strutture temporalesche organizzate e localmente persistenti.

Nella fase pre-frontale dell'evento le precipitazioni temporalesche, anche di intensità tra FORTE e MOLTO FORTE ma non stazionarie, hanno interessato il Levante. La fase frontale ha visto invece piogge fino a MOLTO FORTI e localmente persistenti, in particolare sul Centro-Levante dove si sono registrate cumulate puntuali MOLTO ELEVATE e cumulate areali ELEVATE.

Si è osservato pertanto un conseguente innalzamento dei livelli idrometrici dei principali corsi d'acqua del Centro e del Levante: Polcevera, Bisagno, Scrivia, Trebbia, Entella e Vara. Gli scrosci di pioggia dalle intensità di maggior rilievo hanno causato inoltre diffusi allagamenti in diverse aree della Liguria di Centro e di Levante, risposte repentine del reticolo idrografico minore con locali criticità dovute alla difficoltà nello smaltimento dei deflussi.

Il transito della perturbazione ha portato inoltre un deciso rinforzo della ventilazione al suolo, in particolare dai quadranti meridionali sul Centro-Levante, con intensità fino a burrasca FORTE con raffiche ben superiori ai 100 km/h sia nelle zone interne sia in quelle costiere. Si segnala la stazione di Fontana Fresca che ha registrato circa 180 km/h di raffica e le stazioni di Monte Portofino, Arenzano-Porto, Framura e Portovenere che hanno registrato raffiche fra 105 e i 130 km/h. In ragione della sostenuta ventilazione, tra gli effetti al suolo, si sono registrate numerose cadute alberi.

Anche il moto ondoso ha visto un aumento mare fino ad agitato sulle coste del Levante.

1 Analisi meteorologica

L'evento è stato determinato dall'ingresso sul Mediterraneo occidentale di un'estesa saccatura atlantica e dalla conseguente formazione di un vortice depressionario che, dalle coste algerine, ha raggiunto l'alto Tirreno nella serata del 27 ed è andato approfondendosi sul Mar Ligure nel corso della giornata del 28 agosto fino a un minimo di 996 hPa.

La struttura, caratterizzata da un asse Sud-Ovest/Nord-Est, ha portato con sé aria più fresca e instabile creando forti contrasti termici: il contesto mediterraneo era infatti caratterizzato da temperature dell'aria e della superficie del mare elevate, in particolare nei 7-10 giorni precedenti l'evento con valori ben al di sopra di quelli stagionali.

Durante la serata del 27 e la nottata del 28 la regione è stata quindi interessata da temporali forti e organizzati, localmente persistenti, in particolare sul centro della regione. L'evento in questione ha avuto due fasi principali durante il suddetto periodo:

- **Prima fase:** tra le 00 UTC e le 18 UTC (tra le 02 e le 20 locali) del 27/08/2023 fenomeni pre-frontali temporaleschi, di FORTE intensità e in rapida evoluzione, hanno interessato principalmente il Centro-Levante della regione, facendo registrare intensità sub-orarie anche MOLTO FORTI. Sul Ponente si sono osservati invece fenomeni di intensità tra il DEBOLE e il MODERATO;
- **Seconda fase:** tra le 18 UTC (20 locali) del 27/08/2023 e le 00 UTC (02 locali) del 28/08/2023 l'approssimarsi del sistema frontale e dell'anomalia di tropopausa associata ha portato alla formazione di un minimo depressionario che, nella serata del 27, ha raggiunto il Mar Ligure approfondendosi intorno ai 1000 hPa. A ciò è conseguito un notevole aumento

dell'avvezione di umidità verso il Nord-Ovest italiano, accompagnato da condizioni di spiccata instabilità. Tale configurazione ha portato allo sviluppo di strutture temporalesche più stazionarie (rispetto alla prima fase) e organizzate, associate a precipitazioni con intensità fino a MOLTO FORTE e cumulate localmente MOLTO ELEVATE.

Entrambe le fasi dell'evento sono state caratterizzate da notevole attività elettrica e densità di fulminazioni, arrivando a registrare complessivamente nelle giornate del 27-28/08/2023 (48 ore) circa 62370 fulmini rilevati nell'area ligure, comprendente anche le zone confinanti.

Prima fase

Durante le prime ore del 27/08/2023, la saccatura atlantica sopra menzionata interessava buona parte dell'Europa occidentale, estendendosi dal Nord-Europa alla Penisola Iberica; si osserva l'esteso sistema frontale nella mappa in Figura 1. Nel corso della stessa giornata tale struttura ha iniziato a traslare verso est, seppur lentamente in quanto ostacolata dalla presenza di un promontorio di matrice sub-tropicale sul Mediterraneo centrale (Figura 3a), che con il suo asse arrivava a interessare anche l'Europa Nord-Orientale. Tale configurazione ha favorito il richiamo di correnti caldo-umide dal Nord-Africa sui settori interessati dalla fascia anticiclonica, con elevati valori di acqua precipitabile e di energia potenziale sul Golfo di Genova, in contrapposizione alla discesa di aria molto più fresca Nord-Atlantica in seno alla saccatura.

Nelle ore notturne, in un contesto caratterizzato da ventilazione meridionale al più moderata, temperature piuttosto elevate - fino a 25-27°C sulle coste e nelle valli principali - e alti tassi di umidità (prossimi alla saturazione oltre i 200-300 m s.l.m.) non sono stati osservati fenomeni precipitativi di rilievo sulla Liguria.

Durante la mattinata si è osservata la formazione di temporali pre-frontali in movimento verso Nord, Nord-Est in seno al flusso umido da Sud-Ovest alle quote medie. Tali strutture, innescate sul Mar Ligure centrale dal potenziale energetico disponibile e dall'elevato *wind shear* (gradiente del vento), hanno interessato il Centro-Levante intorno a metà giornata: sulla zona del Monte di Portofino e relativo entroterra (Figura 4) si sono registrate precipitazioni fino a MOLTO FORTI (Rapallo 62.2 mm/1h, Santa Margherita Ligure 59 mm/1h), accompagnate da intensa attività elettrica (Figura 5), sulla val Bisagno tra MODERATE e FORTI.

La struttura temporalesca che ha interessato il promontorio di Portofino ha portato precipitazioni fino a FORTI sul resto della riviera, muovendo rapidamente verso Est e arrivando a interessare lo Spezzino e l'Alta Toscana (Reppia 46.4 mm/1h, Brugnato 32.8 mm/1h, Sestri Levante 32.2 mm/1h).

Nella prima fase non sono state rilevate precipitazioni di rilievo sul Ponente.

Seconda fase

L'approssimarsi e il successivo transito dell'esteso sistema frontale (Figura 2) e dell'anomalia di tropopausa ad esso associato (Figura 3b), ha portato alla formazione di un profondo minimo depressionario a ovest della Corsica tra la serata del 27 e le prime ore del 28/08/2023 rimasto pressoché confinato tra la Costa Azzurra, il Mar Ligure e la Corsica fino al tardo pomeriggio. Durante la notte e nella prima mattina del 28 agosto, il minimo si è approfondito fino a 996 hPa (Figura 6) prima di muoversi verso la Toscana nel corso della giornata, perdendo gradualmente forza.

Il progressivo approfondimento del minimo, a partire dalla serata del 27 agosto, ha comportato la convergenza di masse d'aria dalle caratteristiche diverse: correnti sciroccali calde e umide e aria più fresca dalla Pianura Padana e dal Golfo del Leone (Figura 7). Proprio tali convergenze, unite alla presenza di un potenziale energetico convettivo ancora relativamente alto, hanno portato alla formazione di nuclei temporaleschi prevalentemente stazionari a multicella, che hanno insistito in particolare sul centro della regione nelle ore notturne. Le precipitazioni più rilevanti sono state registrate nell'area metropolitana di Genova, dove si sono avute intensità precipitative MOLTO FORTI sull'ora (Genova-Castellaccio 79.2 mm/1h, Genova-Bolzaneto 70.8 mm/1h, Busalla 66.7 mm/1h) e sulle 3 ore (Genova-Castellaccio 113.2 mm/3h, Genova-Quezzi 112.4 mm/3h, Viganego 99.6 mm/3h), con cumulate puntuali fino a MOLTO ELEVATE (Genova-Castellaccio 214.2 mm/24h, Genova-Quezzi 180.2 mm/24h). I fenomeni sono stati accompagnati da raffiche di vento anche superiori alla burrasca FORTE (Fontana Fresca circa 180 km/h) e intensa attività elettrica (Figura 8 e Figura 9). Durante la mattinata e fino al primo pomeriggio le condizioni atmosferiche si sono mantenute instabili, con fenomeni temporaleschi che sul Levante hanno portato piogge localmente MOLTO FORTI (Luni-Provasco 64.8 mm/1h, Sarzana 58.4 mm/1h, Castelnuovo Magra 56 mm/1h). In questa finestra temporale i fenomeni sul Centro-Ponente sono risultati a carattere isolato, con intensità oraria al più MODERATA (Cipressa 19 mm/1h) in un contesto di maggiore variabilità.

L'evento si è concluso nella seconda metà della giornata del 28, in un contesto di generale variabilità su tutto il territorio ligure, con fenomeni di instabilità sulle aree appenniniche.

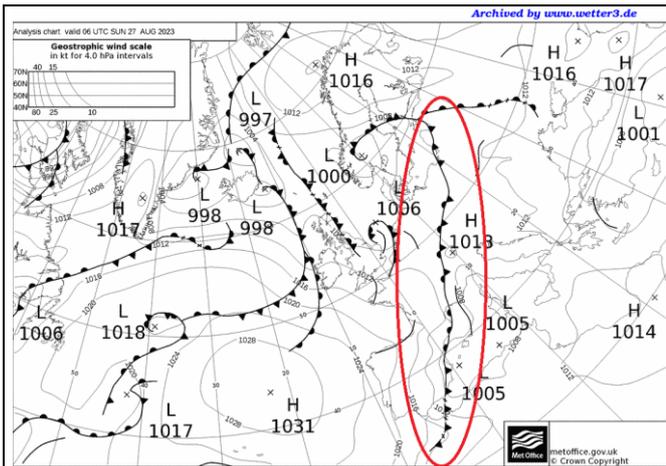


Figura 1 Analisi dei fronti di Bracknell riferita alle 06 UTC del 27/08/2023. Si osserva l'esteso sistema frontale in arrivo dall'Atlantico e che ha raggiunto l'arco alpino (prima fase). Fonte: metoffice.gov.uk

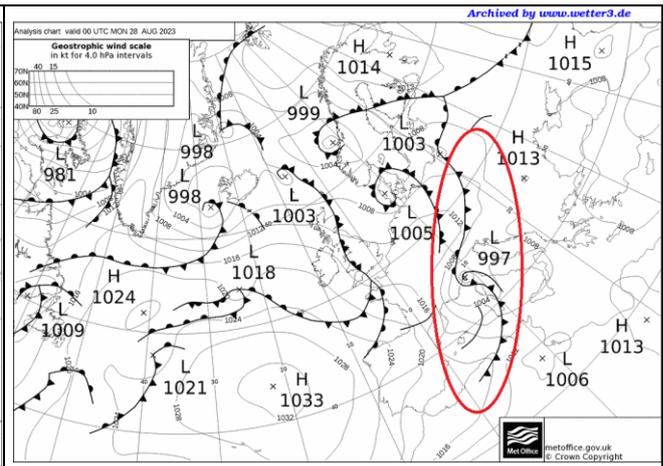


Figura 2 Analisi dei fronti di Bracknell riferita alle 00 UTC del 28/08/2023. Si osserva la formazione del minimo legata al transito del sistema frontale, che precede la fase di occlusione (seconda fase). Fonte: metoffice.gov.uk

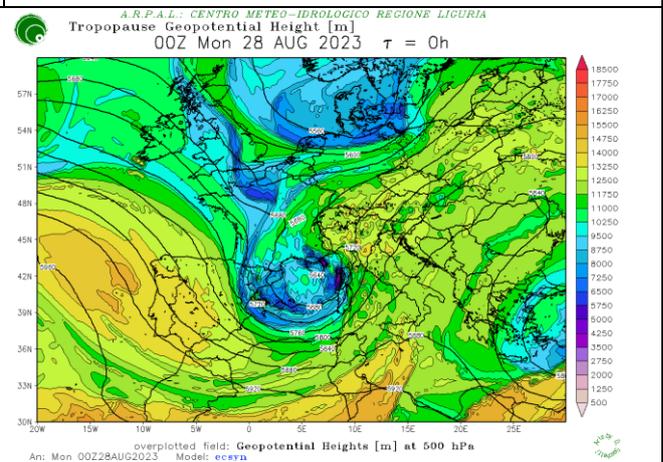
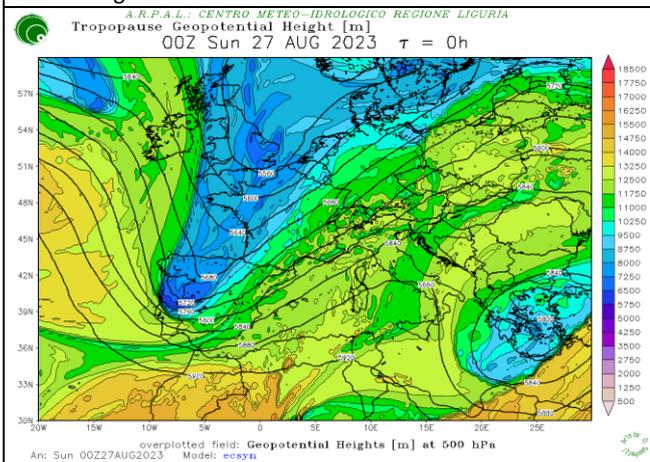


Figura 3 (a e b) Mappe dell'altezza della tropopausa dinamica del modello IFS riferite alle 00 UTC (02 locali) del 27/08/2023 (a) e alle 00 UTC (02 locali) del 28/08/2023 (b) (mappa di analisi delle corse iniziate alle 00 UTC, rispettivamente, del 27/08/2023 e del 28/08/2023). Si osserva l'estesa saccatura in discesa dall'Atlantico, che ha convogliato correnti meridionali con elevato carico di umidità sulla Liguria.

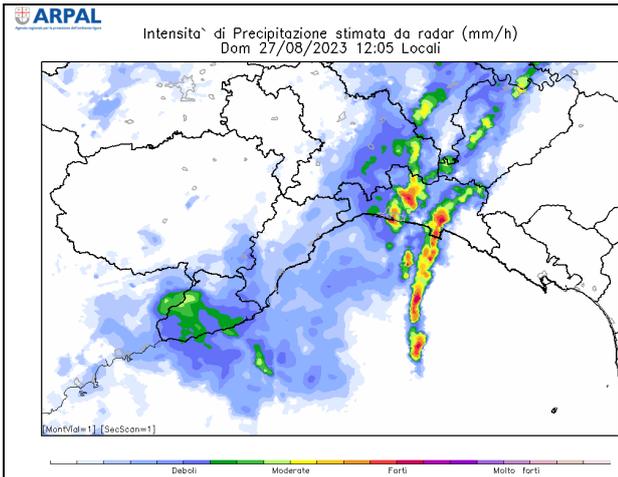


Figura 4 Intensità di precipitazione stimata da radar (mm/h) riferita alle 10.05 UTC (12.05 locali) del 27/08/2023. Si possono notare le due strutture precipitative più rilevanti, in particolare l'estesa linea temporalesca che ha interessato il promontorio di Portofino.

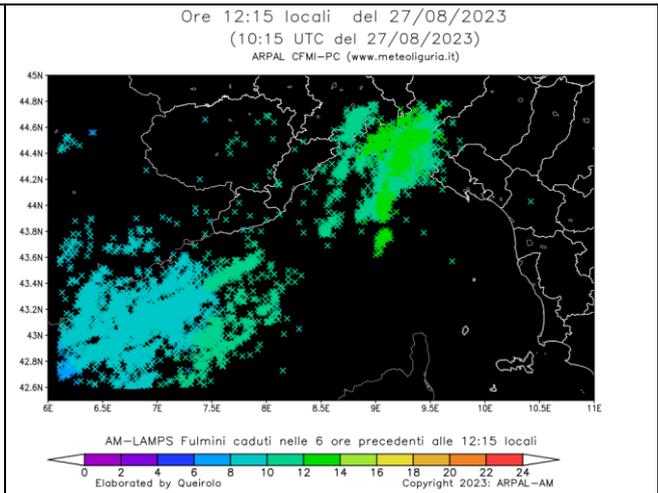


Figura 5 Fulmini rilevati tra le 04.15 e le 10.15 UTC (tra le 06.15 e le 12.15 locali) del 27/08/2023. Si evidenzia la concentrazione delle fulminazioni sul Centro-Levante.

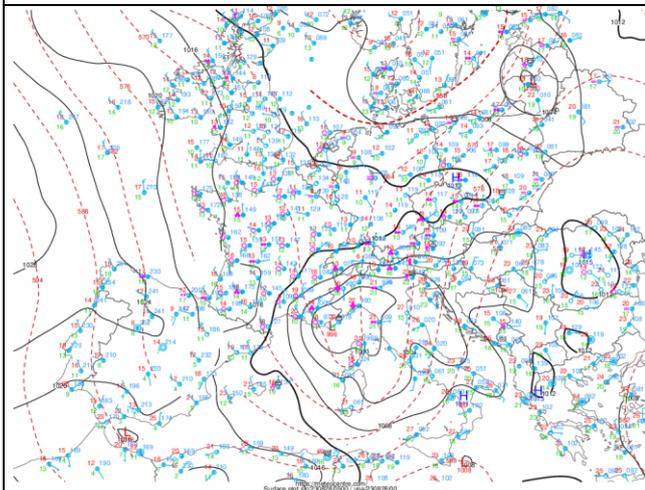


Figura 6 Mappa delle osservazioni e della pressione al suolo (linee nere) e del geopotenziale in quota (500 hPa, linee tratteggiate rosse) in area europea alle 05 UTC (07 locali) del 28/08/2023. In evidenza il minimo depressionario sul Mediterraneo nordoccidentale (996 hPa) centrato sulla nostra regione. Fonte: meteocentre.com

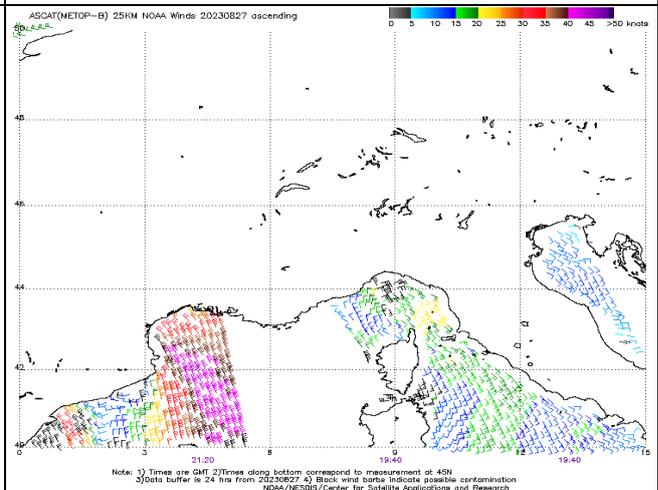
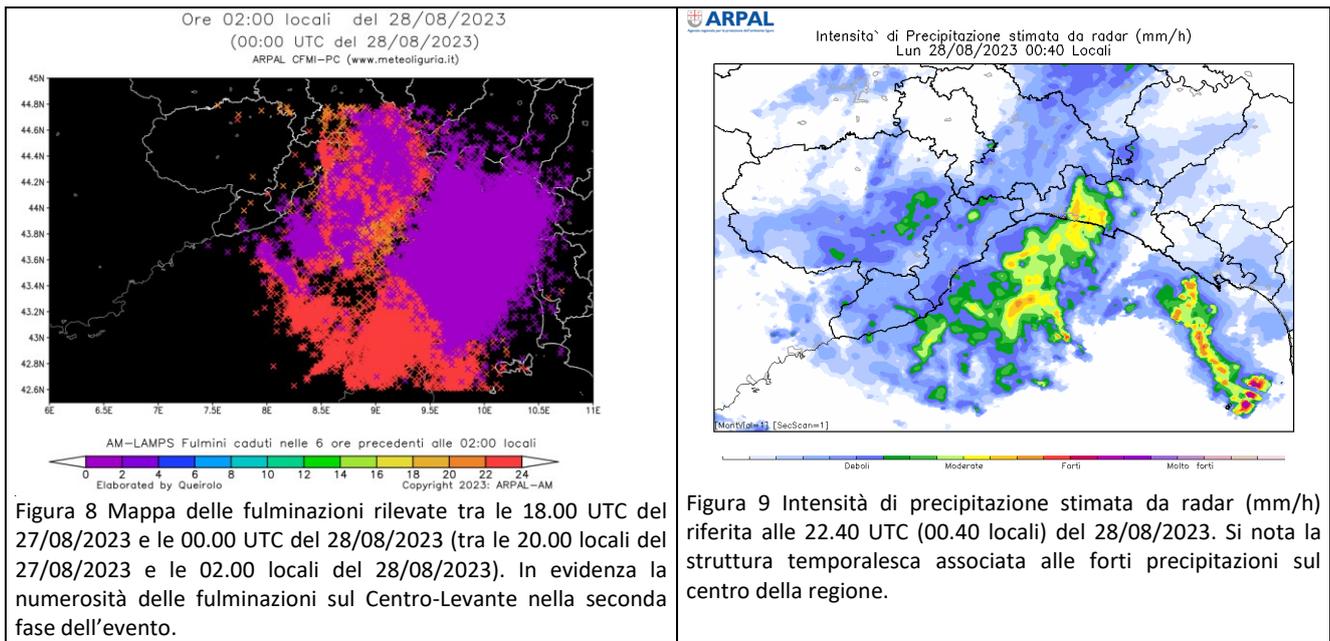


Figura 7 Mappa del campo di vento a 10 m in nodi riferito alle 19.40 UTC (21.40 locali) del 27/08/2023 (dati ASCAT - satellite EUMETSAT METOP B) a 25 km di risoluzione. Fonte: <https://manati.star.nesdis.noaa.gov/datasets/ASCATBData.php>



2 Dati Osservati

2.1 Analisi Pluviometrica

L'evento ha interessato la Liguria per una durata complessiva di circa 48 ore. È stato caratterizzato da una prima fase pre-frontale che può essere collocata nella finestra temporale dalle 00.00 UTC alle 18.00 UTC del 27/08 e da una seconda fase caratterizzata da piogge più intense, quella frontale, identificabile tra le 18.00 UTC del 27/08 e le 00.00 UTC del 29/08.

Tale schematizzazione dell'evento è ripresa anche nei successivi paragrafi di analisi delle piogge per distinguere chiaramente i massimi osservati nelle due distinte fasi del passaggio perturbato.

2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

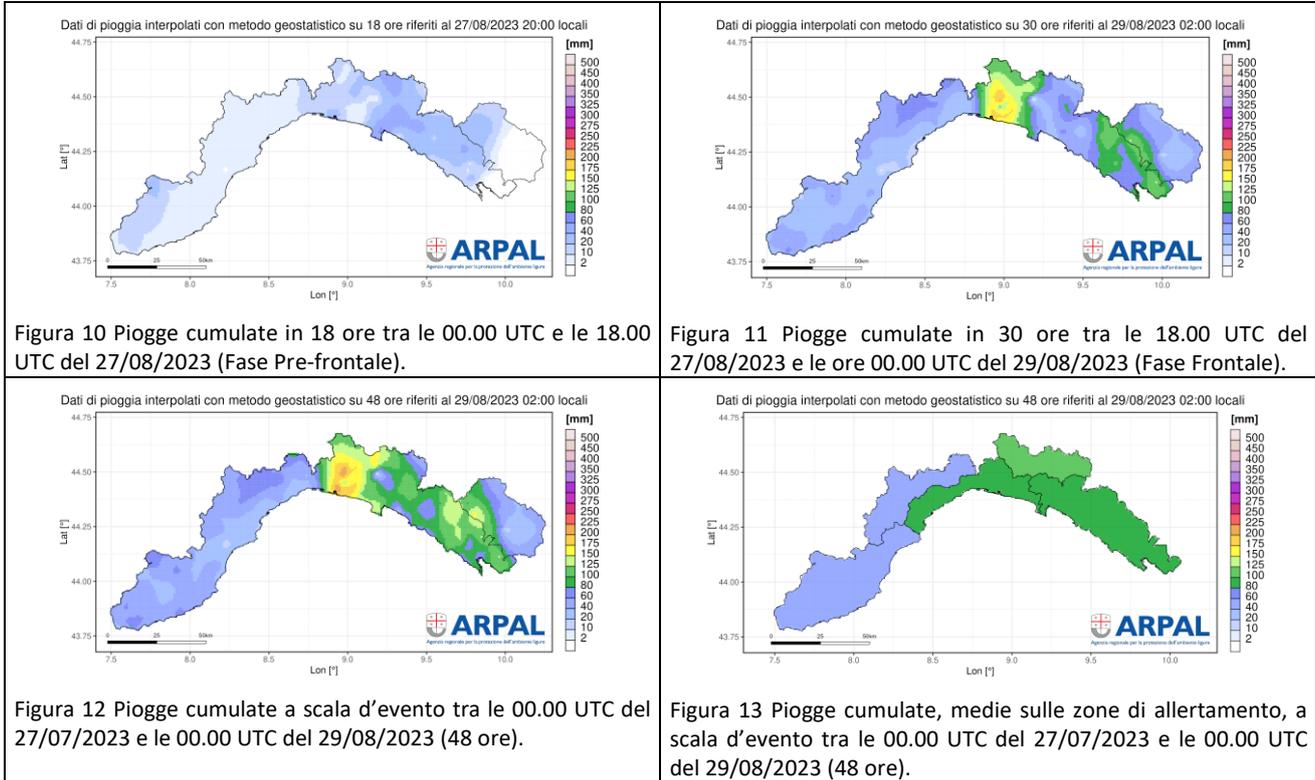
Le piogge hanno interessato l'intero territorio regionale ma i contributi più significativi a scala d'evento sono stati registrati sul Centro e sul Levante (zone B, C ed E) come si può evincere dai valori delle altezze medie areali cumulate su diverse finestre temporali sotto riportate.

Zone di allerta	mm/1h	mm/3h	mm/6h	mm/12h	mm/24h	mm/evento 48h
A	5 28/08/2023 01:50	13 28/08/2023 03:20	24 28/08/2023 03:50	33 28/08/2023 10:05	39 28/08/2023 09:05	45
B	22 28/08/2023 00:15	41 28/08/2023 00:25	63 28/08/2023 01:30	75 28/08/2023 05:05	90 28/08/2023 08:50	95
C	16 28/08/2023 09:00	34 28/08/2023 10:15	54 28/08/2023 12:00	63 28/08/2023 10:55	82 28/08/2023 10:45	101
D	8 27/08/2023 23:45	16 28/08/2023 00:45	25 28/08/2023 03:40	37 28/08/2023 09:20	49 28/08/2023 17:10	55
E	22 27/08/2023 23:45	44 28/08/2023 00:50	60 28/08/2023 01:45	75 28/08/2023 10:20	107 28/08/2023 09:50	125
M	11 28/08/2023 09:30	26 28/08/2023 09:50	47 28/08/2023 12:00	56 28/08/2023 11:15	70 28/08/2023 11:15	83

Tabella 1 Massime medie areali sulle zone di allertamento delle cumulate di pioggia registrate per diverse durate nel periodo compreso tra le 00.00 UTC del 27/08/2023 e le 00.00 UTC del 29/08/2023 (orari in tabella in UTC).

Di seguito si riportano le mappe di precipitazione cumulata areale relative alle due fasi dell'evento, ossia quella pre-frontale tra le 00.00 UTC e le 18.00 UTC del 27/08/2023 (Figura 10), e quella frontale, tra le 18.00 UTC del 27/08/2023 e le 00.00 UTC del 29/08/2023 (Figura 11), e all'evento nella sua durata complessiva (Figura 12, Figura 13).

Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali della rete di misura OMIRL, mediante algoritmo di interpolazione di tipo geostatistico (GRISO).



Come anticipato precedentemente ed osservabile nelle figure sopra riportate, le piogge si sono distribuite in maniera diffusa sul territorio regionale, sebbene con quantità fino a SIGNIFICATIVE sulle zone del Ponente ligure A e D, ELEVATE sulle zone B e C, MOLTO ELEVATE su E.

2.1.2 Analisi dei dati puntuali

Di seguito si riportano i dati puntuali relativi alle intensità sulle brevissime e brevi durate nonché le cumulate sulle durate canoniche per le fasi pre-frontale (Tabella 2 e Tabella 3) e frontale dell'evento (Tabella 4 e Tabella 5). Dalle tabelle relative alla fase pre-frontale è possibile osservare come la prima fase abbia interessato principalmente il promontorio di Portofino ed il Golfo del Tigullio, con intensità orarie fino a MOLTO FORTI e cumulate sulle 12h fino ad ELEVATE. La fase frontale ha invece interessato principalmente l'area del Genovesato e il relativo entroterra nella notte tra il 27/08/2023 ed il 28/08/2023, con intensità orarie fino a MOLTO FORTI (Genova Castellaccio 79.2 mm/1h) e quantità fino a MOLTO ELEVATE anche su durate relativamente brevi (Genova Castellaccio 183 mm/6h). Nel corso della giornata del 28/08/2023 le precipitazioni più intense hanno interessato anche il Levante ligure, raggiungendo anche in questo caso intensità fino a MOLTO FORTI sia a scala oraria che trioraria e cumulate ELEVATE.

La Tabella 2 e la Tabella 3 evidenziano i valori massimi puntuali di precipitazione registrati nel periodo tra le 00.00 e le 18.00 UTC del 27/08/2023 (fase pre-frontale), distinti per zone di allertamento e per diverse durate.

Area	mm/5min	mm/10min	mm/15min	mm/30min	mm/45min
A	2 Sella di Gouta (GOUTA) 27/08/2023 16:30	2.8 Sella di Gouta (GOUTA) 27/08/2023 17:50	3.2 Sella di Gouta (GOUTA) 27/08/2023 17:50	5 Poggio Fearza (PFEAR) 27/08/2023 09:00	6.8 Poggio Fearza (PFEAR) 27/08/2023 09:15
B	11 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:05	19.4 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:05	23.6 Camogli (CAMOG) 27/08/2023 10:05	34.8 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:15	43.6 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:15

C	13.8 Reppia (REMPI) 27/08/2023 11:00	25.6 Reppia (REMPI) 27/08/2023 11:00	32.6 Reppia (REMPI) 27/08/2023 11:05	45.8 Reppia (REMPI) 27/08/2023 11:15	55.2 Rapallo (RAPAL) 27/08/2023 10:25
D	0.8 Campo Ligure (CAMPL) 27/08/2023 08:55	1.4 Murialdo (MURIA) 27/08/2023 09:30	1.6 Campo Ligure (CAMPL) 27/08/2023 09:00	3 Osiglia (OSIGL) 27/08/2023 09:40	3.2 Campo Ligure (CAMPL) 27/08/2023 09:15
E	12.6 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 10:15	22 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 10:15	24.2 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 10:15	29.2 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 10:25	30.6 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 10:30
M	12.2 Sesta Godano (SEGOD) 27/08/2023 11:45	20.2 La Macchia (LAMAC) 27/08/2023 11:25	29 La Macchia (LAMAC) 27/08/2023 11:30	41.2 Sero' di Zignago (SZIGN) 27/08/2023 12:10	47 Sero' di Zignago (SZIGN) 27/08/2023 12:15

Tabella 2 Valori massimi puntuali di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 00.00 e le 18.00 UTC del 27/08/2023, distinti per zone di allertamento e per diverse durate suborarie – INTENSITÀ (orari in tabella in UTC).

Area	mm/1h	mm/3h	mm/6h	mm/12h	mm/18h
A	7.6 Poggio Fearza (PFEAR) 27/08/2023 09:30	16.4 Poggio Fearza (PFEAR) 27/08/2023 10:40	16.8 Poggio Fearza (PFEAR) 27/08/2023 11:10	19.2 Poggio Fearza (PFEAR) 27/08/2023 17:50	19.2 Poggio Fearza (PFEAR)
B	50 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:30	51.8 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:50	51.8 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:50	51.8 Monte Portofino (MTPOR) 27/08/2023 10:50	51.8 Monte Portofino (MTPOR)
C	62.2 Rapallo (RAPAL) 27/08/2023 10:30	64.4 Rapallo (RAPAL) 27/08/2023 10:45	64.4 Rapallo (RAPAL) 27/08/2023 10:45	64.4 Rapallo (RAPAL) 27/08/2023 10:45	64.4 Rapallo (RAPAL)
D	4.4 Calizzano (CALIZ) 27/08/2023 09:50	8.6 Calizzano (CALIZ) 27/08/2023 11:10	8.6 Calizzano (CALIZ) 27/08/2023 11:10	8.8 Calizzano (CALIZ) 27/08/2023 16:40	8.8 Calizzano (CALIZ)
E	37.8 Cabanne (CABAN) 27/08/2023 10:20	62.4 Cabanne (CABAN) 27/08/2023 11:20	63 Cabanne (CABAN) 27/08/2023 12:30	63 Cabanne (CABAN) 27/08/2023 12:30	63 Cabanne (CABAN)
M	49.2 Sero' di Zignago (SZIGN) 27/08/2023 12:30	50.2 Sero' di Zignago (SZIGN) 27/08/2023 12:35	50.2 Sero' di Zignago (SZIGN) 27/08/2023 12:35	50.2 Sero' di Zignago (SZIGN) 27/08/2023 12:35	50.2 Sero' di Zignago (SZIGN)

Tabella 3 Valori massimi puntuali di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 00.00 e le 18.00 UTC del 27/08/2023, distinti per zone di allertamento e per diverse durate superiori all'ora – QUANTITÀ (orari in tabella in UTC). Si segnala che è stata eliminata la colonna relativa alle 24 ore essendo la fase pre-frontale limitata alle 18 ore.

Per quanto riguarda la fase frontale dell'evento, la Tabella 4 e la Tabella 5 evidenziano i valori massimi puntuali di precipitazione registrati nel periodo tra le 18.00 UTC del 27/08/2023 e le 00.00 UTC del 29/08/2023, distinti per zone di allertamento e per diverse durate.

Area	mm/5min	mm/10min	mm/15min	mm/30min	mm/45min
A	7 Pieve di Tecò (PTECO) 28/08/2023 08:55	11 Pieve di Tecò (PTECO) 28/08/2023 08:55	16.8 Pieve di Tecò (PTECO) 28/08/2023 08:55	30.4 Pieve di Tecò (PTECO) 28/08/2023 09:00	35.6 Pieve di Tecò (PTECO) 28/08/2023 09:05
B	14.8 Premanico	24.8 Genova - Castellaccio	34.4 Genova - Castellaccio	57 Genova - Castellaccio	73.8 Genova - Castellaccio

	(PREMA) 28/08/2023 00:05	(RIGHI) 27/08/2023 20:05	(RIGHI) 27/08/2023 20:05	(RIGHI) 27/08/2023 20:15	(RIGHI) 27/08/2023 20:25
C	11.4 Portovenere - Comune (PVENE) 28/08/2023 08:10	18.6 Portovenere - Comune (PVENE) 28/08/2023 08:15	23.8 Portovenere - Comune (PVENE) 28/08/2023 08:20	43.6 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 09:10	62.2 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 09:20
D	5.4 Campo Ligure (CAMPL) 28/08/2023 03:15	10.2 Rossiglione (ROSSL) 27/08/2023 20:40	8.6 Campo Ligure (CAMPL) 28/08/2023 03:15	18.2 Rossiglione (ROSSL) 27/08/2023 20:50	18 Dego - Girini (DEGIR) 27/08/2023 23:35
E	11.6 Torrighia - Garaventa (TOGAR) 28/08/2023 09:15	19.4 Torrighia (TRRIG) 28/08/2023 09:20	27.6 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 20:45	39.8 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 20:50	41.4 Montoggio (MONTG) 27/08/2023 21:00
M	9.4 Marinella di Sarzana (MARIN) 28/08/2023 09:00	16.8 Castelnuovo Magra (CSMAG) 28/08/2023 08:55	23.6 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 08:55	43.6 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 09:10	62.2 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 09:20

Tabella 4 Valori massimi puntuali di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 18.00 UTC del 27/08/2023 e le 00.00 del 29/08/2023, distinti per zone di allertamento e per diverse durate suborarie – INTENSITÀ (orari in tabella in UTC).

Area	mm/1h	mm/3h	mm/6h	mm/12h	mm/24h	mm/30h
A	37.2 Pieve di Teco (PTECO) 28/08/2023 09:05	45.6 Monte Maure (MMAUR) 28/08/2023 01:50	49.8 Monte Maure (MMAUR) 28/08/2023 01:50	61.8 Pieve di Teco (PTECO) 28/08/2023 09:30	62 Pieve di Teco (PTECO) 28/08/2023 09:30	62 Pieve di Teco (PTECO)
B	79.2 Genova - Castellaccio (RIGHI) 27/08/2023 20:25	112.4 Genova - Quezzi (GEQUE) 28/08/2023 00:10	183 Genova - Castellaccio (RIGHI) 28/08/2023 00:05	193 Genova - Castellaccio (RIGHI) 28/08/2023 01:50	202 Genova - Castellaccio (RIGHI) 28/08/2023 12:00	202 Genova - Castellaccio (RIGHI)
C	64.8 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 09:25	96 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 11:10	119 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 11:50	127.6 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 11:15	133 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 22:20	133 Sarzana (SRZAN)
D	23.6 Sassello (SASSL) 27/08/2023 20:50	33.6 Sassello (SASSL) 27/08/2023 21:30	46.6 Rossiglione (ROSSL) 28/08/2023 00:20	64.4 Sassello (SASSL) 28/08/2023 06:20	80.6 Rossiglione (ROSSL) 28/08/2023 17:30	82 Rossiglione (ROSSL)
E	50.6 Busalla (BUSAL) 28/08/2023 00:20	82.5 Busalla (BUSAL) 28/08/2023 01:40	125.6 Montoggio (MONTG) 28/08/2023 01:30	162.8 Torrighia (TRRIG) 28/08/2023 10:00	180.2 Torrighia (TRRIG) 28/08/2023 11:50	180.2 Torrighia (TRRIG)
M	64.8 Luni - Provasco (LUNIS) 28/08/2023 09:25	96 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 11:10	119 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 11:50	127.6 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 11:15	133 Sarzana (SRZAN) 28/08/2023 22:20	133 Sarzana (SRZAN)

Tabella 5 Valori massimi puntuali di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 18.00 UTC del 27/08/2023 e le 00.00 del 29/08/2023, distinti per zone di allertamento e per diverse durate superiori all'ora – QUANTITÀ (orari in tabella in UTC).

Si riportano di seguito gli ietogrammi più significativi dell'evento, 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 CFMI-PC.

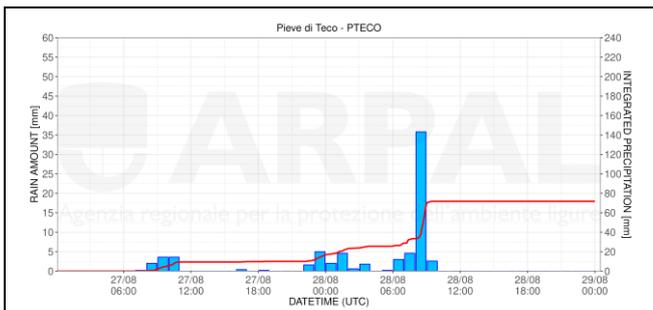


Figura 14 Ietogramma e cumulata di Pieve di Teco (PTECO)
 INTENSITA': FORTI(mm/1h), MODERATE (mm/3h)
 QUANTITA': ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

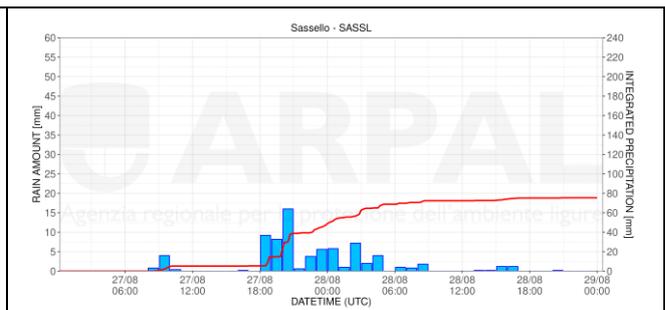


Figura 15 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Sassello (SASSL)
 INTENSITA': MODERATE (mm/1h, mm/3h)
 QUANTITA': ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

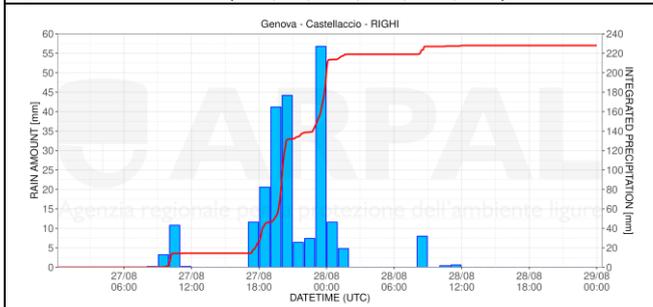


Figura 16 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Genova-Castellaccio (RIGHI)
 INTENSITA': MOLTO FORTI (mm/1h, mm/3h)
 QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

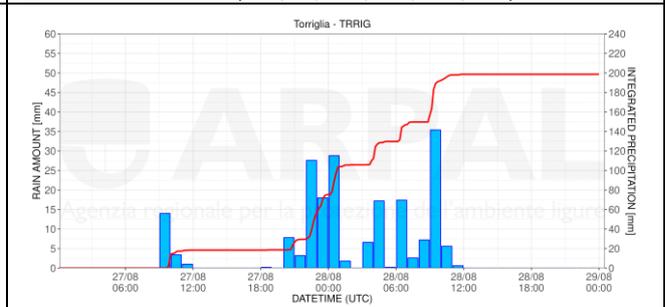


Figura 17 Ietogramma e cumulata relativi alla stazione di Torriglia (TRRIG)
 INTENSITA': FORTI (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
 QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h, mm/24h)

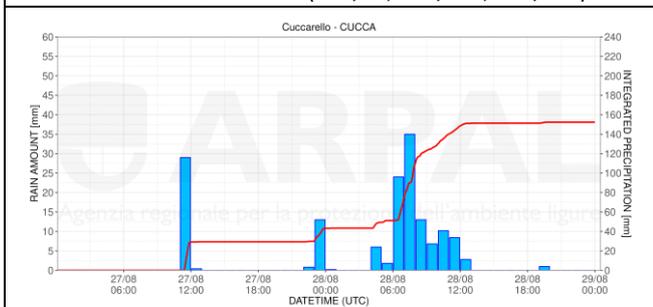


Figura 18 Ietogramma e cumulata di Cuccarello (CUCCA)
 INTENSITA': FORTI (mm/1h, mm/3h)
 QUANTITA': MOLTO ELEVATE(mm/6h), ELEVATE (mm/12h, mm/24h)

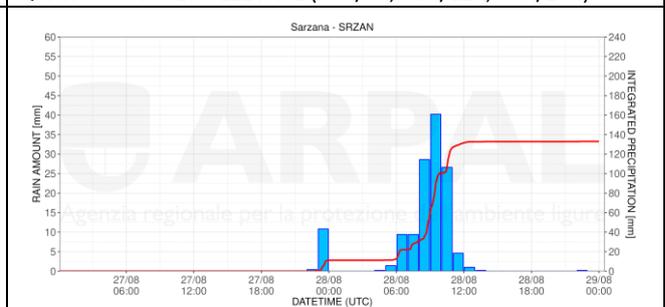


Figura 19 Ietogramma e cumulata di Sarzana (SRZAN)
 INTENSITA': FORTI (mm/1h), MOLTO FORTI (mm/3h)
 QUANTITA': MOLTO ELEVATE (mm/6h, mm/12h), ELEVATE (mm/24h)

Sulla zona di allertamento A sono state raggiunte intensità di pioggia puntuali fino a FORTI, concentrate nella prima mattinata del 28/08/2023 (Pieve di Teco 37.2 mm/h), mentre le cumulate puntuali hanno raggiunto valori fino ad ELEVATI (Pieve di Teco 68 mm/24h e 71.8 mm/48h). Valori analoghi di intensità e quantità di precipitazione hanno interessato la zona D, con intensità puntuali fino a MODERATE e con quantità ELEVATE; l'intensità massima è stata raggiunta a Sassello (23.6 mm/1h) mentre la massima cumulata giornaliera di 81 mm/24h è stata raggiunta a Rossiglione.

Come già anticipato, la zona B è stata la maggiormente interessata dall'evento, in particolare durante la sua fase frontale (notte tra il 27/08/2023 ed il 28/08/2023) che è stata caratterizzata da intensità di pioggia puntuali MOLTO FORTI (79.2 mm/1h) e quantità MOLTO ELEVATE (202 mm/24h), registrati a Genova-Castellaccio.

Le zone del Levante ligure (C ed E) sono state infine caratterizzate, nella fase frontale dell'evento, da intensità puntuali di pioggia orarie e triorarie fino a MOLTO FORTI, con il massimo registrato a Busalla (50.6 mm/h, 82.5 mm/3h). Anche le quantità di pioggia sono risultate decisamente rilevanti, con cumulate puntuali fino a MOLTO ELEVATE sulla zona di allertamento E ed ELEVATE in zona C, con rispettivamente 180.2 mm/24h a Torriglia e 133 mm/24h a Sarzana.

Dalla forma degli ietogrammi sopra riportati emerge la natura estremamente temporalesca ma di scarsa persistenza della fase pre-frontale, con intensità di pioggia FORTI e MOLTO FORTI; per contro, risulta evidente la maggiore persistenza della fase temporalesca frontale che ha portato a rilevanti cumulate di pioggia.

A conferma del forte carattere temporalesco delle precipitazioni, si notino come le intensità di pioggia sia nella fase pre-frontale sia nella fase frontale siano fortemente sbilanciate sulle brevissime durate di 5, 10 e 15 minuti rispetto alle durate orarie o triorarie. Diverse sono infatti le stazioni che hanno fatto registrare intensità di pioggia superiore ai 10 mm/5min e 20 mm/10min, raggiungendo in più siti valori di 14-15mm/5min e 20-25mm/10min. Tali intensità si riscontrano localmente sia sul Centro sia sul Levante della regione, a dimostrazione di come il passaggio perturbato abbia mantenuto per tutta la sua permanenza in Liguria un certo contenuto energetico associato ad una dinamicità tale da scaricare localmente, in pochissimo tempo, importanti quantità d'acqua causa di diffuse criticità (allagamenti, rigurgito reti di drenaggio urbano delle acque bianche), come meglio descritto nel successivo paragrafo 0.

2.2 Analisi idrometrica

A seguito di precipitazioni di intensità fino a MOLTO FORTI e quantitativi MOLTO ELEVATI come sopra descritti, si sono registrati innalzamenti apprezzabili dei livelli idrometrici sull'intero territorio regionale, in particolar modo nei corsi d'acqua drenanti bacini piccoli e medi, tratto caratteristico di un evento a carattere temporalesco. Il massimo incremento, pari a +2.53 m rispetto al livello di magra, si è registrato sull'asta principale del torrente Bisagno (zona B) che ha raggiunto la soglia di guardia ma il cui deflusso è rimasto ampiamente contenuto in alveo.

CODICE	STAZIONE	ZONA ALLERTA	CORSO D'ACQUA	VALORE MASSIMO [m]	ORARIO DEL MASSIMO (Ora UTC)	INCREMENTO [m]
GERIV	Genova - Rivarolo	B	Polcevera	1.88	28/08/2023 01:00	1.77
GEPTX	Genova - Pontedecimo	B	Polcevera	1.26	28/08/2023 01:00	1.08
FIRPO	Genova - Firpo	B	Bisagno	2.62	28/08/2023 00:30	2.53
GEMOL	Genova - Molassana	B	Bisagno	1.36	28/08/2023 01:15	1.44
LAPRS	La Presa	B	Bisagno	1.64	28/08/2023 00:45	0.93
MONTG	Montoggio	E	Scivia	1.75	28/08/2023 01:15	0.93
ROVPT	Rovegno - Ponte	E	Trebbia	0.98	28/08/2023 12:00	1.03
SMART	S. Martino	C	Lavagna	-0.98	28/08/2023 14:15	1.06
CARAS	Carasco	C	Lavagna	1.52	28/08/2023 14:45	0.9
PANES	Panesi	C	Entella	-0.75	28/08/2023 15:45	1.02
NASCE	Nasceto	C	Vara	1.97	28/08/2023 12:00	1.42
BVARA	Brugnato	C	Vara	0.47	28/08/2023 14:15	1.82
PBATT	Piana Battolla - Ponte	C	Vara	1.96	28/08/2023 16:15	1.13

Tabella 6 Livelli idrometrici registrati agli idrometri dei più importanti corsi d'acqua monitorati.

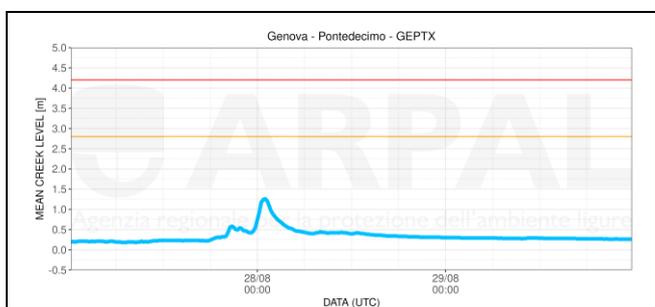


Figura 20 Livello idrometrico (T. Polcevera a Pontedecimo)

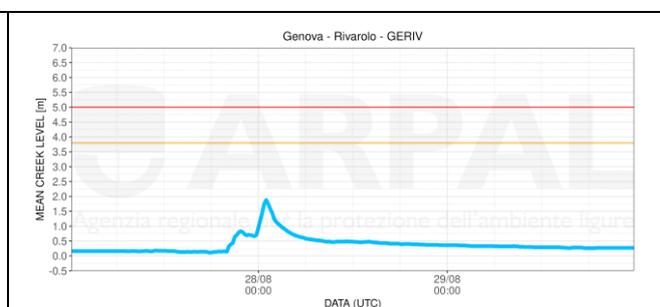


Figura 21 Livello idrometrico (T. Polcevera a Rivarolo)

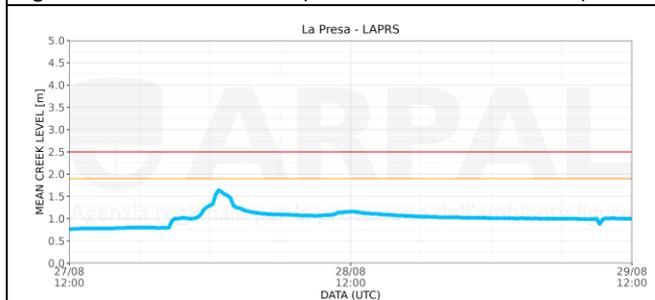


Figura 22 Livello idrometrico (T. Bisagno a La Presa)

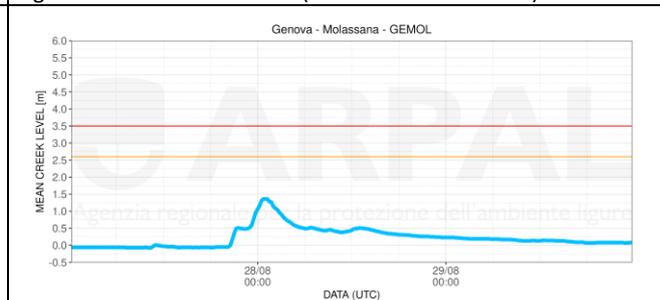


Figura 23 Livello idrometrico (T. Bisagno a Molassana)

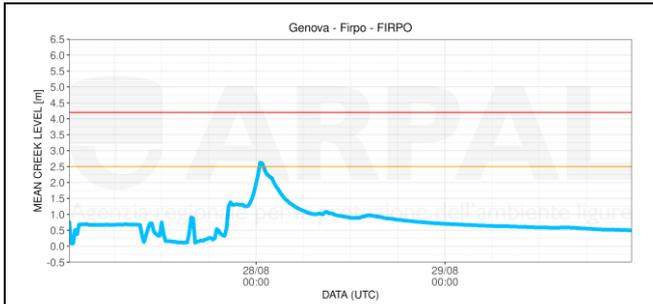


Figura 24 Livello idrometrico (T. Bisagno a Genova-Firpo)

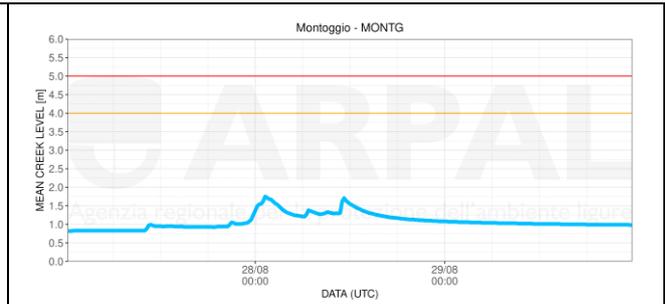


Figura 25 Livello idrometrico (T. Scrivia a Montoggio)

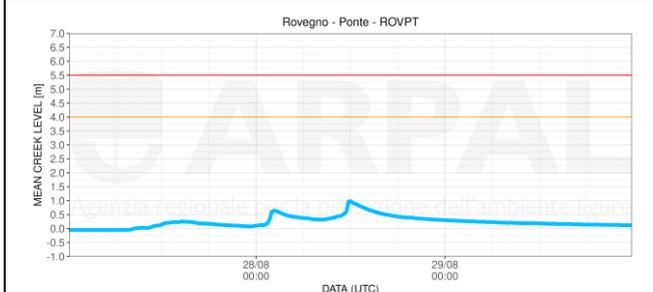


Figura 26 Livello idrometrico (F. Trebbia a Rovigno)

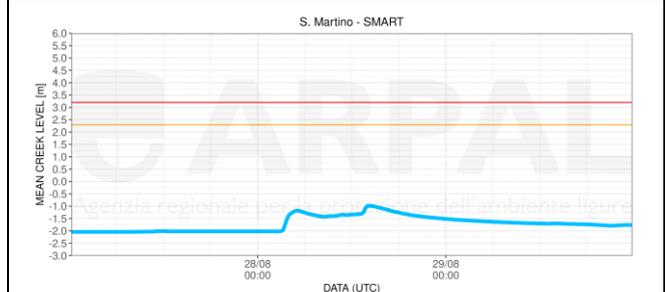


Figura 27 Livello idrometrico (T. Lavagna a San Martino)

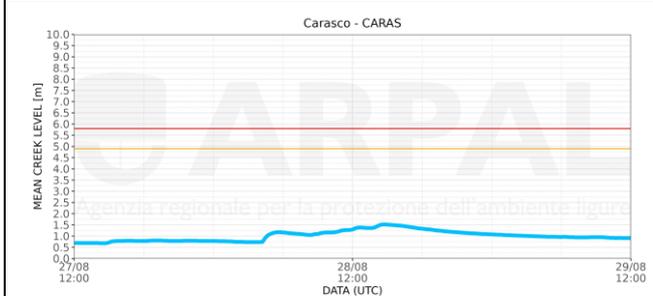


Figura 28 Livello idrometrico (T. Lavagna a Carasco)

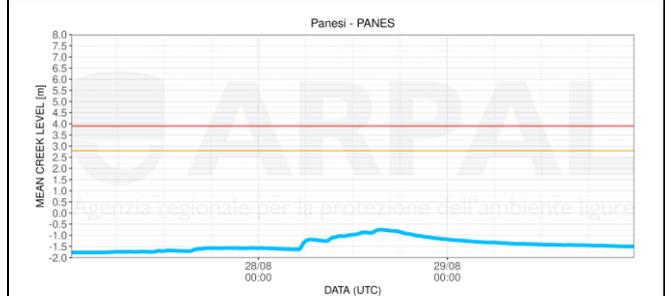


Figura 29 Livello idrometrico (F. Entella a Panesi)

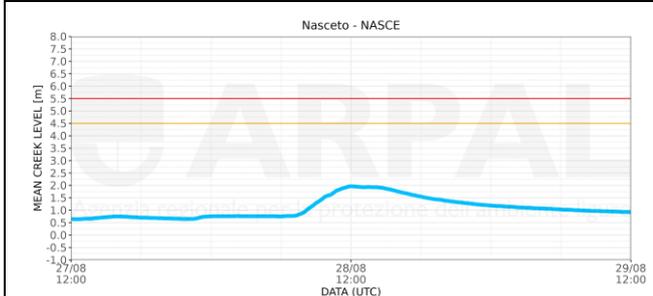


Figura 30 Livello idrometrico (F. Vara a Nasceto)

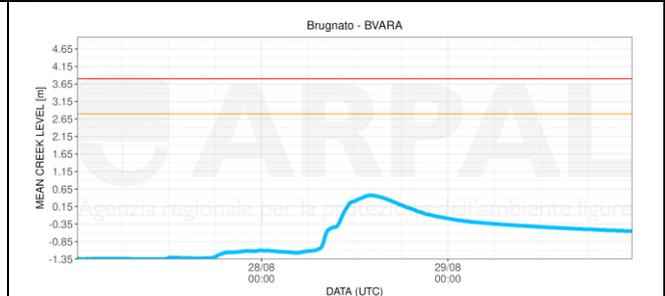


Figura 31 Livello idrometrico (F. Vara a Brugnato)

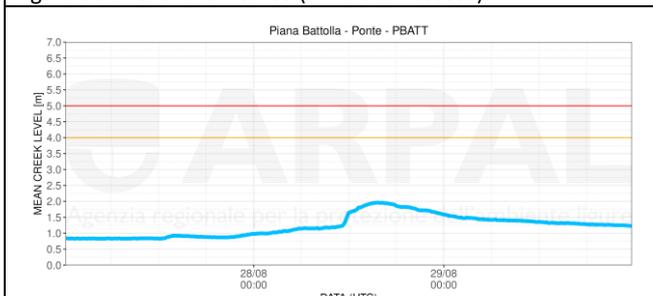


Figura 32 Livello idrometrico (F. Vara a Piana Battolla)

2.3 Analisi anemometrica

A seguito della formazione e dell'approfondimento fino a 996 hPa del minimo depressionario centrato sul Mar Ligure (Figura 6), si è assistito a un deciso rinforzo dei venti settentrionali sul Ponente e dei venti da Sud-Est sul Levante a partire dalla serata del 27/08/2023 e per l'intera giornata del 28/08/2023.

In particolare sul Levante la ventilazione da Est, Sud-Est ha avuto carattere diffuso e sono stati registrati venti di intensità di burrasca FORTE con raffiche ben superiori ai 100 km/h non solo nelle zone interne ma anche sulle zone costiere: il record dell'evento è stato registrato a Fontana Fresca, sulle alture del comune di Sori (791 m s.l.m.), con 179 km/h di raffica e 73 km/h di vento medio; tuttavia anche le stazioni di Framura e Portovenere – Comune hanno raggiunto intensità notevoli.

I venti settentrionali hanno complessivamente raggiunto valori di intensità media tra MODERATA e FORTE, solo localmente di burrasca, con raffiche di burrasca o burrasca FORTE.

In Tabella 7 si riportano i valori più significativi:

stazione [zona di allertamento]	Vento medio massimo (km/h)	Data e Ora (UTC)	Direzione prevalente del vento medio massimo	Raffica massima (km/h)
Poggio Fearza [A]	43	11:00 del 27/08	SE	90
Fontana Fresca [B]	73	00:00 del 28/08	SSW	179
Monte Portofino [B]	48	00:10 del 28/08	ESE	107
Arenzano – Porto [B]	67	22:10 del 28/08	SSW	105
Monte Pennello [B]	66	19:50 del 28/08	NNW	89
Genova – Porto Antico [B]	48	21:10 del 28/08	NE	86
Genova – Castellaccio [B]	45	21:10 del 28/08	NE	80
Giacopiane Lago [C]	69	22:50 del 27/08	E	140
Framura [C]	71	23:00 del 27/07	SE	129
Portovenere – Comune [C]	44	08:10 del 28/08	ESE	112
Casoni di Suvero [C]	71	00:50 del 28/08	SE	97
Corniolo [C]	59	23:30 del 27/08	SE	90
Tanadorso [E]	71	07:10 del 28/08	SSE	102
Monte di Mezzo [E]	44	01:10 del 28/08	S	90

Tabella 7 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative

2.4 Mare

Nel corso dell'evento il deciso rinforzo dei venti meridionali ha visto un aumento del moto ondoso anche sotto costa dalla serata del 27/08/2023, con mare in prevalenza molto mosso e locali mareggiate per onda in allungamento nella giornata del 28/08/2023.

Come si può osservare dai grafici riportati in Figura 33 e in Figura 34 relativi ai dati registrati dalle boe disponibili sul Mar Ligure, il Levante è stato interessato da uno stato di mare tra MOLTO MOSSO e AGITATO con altezza d'onda significativa massima intorno ai 2.4-2.5 m (Boa di La Spezia), mentre a Ponente (Boa di Capo Mele, rete OMIRL) l'altezza d'onda significativa ha raggiunto 1.7-1.8 m.



Figura 33 Altezza onda significativa (linea azzurra) registrata dalla boa di La Spezia (Rete Ondametrica Nazionale) e relativo periodo di picco (linea fucsia)



Figura 34 Grafici con altezza onda significativa, altezza massima e periodi di picco registrati dalla boa di Capo Mele

2.5 Effetti al suolo e danni rilevanti

L'evento del 27-28/08/2023 è stato caratterizzato da criticità ed effetti al suolo dannosi riconducibili per lo più alle fasi precipitative più intense e persistenti.

Durante la fase pre-frontale dell'evento, si sono registrati allagamenti nei territori dei Comuni insistenti sul Promontorio di Portofino per lo più concentrati nelle ore centrali della giornata del 27/08/2023, al verificarsi degli scrosci più intensi e durante i quali si sono anche registrate alcune cadute alberi. Ulteriori allagamenti sono stati anche segnalati lungo il vicino tracciato autostradale della A12.

La fase frontale, tra la serata del 27/08/2023 e la mattinata del 28/08/2023, quella più intensa, ha portato con sé le maggiori criticità al suolo che si sono registrate in particolare sul Centro della regione. Importanti e diffusi allagamenti hanno interessato numerosi quartieri cittadini della città di Genova compresi tra la Valpolcevera/Cornigliano e Nervi passando per il centro cittadino, la Medio/Bassa Val Bisagno e i quartieri costieri del Medio Levante cittadino. Segnalati allagamenti di numerosi sottopassi cittadini così come l'allagamento della stazione FFSS di Genova Piazza Principe. Alcuni piccoli rii cittadini (Rio Lagaccio, Rio Priaruggia) hanno raggiunto livelli critici con il superamento o quasi della soglia di esondazione. In queste stesse aree della città di Genova e di alcuni Comuni limitrofi (Serra Riccò, Sant'Olcese, Savignone, Casella), si sono registrati sui versanti importanti scorrimenti superficiali delle acque smaltite con difficoltà dalla rete di raccolta delle acque bianche per via delle intensità di pioggia tra FORTI e MOLTO FORTI osservate sulle brevissime e brevi durate. Segnalati anche alcuni smottamenti.

Per via dell'intensa fulminazione e del carattere temporalesco dei fenomeni, si sono registrate numerose cadute alberi con temporanee interruzioni dell'alimentazione elettrica in numerosi quartieri cittadini e dei Comuni limitrofi.

Temporaneamente interrotta anche la viabilità ferroviaria sulla linea Milano – Genova.

Il passaggio del fronte nelle ore centrali del 28/08/2023 sul Levante, è risultato ancora piuttosto attivo con piogge di intensità tale da causare anche a La Spezia, nella Medio/Bassa Val di Vara e nella piana del fiume Magra, numerosi e diffusi allagamenti che hanno anche interessato la tratta locale dell'autostrada A12. In queste stesse aree segnalati numerosi smottamenti. L'intensa

fulminazione ha danneggiato gli apparati elettrici di alcune infrastrutture tra Riccò del Golfo (acquedotto) e La Spezia (rigassificatore).

Per via dei venti di burrasca o burrasca FORTE registrati in particolare sul Centro e sul Levante della regione, nel corso dell'evento si sono resi necessari numerosi interventi dei Vigili del Fuoco per la caduta di alberi in numerosi Comuni liguri con conseguenti interruzioni temporanee della viabilità.

Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione nelle giornate del 27 e 28/08/2023 è riconducibile al transito di un sistema frontale esteso dall'Europa nordoccidentale alla penisola iberica e alla profonda saccatura ad esso associata che ha convogliato flussi umidi sulla Liguria in un contesto di spiccata instabilità.

Sul territorio ligure sono state registrate precipitazioni di intensità fino a FORTE sul Levante nella fase pre-frontale dell'evento e fino a MOLTO FORTI e persistenti nella seconda fase in particolare sul Centro-Levante con cumulate puntuali MOLTO ELEVATE e areali ELEVATE. Nel corso dell'evento le precipitazioni più copiose si sono avute sulla zona dell'area metropolitana di Genova, associate a massimi puntuali di intensità MOLTO FORTI e quantitativi MOLTO ELEVATI.

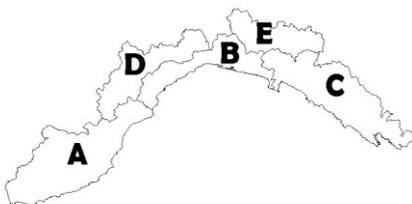
Tali precipitazioni hanno portato ad un conseguente innalzamento dei livelli idrometrici dei principali corsi d'acqua del Centro e del Levante, con l'innalzamento maggiore registrato sul T. Bisagno nella sua asta terminale, dove è stata raggiunta la soglia di guardia. Numerose e localmente critiche anche alcune risposte di piccoli rii, in particolare nel Genovesato. Segnalate diffuse criticità riconducibili ad allagamenti nonché al rigurgito delle reti di drenaggio urbano delle acque bianche.

Il transito della perturbazione ha portato un deciso rinforzo della ventilazione al suolo, in particolare dai quadranti meridionali sul Centro-Levante, con raffiche ben superiori ai 100 km/h sia nelle zone interne sia in quelle costiere. Si segnala la stazione di Fontana Fresca che ha registrato circa 180 km/h di raffica e le stazioni di Monte Portofino, Arenzano-Porto, Framura e Portovenere che hanno registrato raffiche fra 105 e i 130 km/h.

Anche il moto ondoso ha visto un aumento con un'altezza d'onda significativa che ha toccato i 2.5 metri circa registrati dalla Boa di La Spezia nella giornata del 28/08/2023.

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
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
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 (LIVELLO DI GUARDIA): 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 (LIVELLO DI ESONDAZIONE): la portata non può transitare contenuta nell'alveo determinando fenomeni di inondazione.