

RAPPORTO DI EVENTO METEOIDROLOGICO DEL 27-29/02/2016

(redatto da T. Del Giudice, F. Gardella, F. Giannoni, B. Turato)

| | |
|--|----|
| Abstract..... | 1 |
| 1 Analisi meteorologica..... | 1 |
| 2 Dati Osservati..... | 7 |
| 2.1 Analisi Pluviometrica..... | 7 |
| 2.1.1 Analisi dei dati a scala areale..... | 7 |
| 2.1.2 Analisi dei dati puntuali..... | 12 |
| 2.2 Analisi idrometrica e delle portate..... | 19 |
| 2.3 Analisi anemometrica..... | 25 |
| 2.4 Analisi nivologica..... | 27 |
| 2.5 Mare..... | 29 |
| 2.6 Effetti al suolo e danni rilevanti..... | 30 |
| 3 Conclusioni..... | 30 |

Abstract

L'evento meteorologico che ha interessato la regione tra il 27 e il 29 febbraio 2016 è stato caratterizzato dalla presenza di una vasta area depressionaria sull'Europa Occidentale che ha portato l'ingresso di correnti nord-atlantiche fino alla parte settentrionale del continente africano. La struttura, spinta dalla rimonta dell'anticiclone atlantico sull'Europa Nord-Occidentale, ha visto la formazione di un minimo sulla Spagna che, nel successivo procedere verso la nostra penisola, ha pilotato masse d'aria calda e umida nei bassi strati mentre ai livelli superiori continuava l'avvezione di aria fredda di origine polare. Tale configurazione ha prodotto sulla nostra penisola tempo perturbato, a partire dalle regioni nord-occidentali, con precipitazioni anche a carattere nevoso sui rilievi e quota neve sui 300 - 400 m.

Nel corso dell'evento, che ha interessato il territorio ligure in due fasi, si sono registrate piogge dai quantitativi massimi puntuali tra elevati e molto elevati sul Centro - Levante tra il 27 e il 28 febbraio e sul Centro - Ponente tra il 28 e il 29. Le massime intensità registrate sono state ovunque al più moderate. I temporali più forti, con scrosci stimati da radar dell'ordine dei 70-80 mm/ora sono rimasti confinati sul mare essendo stati i venti di tramontana sulla terraferma prevalenti su quelli meridionali; per tale ragione le conseguenze sul territorio sono risultate limitate malgrado gli elevati livelli di saturazione raggiunti con il passare delle ore per effetto della persistenza e diffusione delle precipitazioni.

Tra il 27 e il 28 febbraio, le valli dell'entroterra ligure sono state interessate da precipitazioni nevose che, specialmente nell'interno del Ponente (area D), sono risultate diffuse e abbondanti.

Alle precipitazioni diffuse, persistenti ma mai particolarmente intense (<30mm/ora e <60mm/3ore) di entrambe le fasi dell'evento, ha reagito la gran parte dei corsi d'acqua liguri. Gli innalzamenti più significativi di livello idrometrico si sono registrati nei bacini di maggiore superficie: Vara e Magra, Lavagna ed Entella a Levante, Argentina e Centa a Ponente, Bormida di Spigno nell'interno ponentino. Ovunque i massimi livelli raggiunti dalle piene sono rimasti sempre al di sotto dei livelli di guardia, con le portate al picco che sono transitate senza causare criticità e danni.

1 Analisi meteorologica

La marcata oscillazione della corrente a getto dell'ultima decade di febbraio ha determinato la formazione di una vasta area depressionaria, associata ad un vortice di aria fredda in quota, che dall'Islanda si è portata tra il 26 e

il 27 febbraio verso latitudini più meridionali, andando a lambire l'Africa settentrionale. Il conseguente imponente afflusso di aria fredda dal nord-atlantico alla Penisola Iberica, lungo il ramo discendente dell'anticiclone atlantico in rinforzo verso latitudini più settentrionali, ha alimentato la formazione di una struttura ciclonica sul Mediterraneo Occidentale, già visibile nelle prime ore del 27 febbraio. Mentre il minimo al suolo si è mantenuto quasi stazionario sulle Baleari, l'area depressionaria ad esso associata si è progressivamente ampliata andando ad interessare l'intera porzione occidentale del nostro bacino (Figura 1) favorendo così la risalita di aria calda e umida nei bassi strati lungo tutto il Tirreno fino alle regioni nord-occidentali.

Nel corso della giornata del 27 la saccatura in quota si è spinta ulteriormente verso sud raggiungendo latitudini subtropicali e determinando la formazione di un secondo minimo di origine orografica sottovento alla catena dell'Atlante. Tale minimo, dopo essere transitato sulla Tunisia e sul Canale di Sicilia, nella giornata del 28 febbraio è risalito lungo il Tirreno (Figura 2) approfondendosi ulteriormente fino a raggiungere il valore minimo al suolo di 988 hPa sulla Corsica nella serata del 28; la sua progressiva intensificazione è andata di pari passo con il decadimento del minimo sulle Baleari che è andato rapidamente colmandosi, come appare ben evidenziato dal confronto tra Figura 3 e Figura 4 (nelle stesse figure è evidenziata anche l'intensa avvezione da Sud-Est lungo il Tirreno e la marcata attività temporalesca ad essa associata lungo le regioni tirreniche).

Nel corso della giornata del 29 febbraio il minimo, a causa dell'azione di blocco di un robusto campo anticiclonico sull'Europa orientale, ha continuato a stazionare sulla Corsica isolando un cut-off in quota (Figura 6). Grazie alla presenza di un vigoroso jet alla tropopausa situato in posizione favorevole (left exit) il sistema è riuscito a mantenersi piuttosto attivo e profondo e solo in serata ha iniziato a mostrare segni di colmamento, portandosi dapprima sul Tirreno meridionale e successivamente sul basso Adriatico.

Gli ultimi giorni del mese di febbraio sono stati quindi segnati da condizioni di marcata instabilità sulla penisola italiana: il profilo atmosferico venutosi a instaurare, caratterizzato dalla presenza di aria molto calda e umida di origine subtropicale dei bassi livelli e aria fredda e secca di origine marittima polare in quota (Figura 5), ha favorito diffusi temporali lungo le coste tirreniche e precipitazioni anche carattere nevoso sui rilievi, con quota neve intorno a 300-400 metri, a partire dalle regioni nord-occidentali.

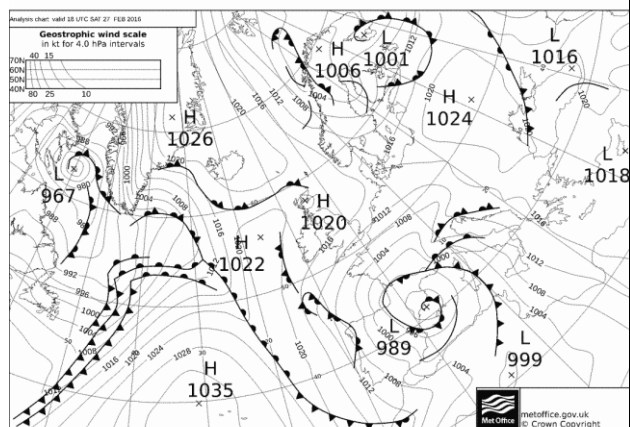


Figura 1 Mappa dei fronti di Bracknell riferita alle 18 UTC del 27 febbraio (elaborazione metoffice.gov.uk)

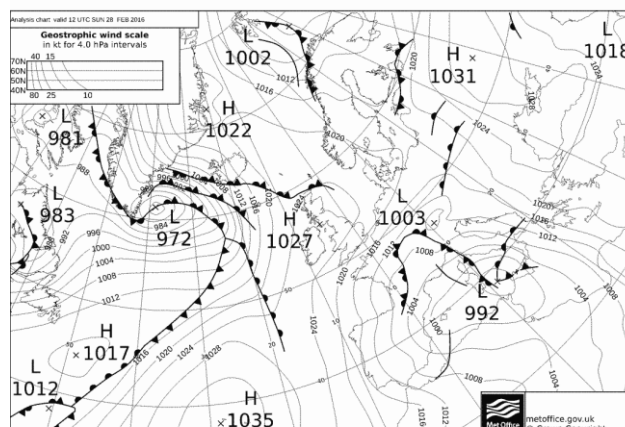


Figura 2 Mappa dei fronti di Bracknell riferita alle 12 UTC del 28 febbraio (elaborazione metoffice.gov.uk)

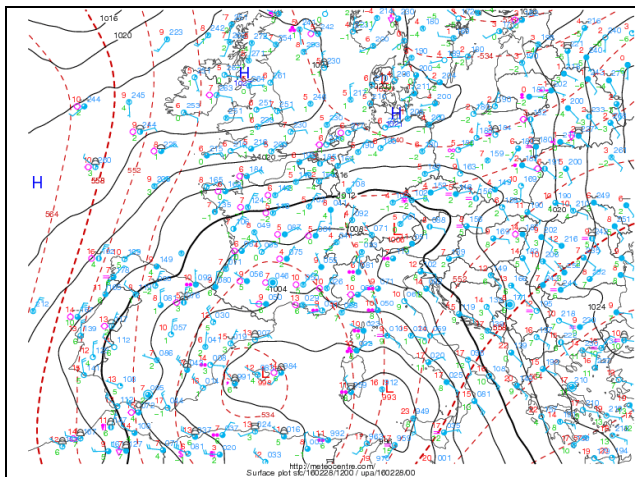


Figura 3 Mappa di osservazioni al suolo, interpolazione della pressione media a livello del mare (contour nero) e geopotenziale a 500 hPa (contour tratteggiato rosso) riferiti alle 12 UTC del 28 febbraio 2016: si evidenzia il minimo, ormai in fase di colmamento, sulle Baleari, ed il secondo originatosi sottovento all'Atlante il moto verso il Tirreno (elaborazione meteocentre.com)

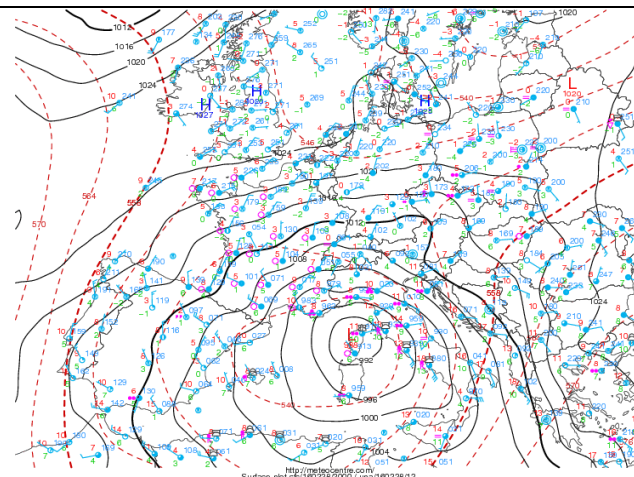


Figura 4 Mappa di osservazioni al suolo, interpolazione della pressione media a livello del mare (contour nero) e geopotenziale a 500 hPa (contour tratteggiato rosso) riferiti alle 20 UTC del 28 febbraio 2016: il secondo minimo ha raggiunto la Corsica e, traendo energia dal decadimento del minimo sulle Baleari, si è approfondito fino a 988 hPa (elaborazione meteocentre.com)

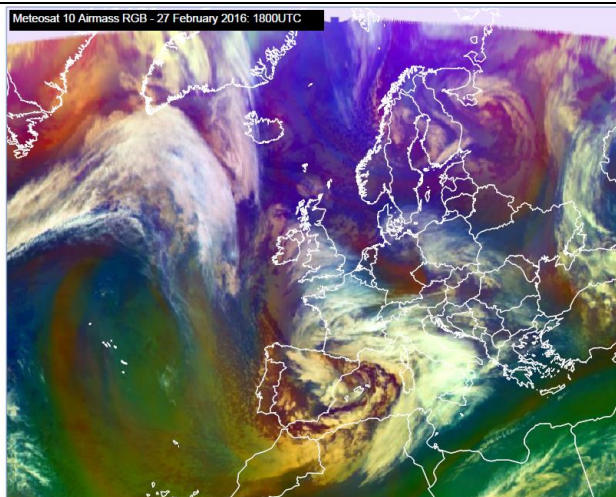


Figura 5 Immagine da satellite MSG (combinazione RGB AIRMASS) riferita alle 18 UTC del 27 febbraio 2016 (elaborazione <http://eumetrain.org/eport.html>): in evidenza l'anomalia alla tropopausa associata all'avvezione di aria fredda in quota (colore rosso) e la circolazione ciclonica sulle Baleari

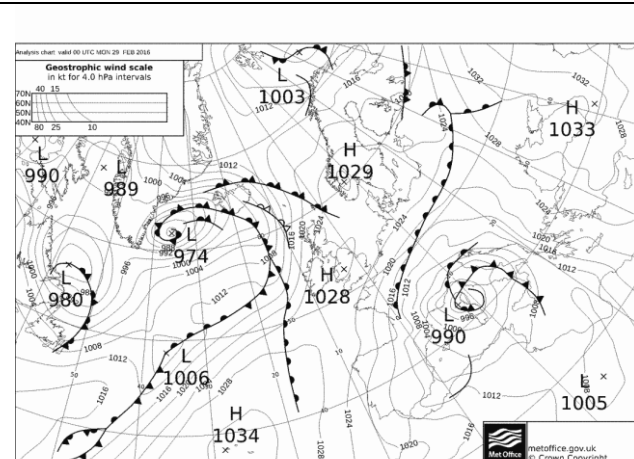


Figura 6 Mappa dei fronti di Bracknell riferita alle 00 UTC del 29 febbraio (elaborazione metoffice.gov.uk)

Sulla Liguria i primi fenomeni si sono verificati la mattina del 27 con temporali isolati in corrispondenza del settore prefrontale della struttura associata al minimo sulle Baleari. Tra la sera del 27 e la mattina del 28 febbraio, con il passaggio del fronte freddo, si è assistito ad un'intensificazione dei fenomeni. Sul Mar Ligure si è venuta, infatti, a formare una vasta zona di convergenza tra un flusso da Nord Ovest, relativamente più freddo e

secco, proveniente dalla Pianura Padana, ed un flusso caldo e umido da Est-Sud-Est, proveniente dalla parte meridionale del Mediterraneo (Figura 7 e Figura 12). La presenza di un flusso divergente in quota (Figura 10) ha ulteriormente accentuato la convergenza nella bassa troposfera favorendo intensi moti ascendenti sul Mar Ligure (Figura 9). Tale configurazione, in presenza di un profilo atmosferico marcatamente instabile come sopra descritto e della disponibilità di grandi quantità di umidità (Figura 8), ha favorito l'innescò di un sistema convettivo alla mesoscala (MCS) che ha determinato temporali forti prevalentemente sul mare (Figura 11).

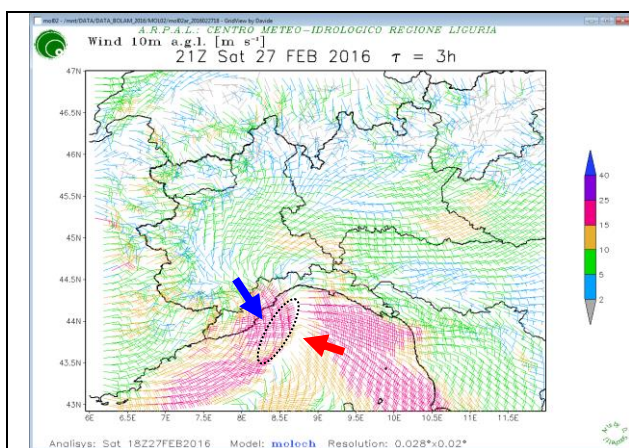


Figura 7 Mappa del vento a 10 m riferita alle 21 UTC del 27 febbraio 2016 (previsione a +3h del modello MOLOCH inizializzato alle 18 UTC del 27 febbraio 2016). In evidenza l'area di convergenza dei flussi nei bassi livelli

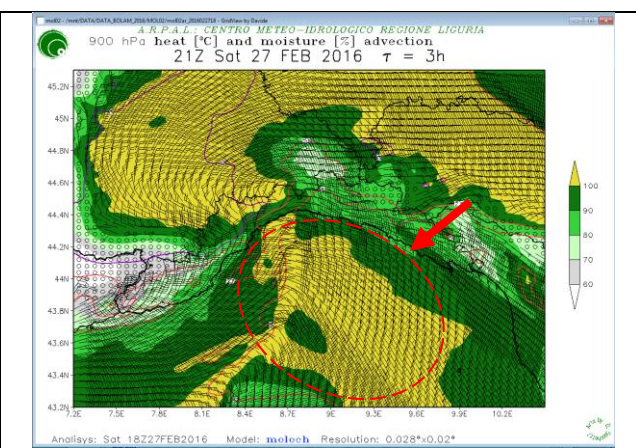


Figura 8 Mappa di avvezione di umidità e temperatura a livello a 900 hPa riferita alle 21 UTC del 27 febbraio 2016 (previsione a +3h del modello MOLOCH inizializzato alle 18 UTC del 27 febbraio 2016). Si noti anche l'umidità presente sulla Pianura Padana. In evidenza il *plume* di umidità e la convergenza dei venti sul Mar Ligure

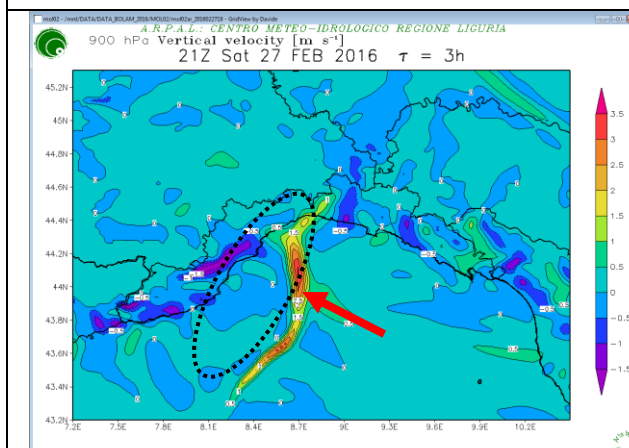


Figura 9 Mappa delle velocità verticali in corrispondenza dell'area di convergenza dei flussi nei bassi livelli riferita alle 21 UTC del 27 febbraio 2016 (previsione a +3h del modello MOLOCH inizializzato alle 18 UTC del 27 febbraio 2016)

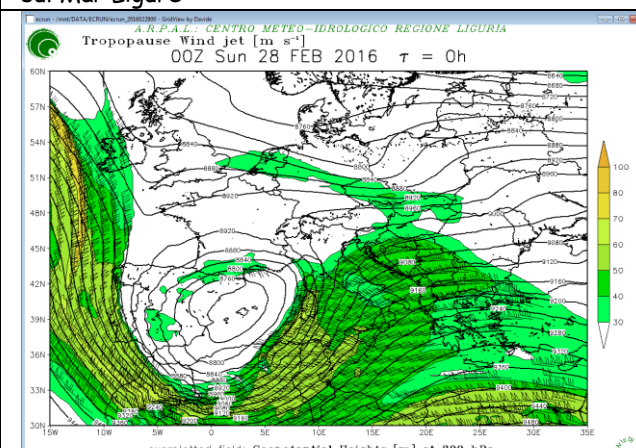


Figura 10 Immagine della corrente a getto alla tropopausa riferita alle 00 UTC del 28 febbraio 2016 (analisi del modello ECRUN inizializzato alle 00 UTC del 28 febbraio 2016): appare evidente la divergenza del *jet* sul Mar Ligure

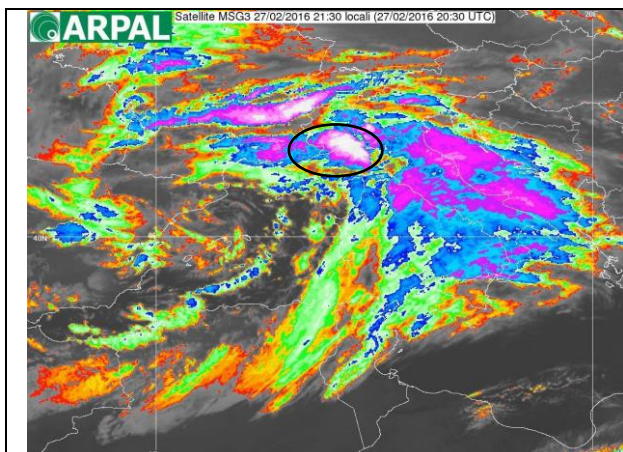


Figura 11 Immagine da satellite MSG nel canale IR riferita alle ore 20.30 UTC del 27 febbraio: nell'ovale nero è evidenziata la vasta struttura temporalesca sul Mar Ligure; la parte bianca corrisponde alla zona in cui le nubi appaiono più fredde, ossia corrisponde all'area massimo sviluppo verticale della nube

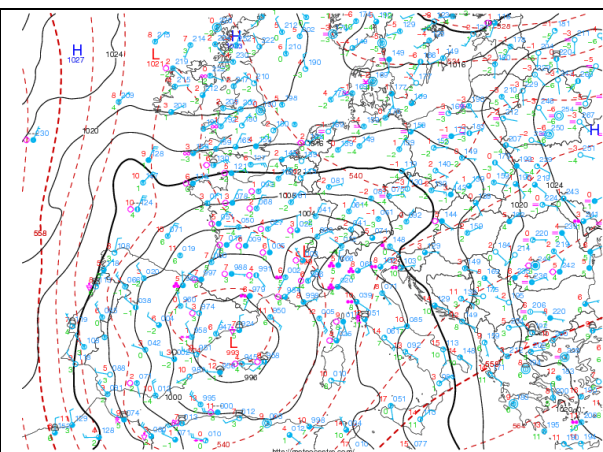


Figura 12 Mappa di osservazioni al suolo, interpolazione della pressione media a livello del mare (contour nero) e geopotenziale a 500 hPa (contour tratteggiato rosso) riferiti alle 00 UTC del 28 febbraio 2016: si evidenzia il minimo sulle Baleari, l'intensa avvezione sciroccale sul Tirreno e il flusso settentrionale in ingresso dalla Pianura Padana sul Mar Ligure (elaborazione meteocentre.com)

Il forte regime anemometrico da Nord (a Framura le raffiche sono arrivate a 117 km/h) ha prevalso sul regime da Sud Est mantenendo così la convergenza dei flussi nei bassi livelli, e quindi la stazionarietà dei fenomeni, confinata sul mare davanti alle coste della Toscana, come evidenziato dai dati di fulminazione di Figura 13. Sul territorio ligure sono state registrate piogge generalmente deboli o al più moderate sul Centro - Levante. Nell'entroterra del Centro - Ponente sono state invece osservate nevicate, anche di forte intensità, a quote di 300/400 metri, con accumuli nell'ordine di qualche decina di centimetri su D (Val Bormida e Valle Stura) ed E: il valore massimo è stato registrato sul Monte Settepani dove la cumulata ha raggiunto i 87 cm.

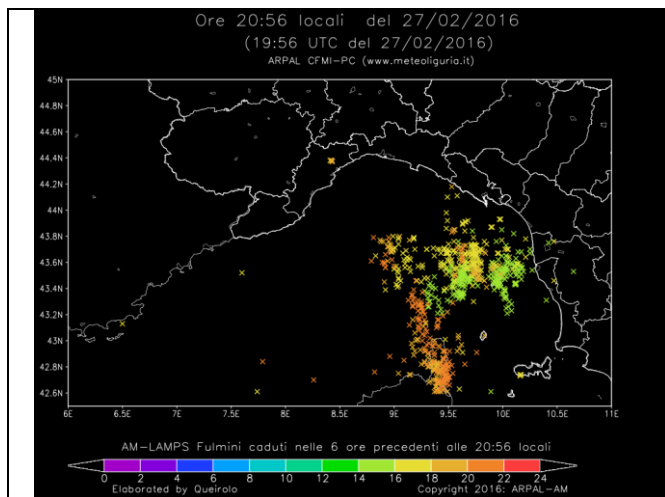


Figura 13 Mappa di fulminazione relativa alle 6 ore precedenti alle 19.56 UTC del 27 Febbraio (rilevazione rete LAMPS dell'Aeronautica Militare). Si nota l'intensa attività elettrica legata ai fenomeni temporaleschi in spostamento dal largo della Toscana al Nord della Corsica tra il pomeriggio del 27 febbraio (fulminazioni in verde e giallo) e la sera dello stesso giorno (fulminazioni sui toni dell'arancio).

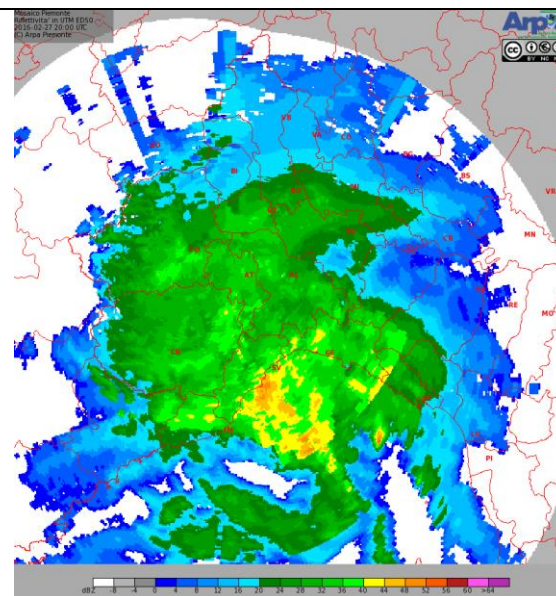


Figura 14 Mosaico della riflettività radar riferita alle ore 20:00 UTC del 27 febbraio (ARPA Piemonte).

Dopo una temporanea pausa nelle ore centrali del 28 febbraio, lo scenario meteorologico è peggiorato nuovamente con l'approssimarsi del secondo minimo orografico che, formatosi sul nord Africa, è risalito dalle coste tunisine all'Alto Tirreno fino a posizionarsi sulla Corsica, approfondendosi progressivamente. Nel corso della giornata si è osservata una diversa disposizione ed una intensificazione dei flussi: i venti, inizialmente meridionali, hanno ruotato fino a orientarsi dai quadranti orientali, facendo registrare il massimo anemometrico dell'evento (Giacopiane 142.2 km/h).

La struttura depressionaria centrata sulla Corsica (Figura 4), alimentata dalla presenza del nucleo di aria fredda in quota e dalla posizione favorevole del ramo ascendente del jet (left exit) ha mantenuto anche sulla nostra regione condizioni di marcata instabilità favorendo altresì un nuovo abbassamento dello zero termico. Le precipitazioni si sono nuovamente intensificate tra la sera del 28 e la mattina del 29 assumendo carattere di rovescio anche forte, restando tuttavia localizzate sull'entroterra (investito dalla ritornante umida dalla Pianura Padana). In questa seconda fase i massimi pluviometrici sono stati registrati a Carpe (SV), dove sono caduti 148 mm in 24 ore, e a Stella S. Giustina (SV, 94mm /24 ore), mentre le precipitazioni nevose hanno fatto innalzare il nivometro di Monte Settepani di ulteriori 30 cm, portando l'accumulo totale al valore di 104 cm.

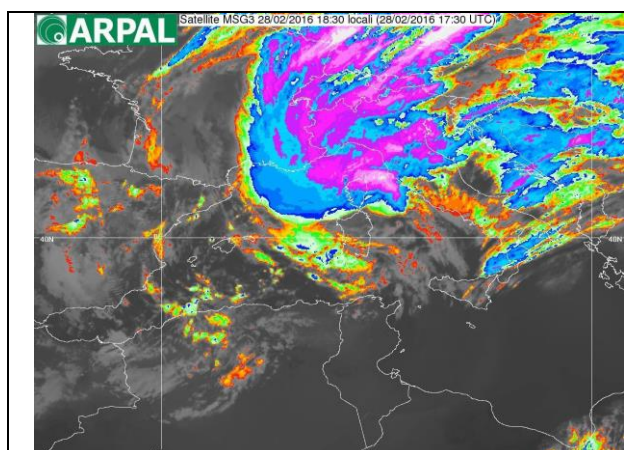


Figura 15 Immagine da satellite MSG nel canale IR riferita alle ore 17.30 UTC del 28 febbraio: la struttura è posizionata tra le coste della Corsica e quelle della Toscana.

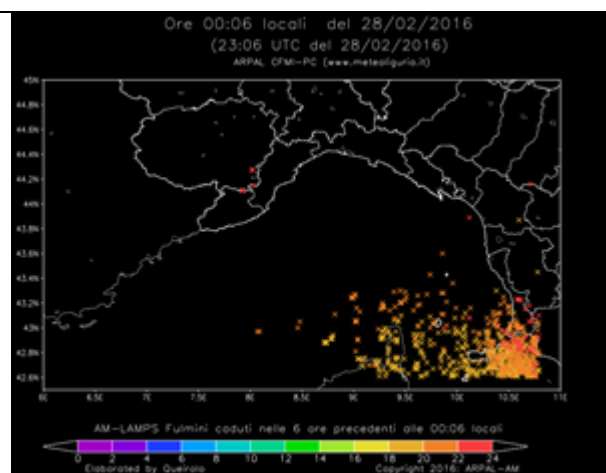


Figura 16 Mappa di fulminazione relativa alle 6 ore precedenti alle 23.00 UTC del 28 Febbraio (rilevazione rete LAMPS dell'Aeronautica Militare).

Nel mattinata del 29, con il lento colmamento ed il successivo allontanamento della struttura depressionaria, i fenomeni precipitativi sono andati progressivamente esaurendosi sulle regioni nord-occidentali, andando ad interessare le regioni meridionali.

2 Dati Osservati

2.1 Analisi Pluviometrica

La fase perturbata che ha interessato la Liguria tra il 27 e il 29 febbraio, pur avendo interessato complessivamente l'intero territorio regionale, ha colpito il settore orientale e quello occidentale in due fasi distinte, caratterizzate da dinamiche piuttosto differenti. Tra il 27 e il 28 febbraio le piogge sono risultate più rilevanti sulla costa del Centro e del Levante (zone B, C), mentre si sono registrate precipitazioni nevose nell'interno del Savonese (dove gli accumuli sono stati più abbondanti) e nell'interno del Genovesato e del Chiavarese. Successivamente, tra il 28 e il 29 febbraio, i valori più significativi sono stati registrati nell'interno del Centro - Ponente (zona D). Localmente, le intensità massime osservate si sono mantenute su valori MODERATI e i quantitativi massimi tra ELEVATI e MOLTO ELEVATI. In ragione delle piogge registrate, le massime medie areali hanno raggiunto valori su 12 e 24 ore tra SIGNIFICATIVI ed ELEVATI in entrambe le fasi, superando gli 80 mm cumulati a scala d'evento (72 ore) su gran parte delle zone di allertamento.

2.1.1 Analisi dei dati a scala areale

Come già accennato, l'evento può essere suddiviso in due fasi, intervallate da una breve fase di attenuazione dei fenomeni precipitativi nelle ore centrali della giornata del 28.

Nella prima fase, più temporalesca, tra il pomeriggio del 27 e le ore antelucane del 28 febbraio, sono stati maggiormente colpiti il Centro ed il Levante. Le precipitazioni medie areali sono risultate SIGNIFICATIVE sulle zone B ed E (dove si sono osservati circa 40mm/12 ore e 50mm/24 ore), ELEVATE sulla zona C (dove la cumulata areale ha raggiunto i 60mm/12 ore e i 70mm/24 ore). Inoltre, in seguito all'irruzione di aria fredda nelle valli interne, e al conseguente abbassamento della quota dello zero termico, esse hanno assunto carattere nevoso sulla zona D (dove sono state più copiose), sulla zona E e, localmente, anche sulla zona A.

Con il graduale innalzamento delle temperature a partire dalle ore centrali del 28 febbraio, le precipitazioni sono tornate in prevalenza piovose. In questa seconda fase quindi, sviluppatasi tra le ore centrali del 28 e la mattina del 29 febbraio, le precipitazioni sono risultate diffuse su tutta la regione ma sono mancati del tutto gli episodi temporaleschi sul territorio ligure; le massime medie areali sono state SIGNIFICATIVE sulle zone D ed E, dove sono stati raggiunti rispettivamente i 40mm/12 ore e 65mm/24 ore su D, e 30mm/12 ore e 40mm/24 ore su E.

Al fine di evidenziare le caratteristiche dell'evento, si allegano due distinte tabelle delle massime medie areali per le diverse durate relative, rispettivamente, alla prima fase, tra le 00.00 UTC del 27/02 e le 09.00 UTC del 28/02 (Tabella 1), e alla seconda fase, compresa invece tra le 09.00 UTC del 28/02 e le 00.00 UTC del 01/03 (Tabella 2).

| Zona allerta | 1h (mm) | 3h (mm) | 6h (mm) | 12h (mm) | 24h (mm) | Durata evento (33 ore) |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| A | 3 27/02/2016 6 21:00 | 8 27/02/2016 6 22:00 | 12 28/02/2016 6 00:00 | 17 28/02/2016 6 01:00 | 23 28/02/2016 6 01:00 | 25 |
| B | 5 27/02/2016 6 22:00 | 13 27/02/2016 6 22:00 | 25 28/02/2016 6 00:00 | 41 28/02/2016 6 03:00 | 53 28/02/2016 6 09:00 | 58 |
| C | 7 28/02/2016 6 00:00 | 18 28/02/2016 6 00:00 | 36 28/02/2016 6 00:00 | 59 28/02/2016 6 01:00 | 69 28/02/2016 6 08:00 | 71 |
| D | 2 27/02/2016 6 22:00 | 5 27/02/2016 6 23:00 | 9 28/02/2016 6 00:00 | 14 28/02/2016 6 02:00 | 23 28/02/2016 6 04:00 | 24 |
| E | 5 28/02/2016 6 00:00 | 13 28/02/2016 6 00:00 | 22 28/02/2016 6 03:00 | 36 28/02/2016 6 05:00 | 51 28/02/2016 6 09:00 | 53 |

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 27/02/2016 e le 09.00 UTC del 28/02/2016.

| Zona allerta | 1h (mm) | 3h (mm) | 6h (mm) | 12h (mm) | 24h (mm) | Durata evento (39 ore) |
|--------------|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------|
| A | 4 28/02/2016 6 23:00 | 10 29/02/2016 6 01:00 | 14 29/02/2016 6 01:00 | 20 29/02/2016 6 02:00 | 26 29/02/2016 6 11:00 | 29 |

| | | | | | | |
|---|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----|
| B | 2 28/02/201 6 20:00 | 6 28/02/201 6 21:00 | 10 29/02/201 6 01:00 | 18 29/02/201 6 01:00 | 26 29/02/201 6 10:00 | 28 |
| C | 3 29/02/201 6 00:00 | 6 29/02/201 6 00:00 | 11 29/02/201 6 00:00 | 16 29/02/201 6 05:00 | 23 29/02/201 6 10:00 | 24 |
| D | 6 29/02/201 6 00:00 | 15 29/02/201 6 01:00 | 25 29/02/201 6 01:00 | 40 29/02/201 6 05:00 | 65 29/02/201 6 11:00 | 74 |
| E | 4 28/02/201 6 20:00 | 9 29/02/201 6 01:00 | 18 29/02/201 6 01:00 | 31 29/02/201 6 01:00 | 41 29/02/201 6 09:00 | 42 |

Tabella 2 Massime medie areali sulle zone di allertamento delle cumulate di pioggia registrate per diverse durate nel periodo compreso tra le 09.00 UTC del 28/02/2016 e le 00.00 UTC del 01/03/2016.

Dal confronto tra le due tabelle si conferma come la prima fase dell'evento abbia interessato maggiormente il Centro ed il Levante mentre la seconda fase abbia interessato le zone interne della regione con massime medie areali del tutto confrontabili a quelle della prima parte, sebbene riconducibili ad un differente scenario meteorologico. Specialmente nella parte iniziale dell'evento, medie areali sulle durate minori di 1 e 3 ore dai valori modesti e una graduale crescita delle stesse medie per durate maggiori di 6, 12 e 24 ore indicano che, il carattere temporalesco dell'evento, non si è mai pienamente manifestato.

Poiché nella prima fase d'evento le precipitazioni hanno assunto carattere nevoso sulle zone D (in maniera diffusa), E e localmente anche sulla zona A, si può notare che:

- le medie areali nonché le cumulate visibili nelle mappe di pioggia interpolata riferite alla prima parte dell'evento (Tabella 1, Figura 17, Figura 18, Figura 19) mostrano valori che derivano dalla fusione nevosa rilevata dai pluviometri riscaldati;
- le medie areali nonché le cumulate visibili nelle mappe di pioggia interpolata riferite alla seconda parte dell'evento (Tabella 2, Figura 20, Figura 21, Figura 22) mostrano altezze di pioggia che, in corrispondenza dei pluviometri non riscaldati, includono oltre alla pioggia realmente osservata anche la fusione di una quota parte della neve caduta nelle ore precedenti.

Di seguito si riportano le mappe di precipitazione cumulata areale relative al periodo compreso tra il 27 e il 29 febbraio. Tali mappe sono ottenute dai dati puntuali (cumulate di precipitazioni in 12 ore) della rete di misura OMIRL, mediante algoritmo di interpolazione con l'inverso della distanza al quadrato. E' inoltre allegata anche la mappa di pioggia interpolata cumulata sull'intera durata dell'evento (72 ore).

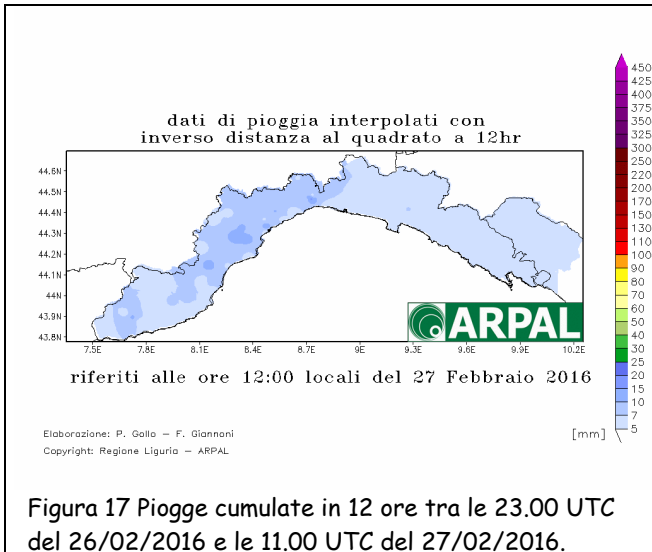


Figura 17 Piogge cumulate in 12 ore tra le 23.00 UTC del 26/02/2016 e le 11.00 UTC del 27/02/2016.

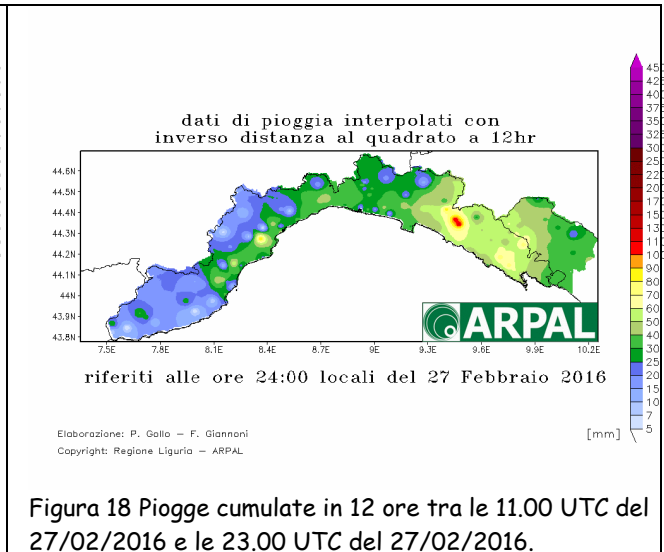


Figura 18 Piogge cumulate in 12 ore tra le 11.00 UTC del 27/02/2016 e le 23.00 UTC del 27/02/2016.

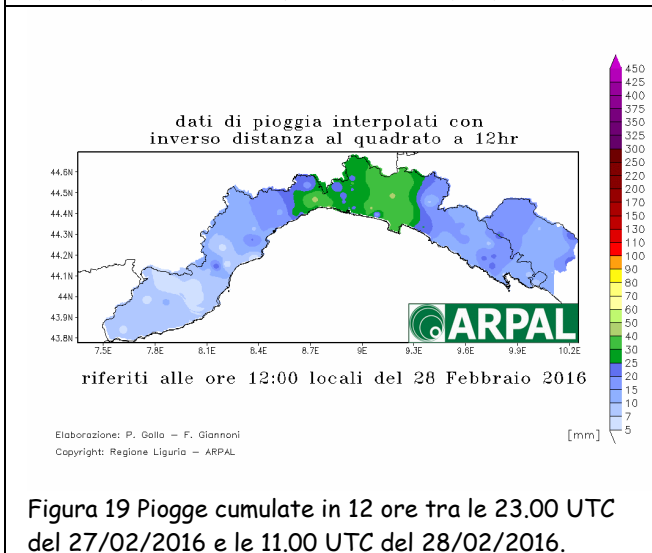


Figura 19 Piogge cumulate in 12 ore tra le 23.00 UTC del 27/02/2016 e le 11.00 UTC del 28/02/2016.

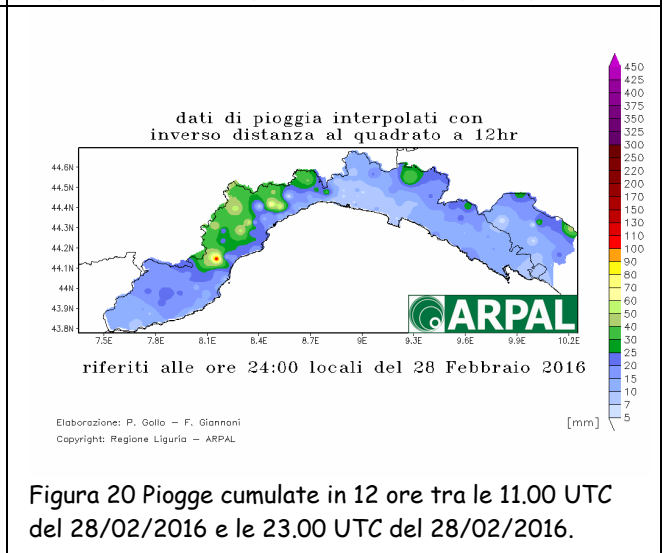
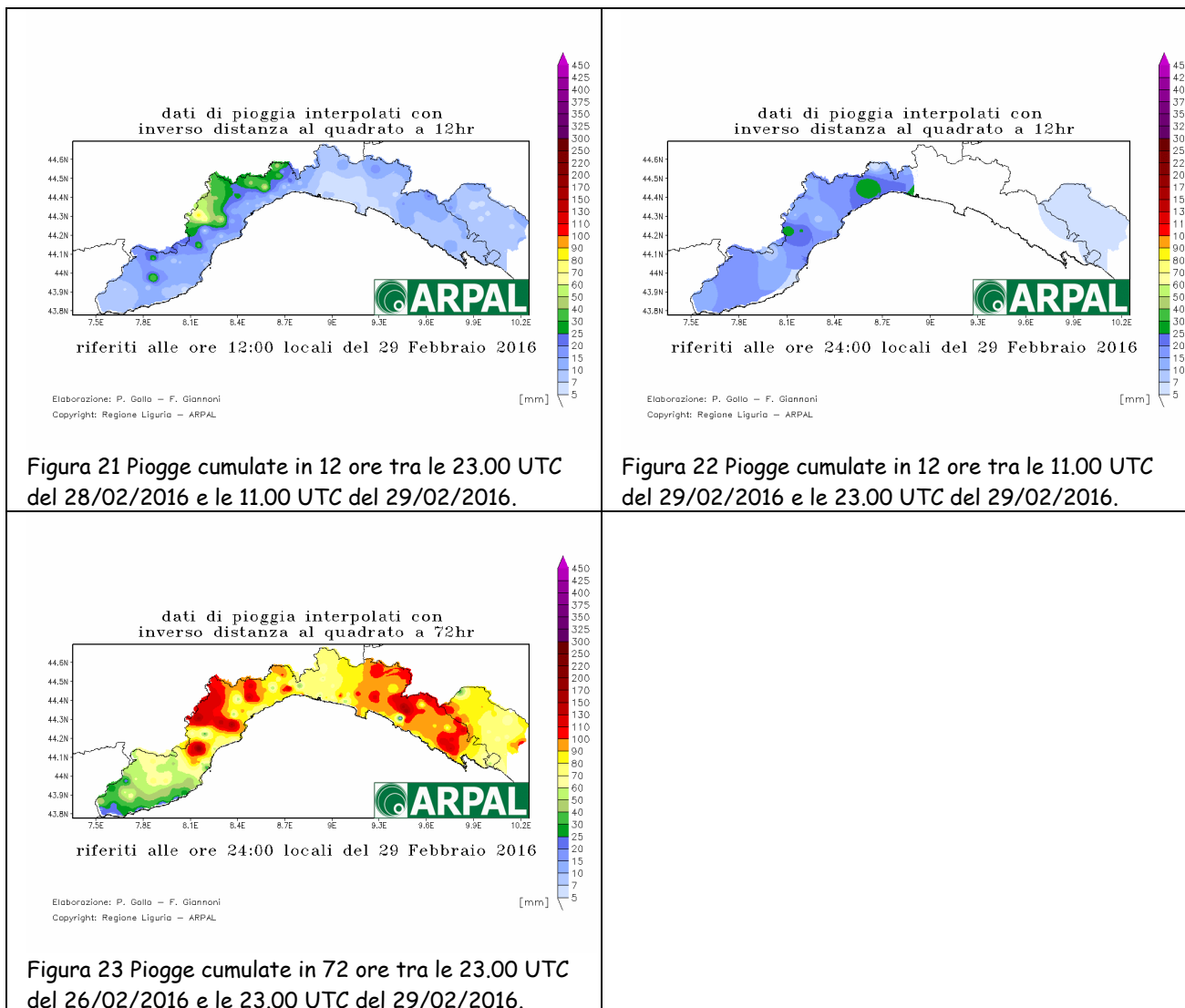


Figura 20 Piogge cumulate in 12 ore tra le 11.00 UTC del 28/02/2016 e le 23.00 UTC del 28/02/2016.



Dalle mappe interpolate di pioggia si nota come tra la metà del 27 e del 28 febbraio (Figura 18 - Figura 19), le precipitazioni più rilevanti abbiano interessato in prevalenza il Levante e localmente il Centro - Ponente; per contro, tra il pomeriggio del 28 e la mattina del 29 febbraio (Figura 20 - Figura 21), esse si sono concentrate nell'interno del Savonese, e localmente nell'interno del Genovesato e del Chiavarese, con cumulate massime puntuali registrate su 12 e 24 ore tra ELEVATE e MOLTO ELEVATE.

In Figura 18 si nota piuttosto bene una certa variabilità spaziale del campo di pioggia interpolato nelle zone D ed E, con alcune locali "anomalie". Queste sono riconducibili all'impatto che le precipitazioni nevose della seconda parte del 27 febbraio hanno avuto sui pluviometri riscaldati e non riscaldati, e di conseguenza sulle relative misure: le cumulate maggiori sono quelle registrate dai pluviometri riscaldati che misurano neve in fusione; le cumulate minori sono invece misurate dalle stazioni non riscaldate. Il campo di pioggia interpolato che ne consegue, include anche una parte di precipitazione solida nella forma del "Contenuto Equivalente d'Acqua nella neve".

Infine, dalla mappa di pioggia interpolata cumulata a scala d'evento (Figura 23), ben si nota la diffusione delle precipitazioni su tutto il territorio regionale, nonché il maggior impatto che queste hanno avuto sul Levante e sul

Ponente padano con cumulate puntuali superiori ai 150mm/72 ore, e il minor impatto osservato sull'estremo Ponente, dove localmente si sono mantenute al di sotto dei 100mm/72 ore.

2.1.2 Analisi dei dati puntuali

Dall'analisi dei valori puntuali ai pluviometri risulta che le precipitazioni osservate tra la mattinata del 27 e il pomeriggio del 29 febbraio si sono mantenute su intensità localmente al più MODERATE, cumulando quantità massime puntuali tra ELEVATE e MOLTO ELEVATE.

Nella prima fase dell'evento, durata circa 24 ore, le precipitazioni riconducibili alla presenza di un sistema temporalesco alla mesoscala sul settore orientale del Mar Ligure, hanno interessato prevalentemente la fascia costiera del Centro e del Levante (zona B e C) in maniera diffusa, con intensità puntuali massime MODERATE. I fenomeni hanno evidenziato una certa persistenza che ha portato a cumulate massime puntuali tra ELEVATE e MOLTO ELEVATE (Statale di Ne: 136 mm/24 ore (C) alle 06.25 UTC del 28/02/2016; Reppia: 126 mm/24 ore (C) alle 09.00 UTC del 28/02/2016); tuttavia non si sono mai registrati scrosci particolarmente intensi. In questa prima fase, le precipitazioni hanno interessato in maniera più marginale il Ponente (zona A), dove si sono registrate nevicate ad alte quote. Nell'interno della regione invece (zone D ed E) le precipitazioni nevose hanno sostituito quelle piovose.

Nella seconda fase dell'evento le precipitazioni hanno interessato invece principalmente il Centro - Ponente tra Genova e Albenga; le cumulate maggiori sono state registrate nell'interno del savonese (zona D) e localmente anche sulla costa (parte occidentale di A). Sebbene la configurazione meteorologica fosse diversa rispetto alla prima parte dell'evento (che aveva visto un sistema alla mesoscala ben strutturato) le intensità massime puntuali sono state MODERATE e le quantità massime puntuali osservate tra ELEVATE e MOLTO ELEVATE (Murialdo (D): 132 mm/24 ore alle 12.20 UTC del 29/02/2016; Carpe (A): 148 mm/24 ore alle 08.05UTC del 29/02/2016).

Al fine di evidenziare le massime intensità e quantità registrate nelle due fasi dell'evento, si riportano i valori tabellari dei due momenti ritenuti più significativi, tra le 09.00 UTC del 27/02 e le 09.00 UTC del 28/02 (24 ore) e tra le 09.00 UTC del 28/02 e le 11.00 UTC del 29/02 (26 ore).

| AREA | (mm/5min) | (mm/10min) | (mm/15min) | (mm/30min) | (mm/45min) |
|------|--|--|--|---|---|
| A | 3 Cenesi (CENES) 27/02/2016 21:05 | 6 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 20:55 | 8 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 21:00 | 15 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 20:55 | 21 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 21:05 |
| B | 5 Genova - Bolzaneto (GEBOL) 27/02/2016 22:20 | 8 Genova - Pegli (GEPEG) 28/02/2016 01:50 | 10 Genova -Pegli (GEPEG) 28/02/2016 01:50 | 15 Genova - Pegli (GEPEG) 28/02/2016 01:50 | 21 Genova - Pegli (GEPEG) 28/02/2016 01:50 |
| C | 4 Sestri Levante - Sara (SARAA) 27/02/2016 22:40 | 6 Reppia (REPPI) 27/02/2016 20:15 | 8 Reppia (REPPI) 27/02/2016 20:10 | 14 Reppia (REPPI) 27/02/2016 20:15 | 19 Reppia (REPPI) 27/02/2016 20:30 |

| | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| D | 1 Campo Ligure (CAMPL) 28/02/2016 08:15 | 1 Cairo Montenotte (CAIRM) 27/02/2016 12:30 | 2 Valzemola (VALZE) 27/02/2016 21:45 | 3 Campo Ligure (CAMPL) 28/02/2016 08:25 | 4 Campo Ligure (CAMPL) 28/02/2016 08:35 |
| E | 1 Loco Carchelli (LOCOC) 27/02/2016 22:50 | 5 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 00:00 | 2 Loco Carchelli (LOCOC) 27/02/2016 22:55 | 8 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 00:00 | 5 Loco Carchelli (LOCOC) 27/02/2016 23:05 |

Tabella 3 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 09.00 UTC del 27/02 e le 09.00 UTC del 28/02 distinti per zone di allertamento e per diverse durate sub-orarie.

| ARE | (mm/1h) | (mm/3h) | (mm/6h) | (mm/12h) | (mm/24h) | Durata Evento (mm/24h) |
|-----|--|---|---|--|--|---------------------------------|
| A | 25 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 21:15 | 41 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 21:25 | 53 Verzi - Loano (VERZI) 27/02/2016 21:50 | 60 Verzi - Loano (VERZI) 28/02/2016 01:35 | 71 Verzi - Loano (VERZI) 28/02/2016 01:35 | 71 Verzi - Loano (VERZI) |
| B | 27 Genova - Pegli (GEPEG) 28/02/2016 01:50 | 49 Montagna (MONTA) 27/02/2016 22:10 | 69 Montagna (MONTA) 27/02/2016 23:05 | 93 Montagna (MONTA) 28/02/2016 02:00 | 116 Montagna (MONTA) 28/02/2016 02:35 | 116 Montagna (MONTA) |
| C | 24 Reppia (REMPI) 27/02/2016 20:35 | 46 Reppia (REMPI) 27/02/2016 21:10 | 83 Statale di Ne (STALE) 27/02/2016 20:50 | 126 Statale di Ne (STALE) 28/02/2016 00:45 | 136 Statale di Ne (STALE) 28/02/2016 06:25 | 136 Statale di Ne (STALE) |
| D | 5 Valzemola (VALZE) 27/02/2016 22:35 | 10 Valzemola (VALZE) 27/02/2016 23:00 | 15 Valzemola (VALZE) 28/02/2016 00:05 | 20 Monte Settepani (MSETT) 28/02/2016 02:00 | 34 Campo Ligure (CAMPL) 28/02/2016 08:45 | 34 Campo Ligure (CAMPL) |
| E | 15 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 00:00 | 34 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 00:30 | 54 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 03:40 | 80 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 05:10 | 103 Torrignia (TRRIG) 28/02/2016 09:00 | 103 Torrignia (TRRIG) |

Tabella 4 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 09.00 UTC del 27/02 e le 09.00 UTC del 28/02 distinti per zone di allertamento e per diverse durate superiori all'ora.

| AREA | (mm/5min) | (mm/10min) | (mm/15min) | (mm/30min) | (mm/45min) |
|------|--|--|--|--|--|
| A | 2 Carpe (CARPE) 28/02/2016 22:50 | 4 Carpe (CARPE) 28/02/2016 22:55 | 5 Carpe (CARPE) 28/02/2016 23:00 | 9 Carpe (CARPE) 28/02/2016 23:10 | 13 Carpe (CARPE) 28/02/2016 23:00 |
| B | 2 Alpicella (ALPIC) 28/02/2016 20:30 | 3 Alpicella (ALPIC) 28/02/2016 20:30 | 4 Alpicella (ALPIC) 28/02/2016 20:35 | 7 Alpicella (ALPIC) 28/02/2016 20:35 | 9 Alpicella (ALPIC) 28/02/2016 20:40 |
| C | 1 Bargone (BARGO) 28/02/2016 23:45 | 2 Bargone (BARGO) 28/02/2016 23:45 | 3 Bargone (BARGO) 28/02/2016 23:45 | 6 Cembrano (CEMBR) 28/02/2016 19:00 | 8 Cembrano (CEMBR) 28/02/2016 19:10 |
| D | 1 Campo Ligure (CAMPL) 28/02/2016 14:35 | 6 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 00:00 | 3 Valzemola (VALZE) 29/02/2016 03:55 | 10 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 00:00 | 8 Valzemola (VALZE) 29/02/2016 04:05 |
| E | 1 Loco Carchelli (LOCOC) 28/02/2016 20:15 | 5 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 00:00 | 2 Loco Carchelli (LOCOC) 28/02/2016 20:20 | 9 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 00:10 | 6 Loco Carchelli (LOCOC) 28/02/2016 20:25 |

Tabella 5 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 09.00 UTC del 28/02 e le 11.00 UTC del 29/02 distinti per zone di allertamento e per diverse durate sub-orarie.

| AREA | (mm/1h) | (mm/3h) | (mm/6h) | (mm/12h) | (mm/24h) | Durata Evento (mm/26h) |
|------|---|---|---|---|---|--|
| A | 17 Carpe (CARPE) 28/02/2016 23:05 | 42 Carpe (CARPE) 28/02/2016 23:05 | 73 Carpe (CARPE) 29/02/2016 01:10 | 113 Carpe (CARPE) 29/02/2016 01:20 | 148 Carpe (CARPE) 29/02/2016 08:05 | 152 Carpe (CARPE) |
| B | 11 Alpicella (ALPIC) 28/02/2016 20:40 | 29 Stella S. Giustina (SSGIU) 28/02/2016 21:20 | 49 Stella S. Giustina (SSGIU) 28/02/2016 23:55 | 77 Stella S. Giustina (SSGIU) 29/02/2016 00:40 | 94 Stella S. Giustina (SSGIU) 29/02/2016 09:20 | 96 Stella S. Giustina (SSGIU) |
| C | 10 Cembrano (CEMBR) 28/02/2016 19:20 | 22 Taglieto (TAGLT) 29/02/2016 00:15 | 30 Taglieto (TAGLT) 29/02/2016 00:40 | 39 Taglieto (TAGLT) 29/02/2016 00:15 | 50 Taglieto (TAGLT) 29/02/2016 10:00 | 51 Taglieto (TAGLT) |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--|---|
| D | 18 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 00:00 | 38 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 01:40 | 60 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 04:20 | 87 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 10:10 | 132 Murialdo (MURIA) 29/02/2016 12:20 | 142 Murialdo (MURIA) |
| E | 13 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 00:30 | 27 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 00:40 | 52 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 00:30 | 83 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 03:00 | 105 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) 29/02/2016 08:10 | 105 S. Stefano d'Aveto (SSTAV) |

Tabella 6 Valori massimi PUNTUALI di precipitazione registrati dai pluviometri della rete OMIRL nel periodo tra le 09.00 UTC del 28/02 e le 11.00 UTC del 29/02 distinti per zone di allertamento e per diverse durate superiori all'ora.

Dalle tabelle sopra riportate, si può notare come in entrambe le fasi dell'evento, non si siano mai registrati scrosci di pioggia di particolare intensità sulle brevissime e brevi durate. Le massime intensità orarie puntuali non hanno mai superato i 30 mm/ora e quelle tri-orarie i 50 mm/3ore. Si nota inoltre che le altezze massime di pioggia registrate puntualmente sulle zone D ed E includono, specialmente nella seconda parte dell'evento (Tabella 5 - Tabella 6), neve in fusione oltre che precipitazione liquida.

Si riportano di seguito gli ietogrammi significativi relativi ad alcune stazioni che hanno registrato i valori massimi puntuali sulle diverse zone di allertamento. 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.

Da notare che gli ietogrammi sotto mostrati (Figura 24 - Figura 37) rappresentano l'intensità di pioggia oraria a finestra fissa inizializzata alle 00 di ogni ora. Le altezze di pioggia potrebbero quindi essere diverse da quelle indicate nelle precedenti tabelle (Tabella 3 - Tabella 6), dove le altezze di pioggia oraria sono stimate a finestra mobile.

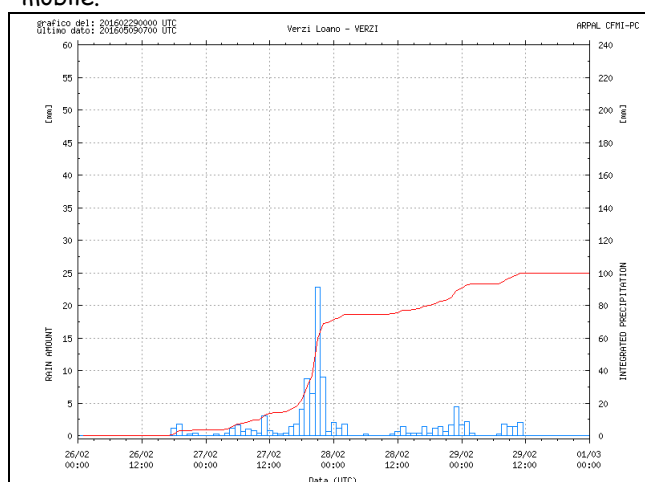


Figura 24 Ietogramma e cumulata a Verzi - Loano (A)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

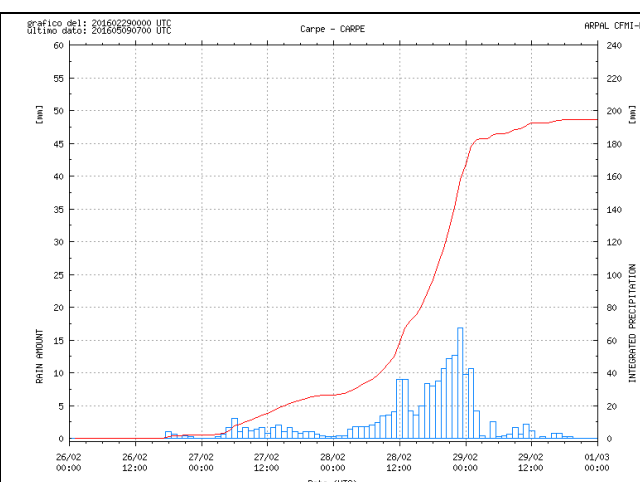


Figura 25 Ietogramma e cumulata a Carpe (A)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h) elevate, (mm/12h, mm/24h) molto elevate

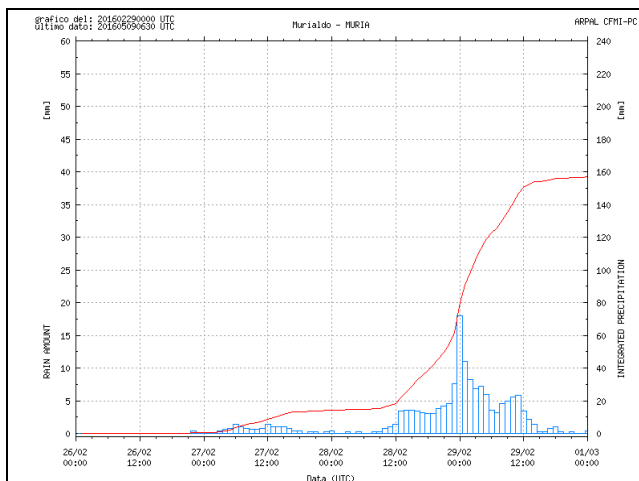


Figura 26 Ietogramma e cumulata a Murialdo (D)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

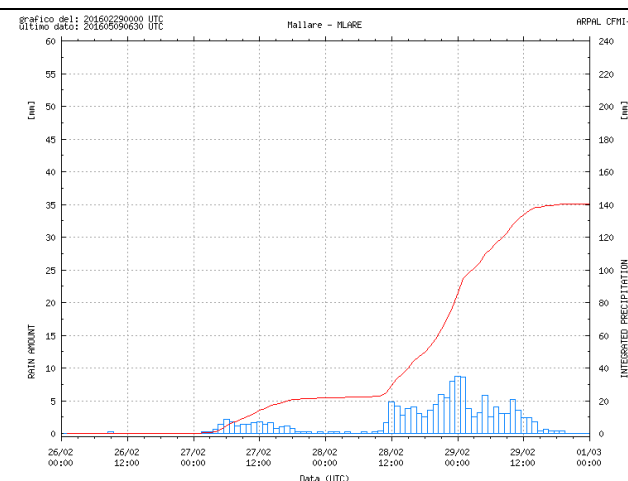


Figura 27 Ietogramma e cumulata a Mallare (D)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

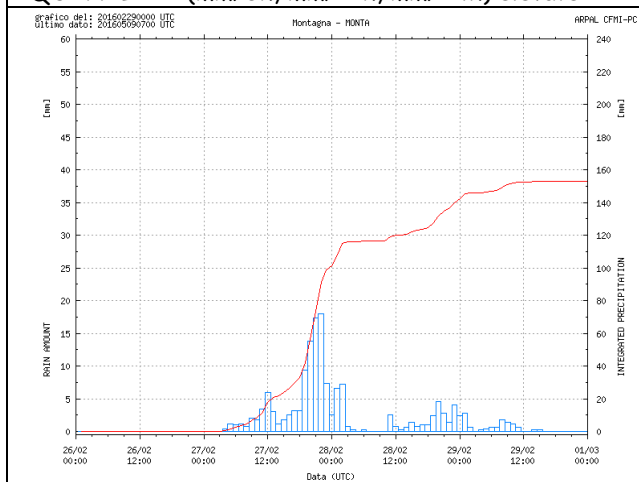


Figura 28 Ietogramma e cumulata a Montagna (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

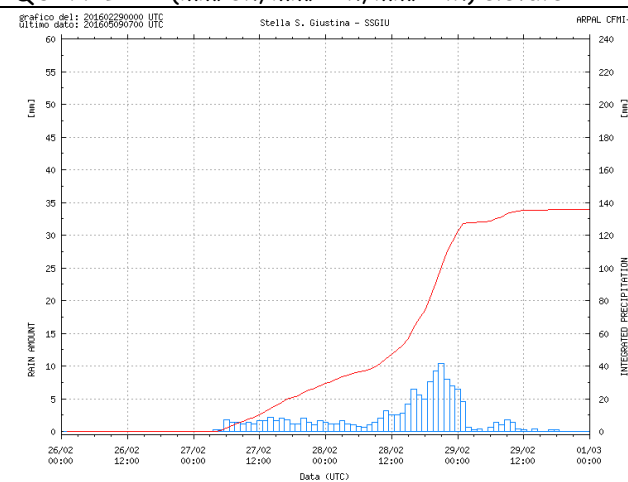


Figura 29 Ietogramma e cumulata a S. Santa Giustina (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

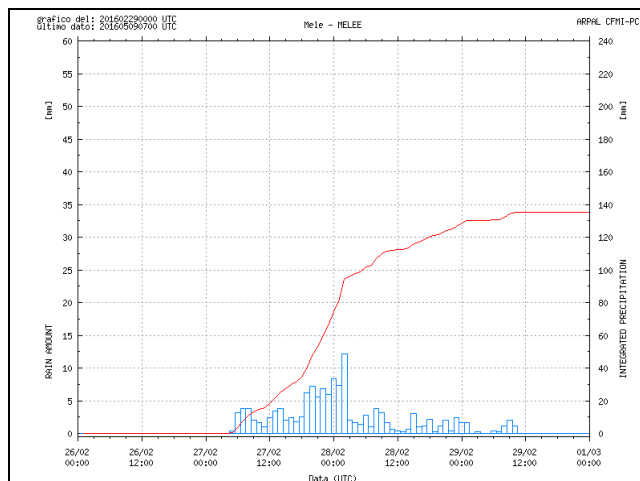


Figura 30 Ietogramma e cumulata a Mele (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

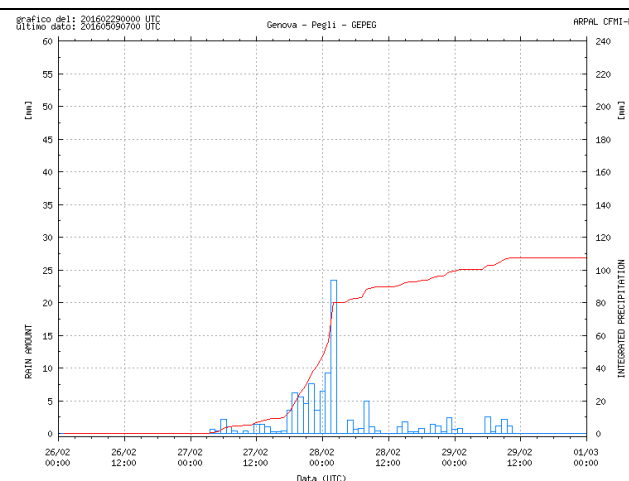


Figura 31 Ietogramma e cumulata a Genova - Pegli (B)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

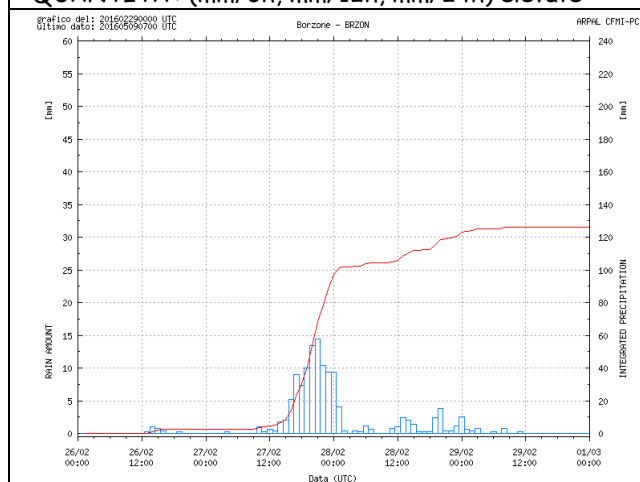


Figura 32 Ietogramma e cumulata a Borzone (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

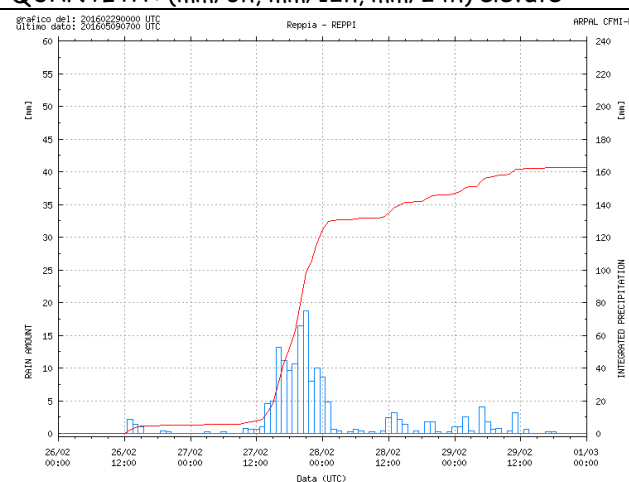


Figura 33 Ietogramma e cumulata a Reppia (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/24h) elevate, (mm/12h) molto elevate

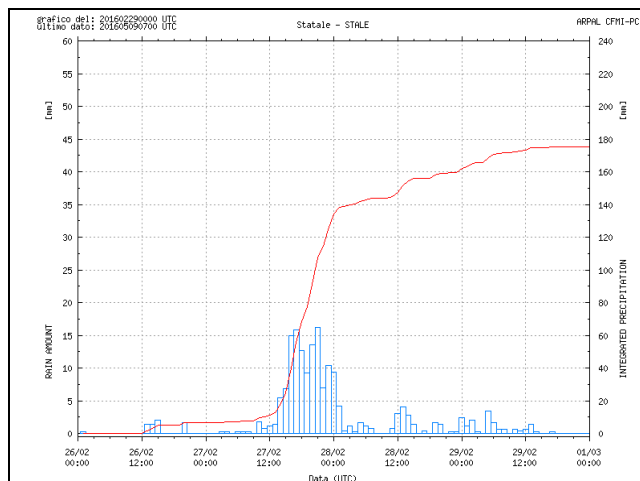


Figura 34 Ietogramma e cumulata a Statale di Ne (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/24h) elevate, (mm/12h) molto elevate

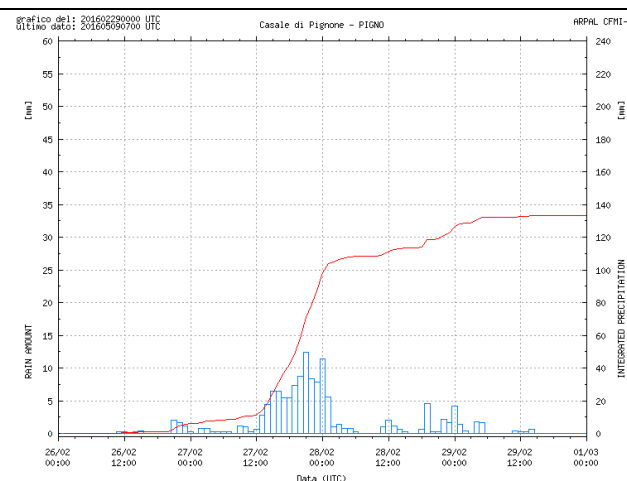


Figura 35 Ietogramma e cumulata a Casale di Pignone (C)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

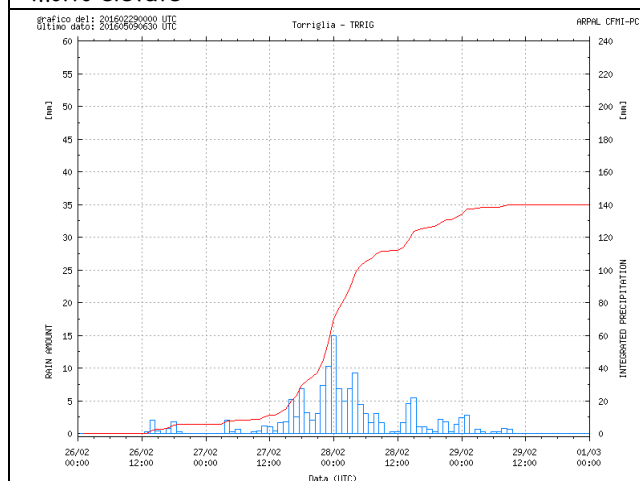


Figura 36 Ietogramma e cumulata a Torriglia (E)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

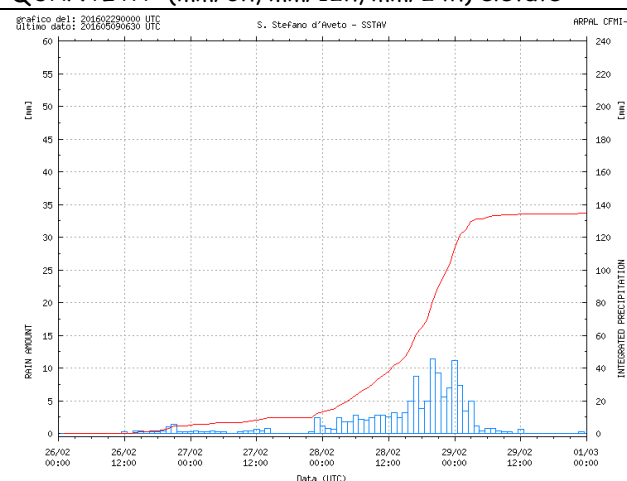


Figura 37 Ietogramma e cumulata a Santo Stefano d'Aveto (E)
INTENSITA': (mm/1h, mm/3h) moderate
QUANTITA': (mm/6h, mm/12h, mm/24h) elevate

Dagli ietogrammi di pioggia delle stazioni ritenute tra le più significative a scala d'evento, si può notare come le precipitazioni abbiano ovunque avuto intensità fino a MODERATA ed i quantitativi siano stati fino a MOLTO ELEVATI in un contesto di piogge diffuse e persistenti.

Nelle stazioni localizzate al di sopra dei 300 - 400 m slm delle zone D ed E (Murialdo e Mallare - zona D, Figura 26 - Figura 27; Santo Stefano d'Aveto - zona E, Figura 37), le registrazioni evidenziano l'assenza di precipitazione liquida, parziale o totale a seconda delle stazioni, nella notte tra il 27 e il 28 febbraio, sostituita da precipitazione allo stato solido. La fusione dell'accumulo nevoso presente negli imbuto degli strumenti è invece evidente nelle giornate del 28 e del 29 febbraio, in corrispondenza ad un sensibile rialzo delle temperature, segnato da un rapido incremento della cumulata osservata a scala d'evento (linea rossa negli ietogrammi). Per

facilitare l'interpretazione delle registrazioni pluviometriche durante la nevicata della notte tra il 27 e il 28 febbraio, sono di seguito mostrati i profili di temperatura di alcune stazioni localizzate nelle zone D ed E (Murialdo, Mallare e Santo Stefano d'Aveto) sullo stesso intervallo temporale. Questi evidenziano l'abbassamento delle temperature sino a valori prossimi allo zero termico tra il pomeriggio del 27 febbraio e la mattinata del 28, quando la precipitazione solida sostituisce quella liquida, ed il successivo graduale innalzamento.

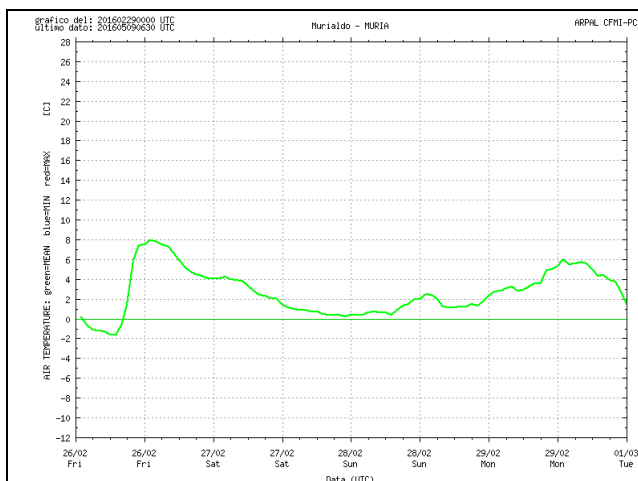


Figura 38 Profilo termico a Murialdo - 523 m slm (D)

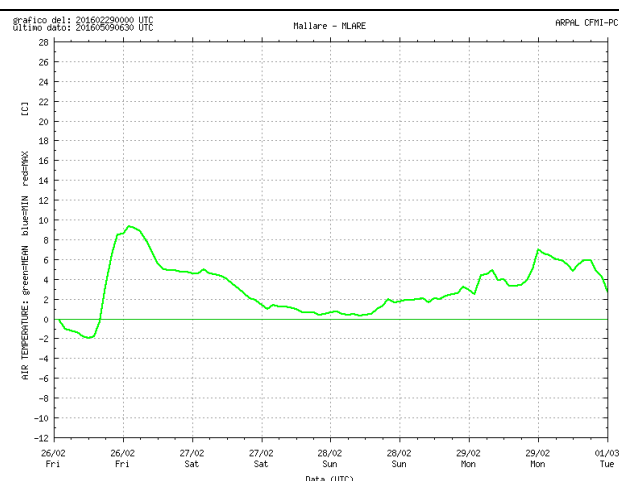


Figura 39 Profilo termico a Mallare - 467 m slm (D)

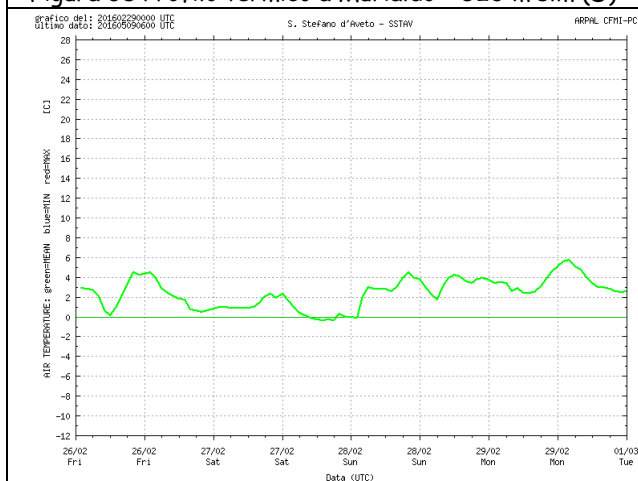


Figura 40 Profilo termico a Santo Stefano d'Aveto - 1322 m slm (E)

2.2 Analisi idrometrica e delle portate

A seguito di precipitazioni di intensità al più MODERATA e dai quantitativi massimi tra ELEVATI e MOLTO ELEVATI come sopra descritti, si sono registrati innalzamenti dei livelli idrometrici di gran parte dei corsi d'acqua della regione. Gli incrementi più significativi si sono osservati nei bacini di dimensioni maggiori del Levante nella prima fase dell'evento e del Ponente nella seconda fase. I livelli di piena massimi raggiunti si sono comunque sempre mantenuti al di sotto dei limiti di guardia e le portate al picco sono transitate senza provocare criticità.

Gli innalzamenti più significativi della prima parte dell'evento si sono verificati con una crescita graduale dei livelli, nelle prime ore del 28 febbraio, lungo Entella, Vara e successivamente Magra, in conseguenza delle precipitazioni che, in maniera più consistente, si sono verificate sui versanti tirrenici del Levante tra il pomeriggio e la sera del 27 febbraio. Il F. Entella è salito di quasi 1.5 m/12 ore a Panesi raggiungendo un massimo di 0.51 m (alle 03.15 UTC del 28/02). Più a Levante, la piena del Vara ha fatto registrare l'incremento più significativo dapprima a Nasceto, (2 m/12 ore con il livello massimo registrato di 3.65 m alle 02.00 UTC del 28/02) e, una volta confluito nel Magra, a Fornola dove il livello è salito di 2.17 m/12 ore e il livello massimo ha raggiunto i 2.75 m (alle 04.15 UTC del 28/02), rimanendo comunque ampiamente entro i limiti di guardia.

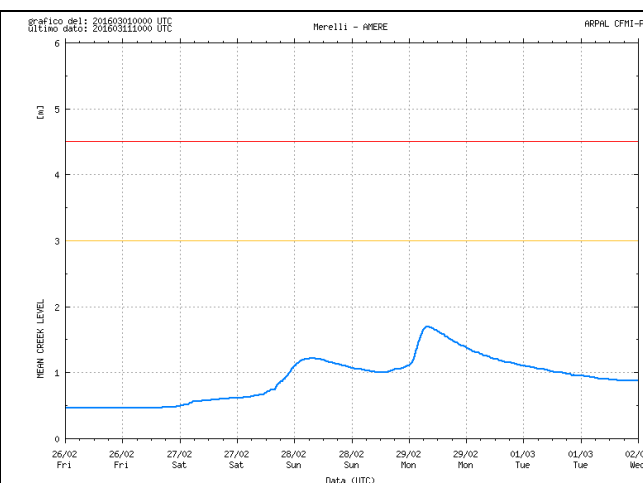
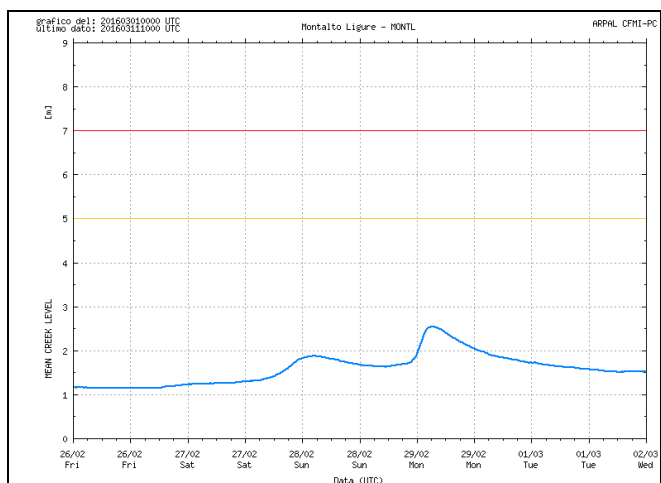
La seconda parte dell'evento è stata caratterizzata dalle risposte più rilevanti dei bacini del Ponente, arrivate nella nelle ore antelucane del 29 febbraio. Il principale innalzamento è stato registrato lungo la Bormida di Spigno a Piana Crixia, dove il livello è salito di circa 3 m/12 ore raggiungendo un massimo di 3.72 m (07.30 UTC del 29/02). Tale innalzamento è risultato conseguenza delle piogge cadute a partire dal pomeriggio del 28 febbraio e della fusione della neve caduta tra il 27 e il 28 febbraio sui versanti padani del savonese. Innalzamenti e relativi incrementi, meno rilevanti ma comunque significativi, si sono registrati anche lungo il T. Argentina (+1.32 m a Montalto Ligure alle 03.30 UTC del 29/02; +1.19 m a Merelli alle 04.15 UTC del 29/02) e lungo gli affluenti del F. Centa (Arroscia a Pogli: +0.98m alle 04.15 UTC del 29/02; Neva a Cisano: +0.97m alle 02.45 UTC del 29/02). Nella tabella che segue sono sintetizzati i livelli idrometrici ed i relativi incrementi misurati dai sensori della rete OMIRL. Le successive figure mostrano i profili dinamici di livello registrati durante l'evento nelle sezioni ritenute tra le più significative.

| Bacino | Sezione | Zona allerta | Livello idrometrico massimo osservato [m] | Orario del livello massimo (ora UTC) | Incremento di livello massimo osservato [m] |
|----------------------|----------------------|--------------|---|--------------------------------------|---|
| Roia | Airole | A | 1.81 | 15.00 del 29/02/2016 | 0.42 |
| Bevera | Torri | A | 0.2 | 06.00 del 28/02/2016 | 0.42 |
| Nervia | Isolabona | A | 1.26 | 06.30 del 29/02/2016 | 0.43 |
| Armea | Valle Armea | A | 0.43 | 23.15 del 28/02/2016 | 0.23 |
| Argentina | Montalto Ligure | A | 2.55 | 03.30 del 29/02/2016 | 1.32 |
| Argentina | Merelli | A | 1.69 | 04.15 del 29/02/2016 | 1.19 |
| Impero | Rugge di Pontedassio | A | 0.24 | 00.00 del 28/02/2016 | 0.55 |
| Arroscia | Pogli d'Ortovero | A | 1.22 | 04.15 del 29/02/2016 | 0.98 |
| Neva | Cisano sul Neva | A | 2.03 | 02.45 del 29/02/2016 | 0.97 |
| Centa | Molino Branca | A | 1.54 | 05.00 del 29/02/2016 | 0.59 |
| Bormida di Millesimo | Murialdo | D | 0.66 | 19.00 del 29/02/2016 | 0.64 |

| | | | | | |
|-------------------|-------------------------|---|------|-------------------------|------|
| Bormida di Spigno | Piana Crixia | D | 3.72 | 07.30 del 29/02/2016 | 3.06 |
| Orba | Tiglieto | D | 1.29 | 15.30 del 29/02/2016 | 0.79 |
| Stura | Campo Ligure | D | 1.12 | 23.00 del 29/02/2016 | 0.67 |
| Letimbro | Santuario di Savona | B | 0.58 | 01.30 del 29/02/2016 | 0.66 |
| Sansobbia | Stella S. Giustina | B | 0.71 | 01.00 del 29/02/2016 | 0.61 |
| Sansobbia | Albisola | B | 1.15 | 23.00 del 28/02/2016 | 0.68 |
| Teiro | Bolsine | B | 0.73 | 02.30 del 29/02/2016 | 0.45 |
| Leira | Molinetto | B | 1.09 | 03.00 del 28/02/2016 | 0.52 |
| Varenna | Genova - Granara | B | 0.25 | 02.45 del 28/02/2016 | 0.25 |
| Polcevera | Pontedecimo | B | 0.73 | 00.15 del 28/02/2016 | 0.25 |
| Polcevera | Genova - Rivarolo | B | 0.67 | 10.45 del 28/02/2016 | 0.28 |
| Bisagno | La Presa | B | 1.3 | 04.30 del 28/02/2016 | 0.55 |
| Bisagno | Genova - Molassana | B | 0.92 | 08.15 del 28/02/2016 | 0.68 |
| Geirato | Genova - Geirato | B | 0.81 | 02.45 del 29/02/2016 | 0.11 |
| Ferreggiano | Genova - Marassi | B | 0.54 | 07.45 del 28/02/2016 | 0.23 |
| Bisagno | Genova - P.Ila Firpo | B | 1.46 | 09.00 del 28/02/2016 | 0.81 |
| Sturla | Genova - Sturla | B | 0.03 | 09.45 del 28/02/2016 | 0.15 |
| Vobbia | Vobbietta | E | 1.56 | 05.00 del 29/02/2016 | 0.26 |
| Aveto | Cabanne | E | 0.18 | 05.50 del 28/02/2016 | 0.49 |
| Sturla | Vignolo | C | 1.6 | 02.00 del 28/02/2016 | 0.7 |
| Lavagna | Carasco | C | 2.71 | 05.30 del 28/02/2016 | 1.54 |
| Graveglia | Caminata | C | 1.33 | 01.45 del 28/02/2016 | 0.69 |
| Entella | Panesi | C | 0.51 | 03.15 del 28/02/2016 | 1.58 |

| | | | | | |
|----------|----------------|------------------|-------|-------------------------|------|
| Gromolo | Sestri Levante | C | 0.32 | 01.45 del 28/02/2016 | 0.34 |
| Petronio | Sara | C | 0.78 | 01.00 del 28/02/2016 | 0.69 |
| Vara | Nasceto | C | 3.62 | 02.00 del 28/02/2016 | 2.02 |
| Vara | Brugnato | C | 2.18 | 02.45 del 28/02/2016 | 1.45 |
| Vara | Piana Battolla | C | -0.49 | 04.00 del 28/02/2016 | 1.43 |
| Magra | Piccatello | Magra Toscano | 1.36 | 05.15 del 28/02/2016 | 0.58 |
| Magra | S. Giustina | Magra Toscano | 1.78 | 02.00 del 28/02/2016 | 1.13 |
| Teglia | Ponte Teglia | Magra Toscano | 0.91 | 04.15 del 28/02/2016 | 0.37 |
| Bagnone | Bagnone | Magra Toscano | 1.16 | 01.15 del 29/02/2016 | 0.41 |
| Taverone | Licciana Nardi | Magra Toscano | 1.46 | 01.45 del 29/02/2016 | 0.84 |
| Aulella | Soliera | Magra Toscano | 2.11 | 03.30 del 28/02/2016 | 0.97 |
| Magra | Calamazza | Magra Toscano | 2.45 | 03.30 del 28/02/2016 | 1.6 |
| Magra | Fornola | C | 2.75 | 04.15 del 28/02/2016 | 2.17 |
| Magra | Ameglia | C | 1.02 | 05.00 del 28/02/2016 | 0.86 |

Tabella 7 Livelli idrometrici registrati agli idrometri dei più importanti corsi d'acqua monitorati



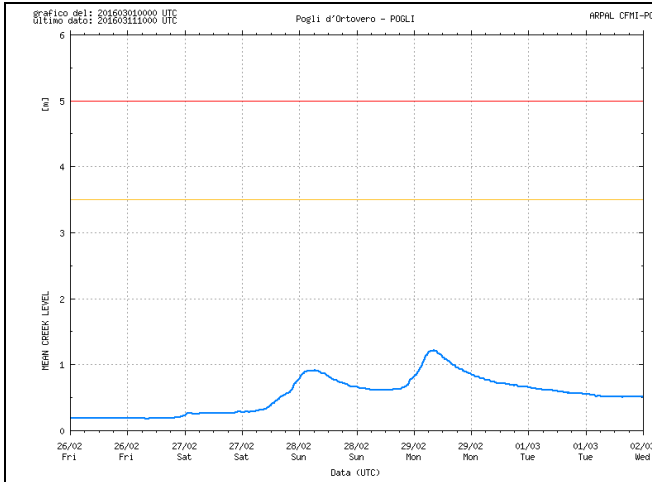


Figura 43 Livello idrometrico (Arroschia a P. d'Ortovero)

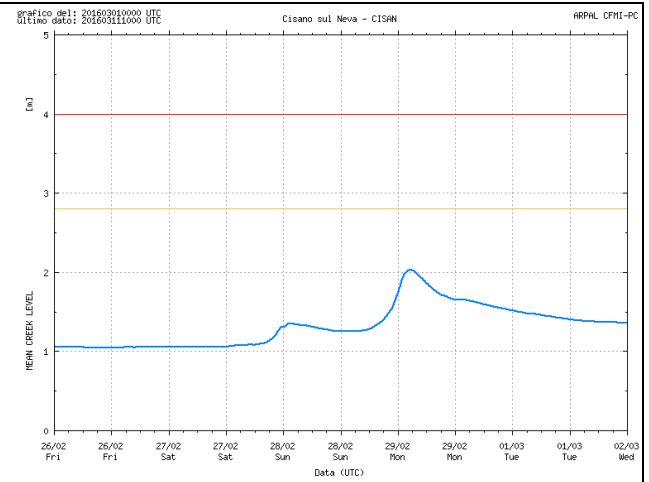


Figura 44 Livello idrometrico (Neva a Cisano)

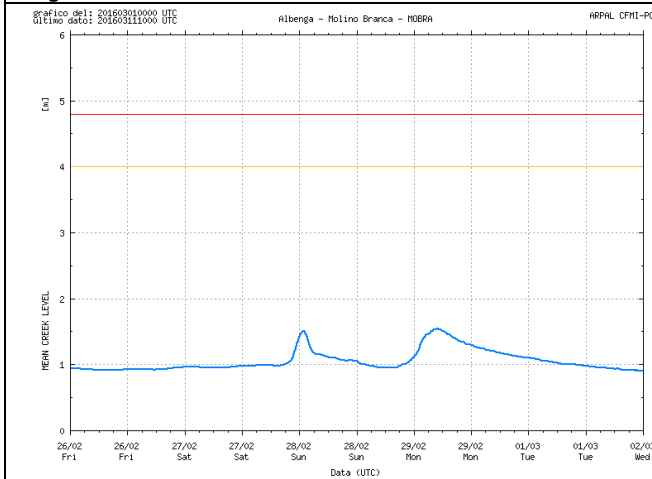


Figura 45 Livello idrometrico (Centa a Molino Branca)

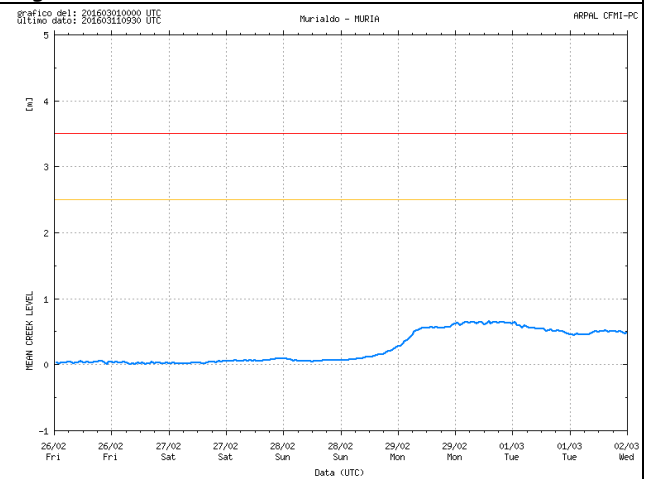


Figura 46 Livello idrometrico (Bormida di M. a Murialdo)

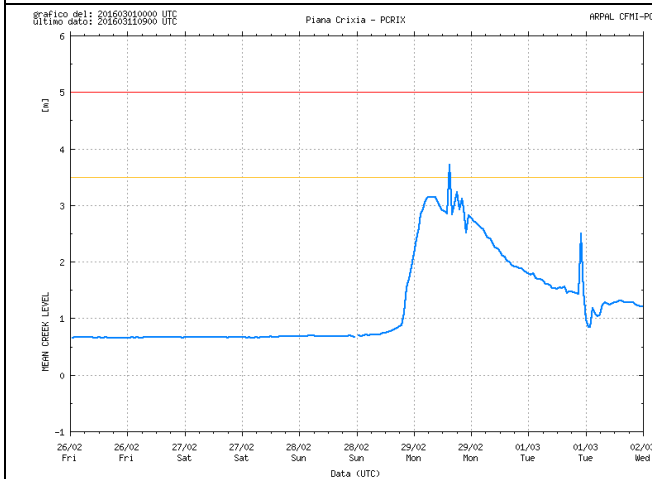


Figura 47 Livello idrometrico (Bormida di S. Piana Crixia)

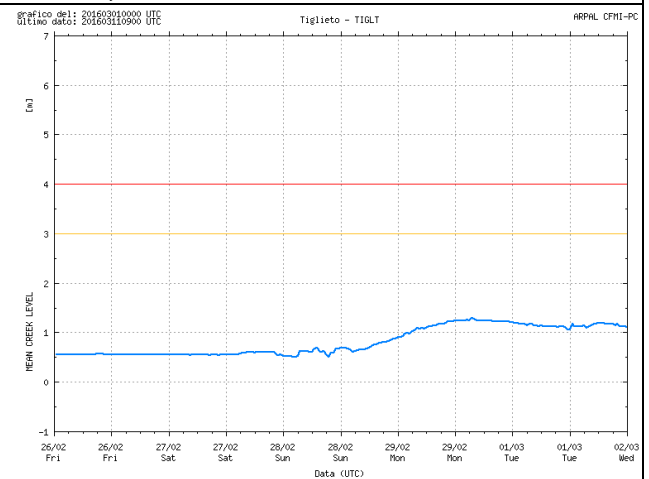


Figura 48 Livello idrometrico (Orba a Tiglieto)

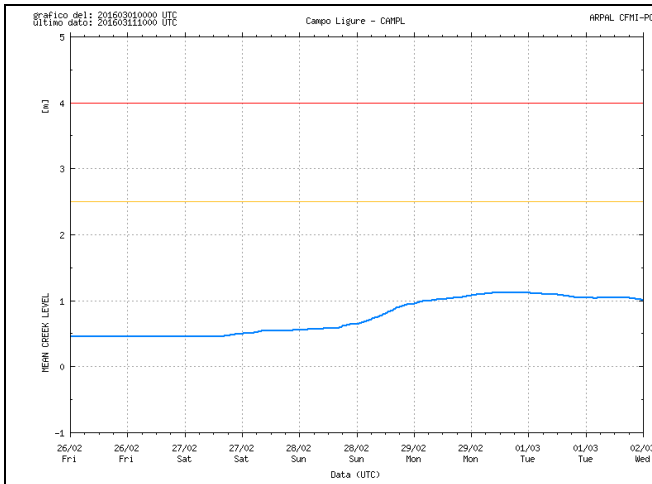


Figura 49 Livello idrometrico (Stura a Campoligure)

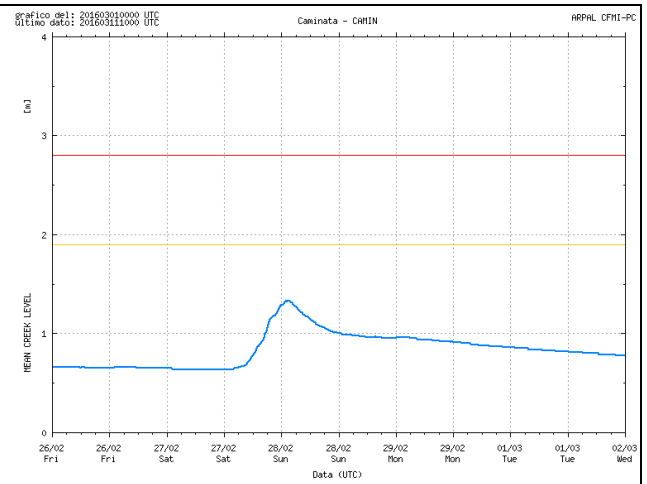


Figura 50 Livello idrometrico (Graveglia a Caminata)

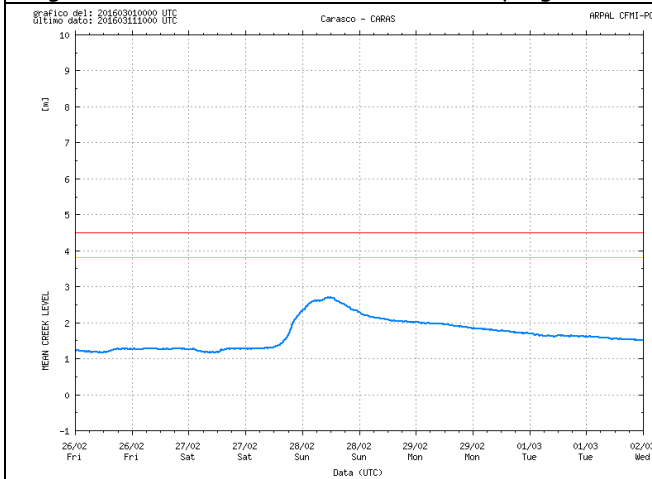


Figura 51 Livello idrometrico (Lavagna a Carasco)

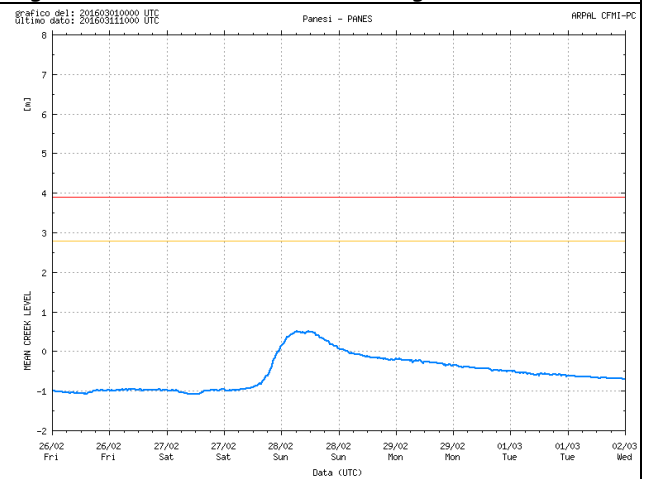


Figura 52 Livello idrometrico (Entella a Panesi)

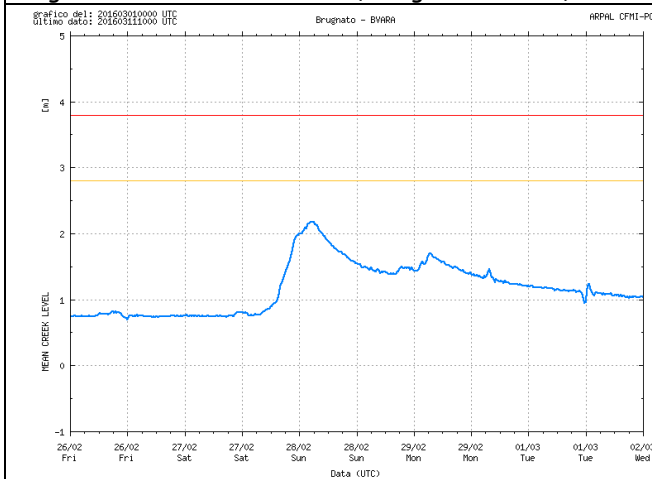


Figura 53 Livello idrometrico (Vara a Brugnato)

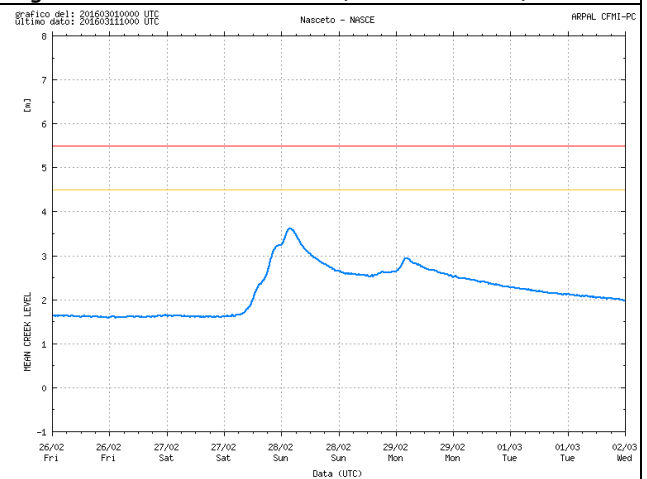


Figura 54 Livello idrometrico (Vara a Nasceto)

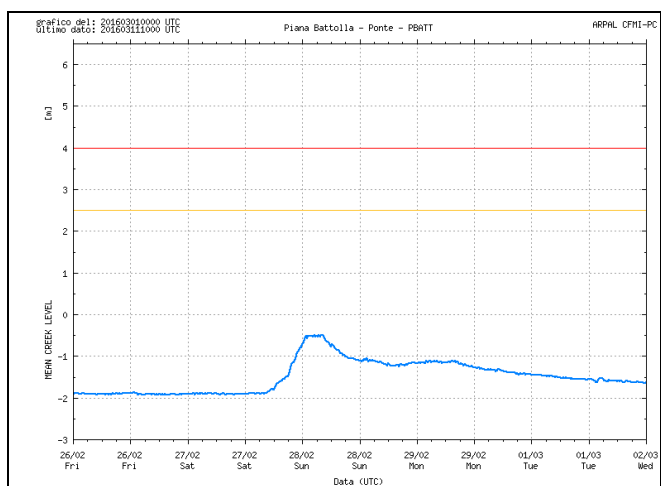


Figura 55 Livello idrometrico (Magra a Piana Battolla)

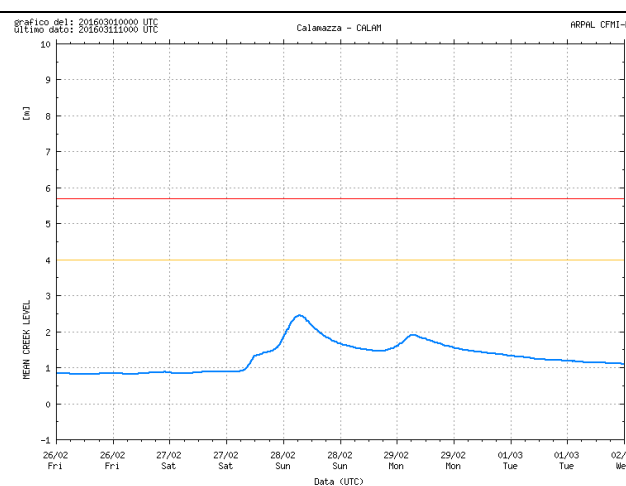


Figura 56 Livello idrometrico (Magra a Calamazza)

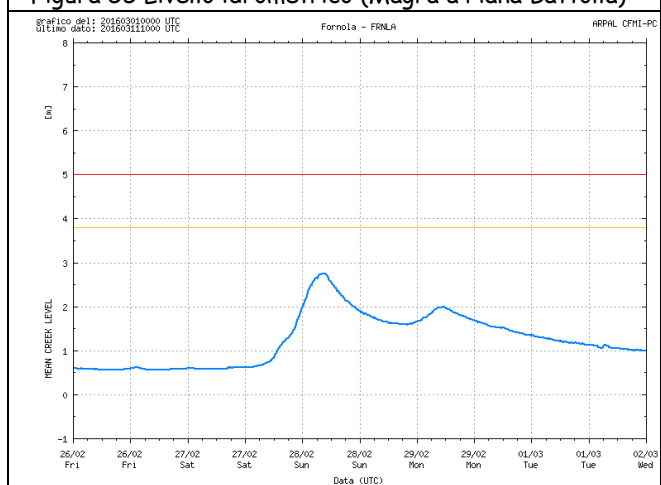


Figura 57 Livello idrometrico (Magra a Fornola)

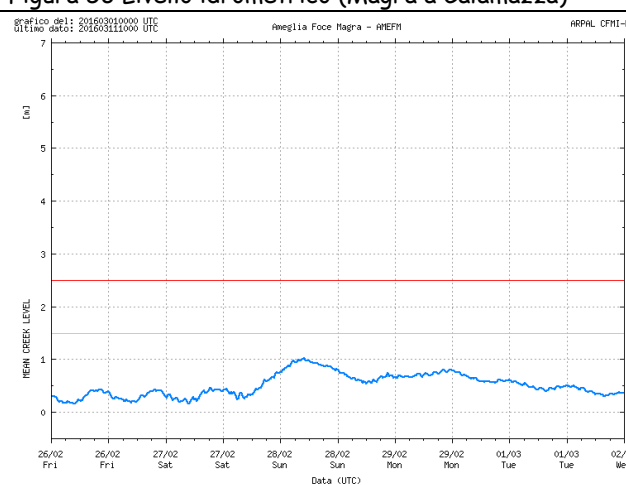


Figura 58 Livello idrometrico (Magra alla foce)

Nelle figure sopra riportate si può osservare come ovunque gli innalzamenti, anche significativi, siano stati lenti e gradualmente, non essendo mai stati registrati intensi scrosci di pioggia in grado di portare a brusche e rapide risposte dei bacini liguri. Nella Figura 47, si può notare l'innalzamento significativo della Bormida di Spigno a Piana Crixia, registrato nelle ore antelucane del 29 febbraio, conseguente le precipitazioni piovose e la fusione della neve caduta nelle notte precedente su gran parte del bacino a monte.

Nelle sezioni strumentate dei bacini padani di Ponente (zona D) ben si nota il contributo della fusione nevosa, conseguente l'innalzamento delle temperature registrato a partire dalle ore centrali del 28 febbraio, nella formazione dei deflussi alveati (+0.5 m rispetto ai livelli della mattina del 28/02) che hanno raggiunto valori di portata propri dei regimi di morbida (Bormida di Millesimo a Murialdo - Figura 46, Orba a Tiglieto - Figura 48, Stura a Campoligure - Figura 49).

2.3 Analisi anemometrica

I dati anemometrici registrati hanno evidenziato un regime settentrionale sulla zona di Ponente nettamente dominante sul regime sudorientale sul Levante, risultato più debole e meno persistente; ciò ha fatto sì che la convergenza tra i due flussi sia rimasta localizzata sul Mar Ligure centrale, scongiurando il verificarsi di fenomeni temporaleschi più intensi sulla terraferma.

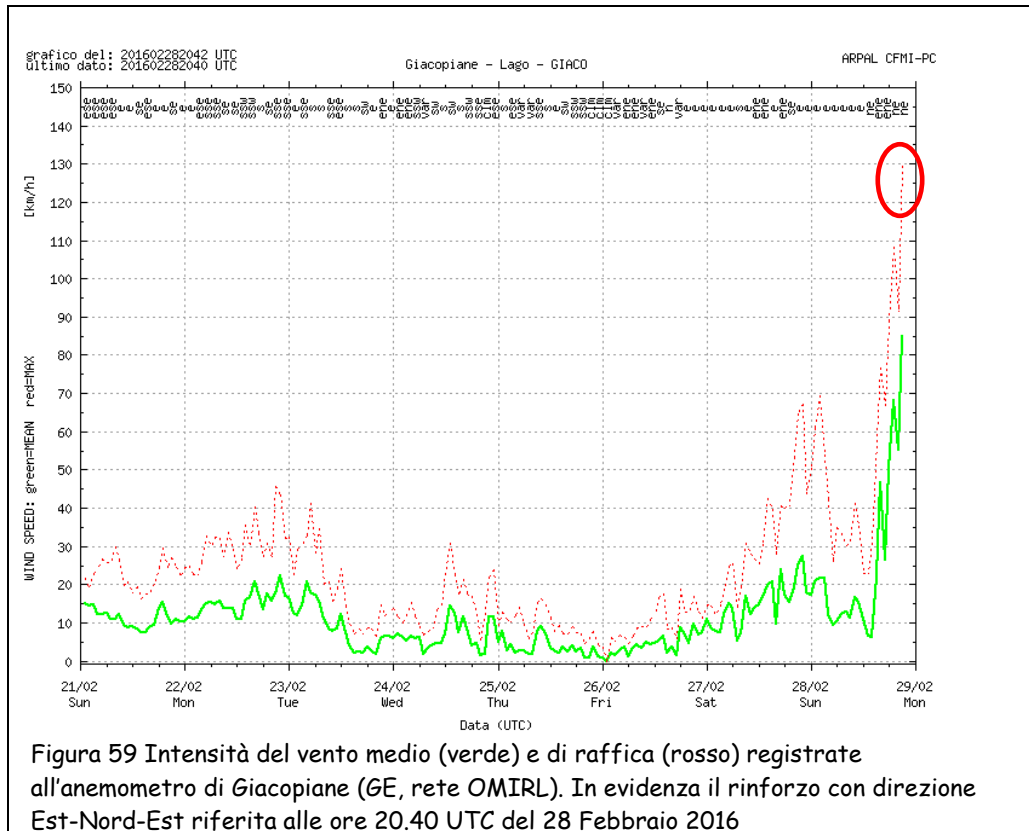
Nella tabella sottostante sono riportati i valori osservati in alcune stazioni anemometriche significative, si notino le raffiche registrate il 27 sera in corrispondenza dell'ingresso del fronte freddo e la sera del 28 quando il secondo minimo si è approfondito determinando un'intensificazione dei flussi ad esso associati.

Le raffiche più forti si sono registrate a Framura la sera del 27 con valori fino a 117 km/h e a Giacopiane la sera del 28 con un vento medio di 108 km/h e raffiche fino a 142 km/h (Figura 59).

In Tabella 8 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) (direzione) |
|---------------------------------|----------------------------|-----------------------|--|------------------------------------|
| Monte Maure (A) | 49 | 27 febbraio ore 19:40 | N | 76 |
| Monte Settepani (D) | 43 | 27 febbraio ore 22:20 | NO | - |
| Fontana Fresca (B) | 57 | 27 febbraio ore 22:00 | SE | 111 |
| Framura (C) | 71 | 27 febbraio ore 21:20 | NE | 117 |
| Corniole (C) | 64 | 27 febbraio ore 22:10 | E | 115 |
| Monte Maure (A) | 51 | 28 febbraio ore 23:20 | N | 98 |
| Colle di Cadibona (B) | 49 | 28 febbraio ore 21:10 | NO | 75 |
| Fontana Fresca (B) | 74 | 28 febbraio ore 21:20 | NE | 107 |
| Corniole (C) | 50 | 28 febbraio ore 00:00 | SE | 85 |
| La Spezia (C) | 44 | 28 febbraio ore 00:10 | S | 59 |
| Monte Rocchetta (C) | 51 | 28 febbraio ore 15:20 | N | 68 |
| Framura (C) | 64 | 28 febbraio ore 20:30 | NO | 105 |
| Casoni di Suvero (C) | 72 | 28 febbraio ore 20:40 | NE | 96 |
| Giacopiane (C) | 108 | 28 febbraio ore 20:50 | NE | 142 |
| Giacopiane (C) | 53 | 28 febbraio ore 23:10 | NE | 102 |

Tabella 8 Vento medio massimo e raffica massima osservati su alcune stazioni anemometriche significative



2.4 Analisi nivologica

L'evento del 27, 28 e 29 febbraio ha portato nevicate moderate con accumuli nell'ordine di qualche decina di centimetri su D (Val Bormida e Valle Stura), fino a quote di 300/400 metri, con fenomeni anche a carattere di rovescio moderato o localmente forte soprattutto nel corso della giornata del 27 febbraio, in corrispondenza dell'ingresso del sistema frontale sulla regione. Il nivometro di Settepani ha superato il metro di neve, più precisamente 103 cm alle ore 23 del giorno 28 febbraio, di cui la maggior parte caduti nella giornata del 27. La nevicata è stata caratterizzata da una prima fase più intensa che ha visto nel corso del 27 febbraio nevicate moderate o forti accompagnate da qualche rovescio o temporale, con accumuli intorno ai 30 cm e massimi sui rilievi e versanti padani intorno a 80 cm. Il giorno successivo si sono verificate ancora precipitazioni residue sui versanti padani di ponente. In questa seconda fase le temperature sono aumentate repentinamente a partire dal pomeriggio causando fenomeni di fusione, come si evince anche dal grafico del nivometro di Settepani in Figura 62.

La Figura 60 ben evidenzia il rapido abbassamento dello zero termico in corrispondenza dell'ingresso di aria fredda polare, con una quota iniziale sui 900 m che si porta fino ai 400 m nella mattina del 27 febbraio; successivamente è evidenziata una risalita nella tarda mattinata del 28 febbraio fino a raggiungere quasi i 2000 m. La formazione di tale cuscino freddo, di origine padana, ha contribuito, insieme alla ventilazione settentrionale, ad alimentare le precipitazioni nevose che hanno caratterizzato la fase centrale dell'evento.

Dopo una pausa nel corso delle ore centrali del 28, in corrispondenza dell'innalzamento della temperatura, si è assistito ad una seconda fase di precipitazione nevosa che ha caratterizzato la seconda fase dell'evento con accumuli dell'ordine dei 30 cm.

| Stazione (quota, zona allertamento) | Cumulata massima (cm) del 27/02/2016 | Cumulata massima (cm) del 28/02/2016 | Commenti e note |
|-------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Monte Settepani (1375 slm, SV) | 87 | 104 | Nivometri rete OMIRL |
| Urbe Vara (810 slm, SV) | 32 | 42 | |
| Verdeggia (1120 slm, IM): | 30 | 37 | |

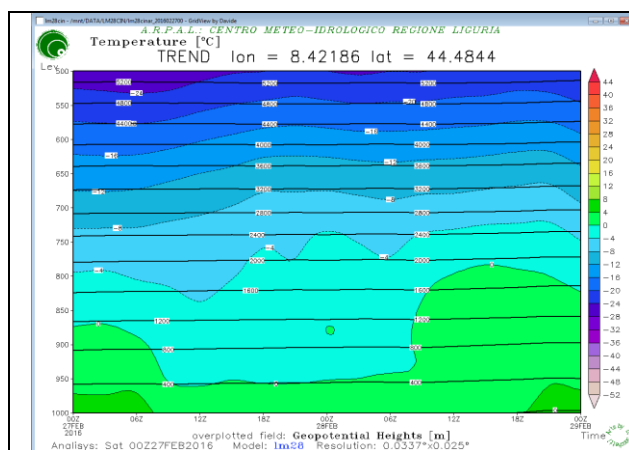


Figura 60 Andamento del profilo verticale della temperatura atmosferica dal 27 al 29 febbraio 2016 su un punto posizionato sull'area D (previsione del modello Lokal 2.8 km inizializzato alle 00 UTC del 27 febbraio).

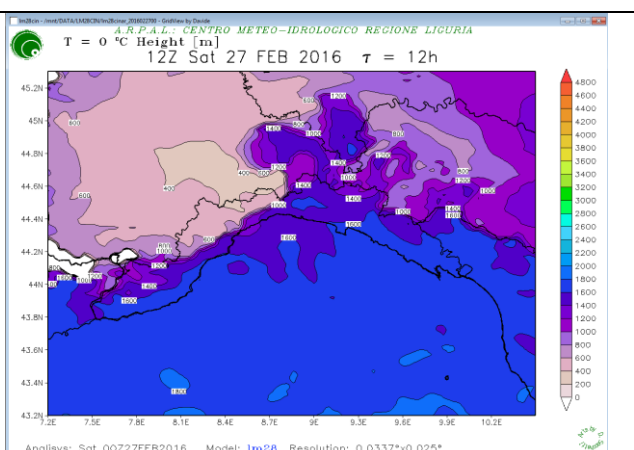


Figura 61 Mappa della quota dello zero termico riferita alle 12 UTC del 27 febbraio 2016 (previsione a +12 h del modello Lokal Model 2.8, inizializzato alle 00 UTC del 27 febbraio 2016). Lo zero termico risulta essere intorno ai 400 m sull'area D e sulla parte interna di B. Spiccano valori superiori a 1000 m a Levante e a Ponente dove l'influenza del cuscino freddo padano e i venti settentrionali non sono riusciti ad entrare.

In Figura 62 è rappresentato l'andamento della cumulata di neve a Settepani: si noti come la maggior parte della precipitazione nevosa sia caduta nella giornata del 27. In figura si nota anche l'effetto dell'innalzamento della temperatura che ha portato allo scioglimento della neve, seguito da un successivo innalzamento nel corso dei fenomeni registrati la sera del 28.

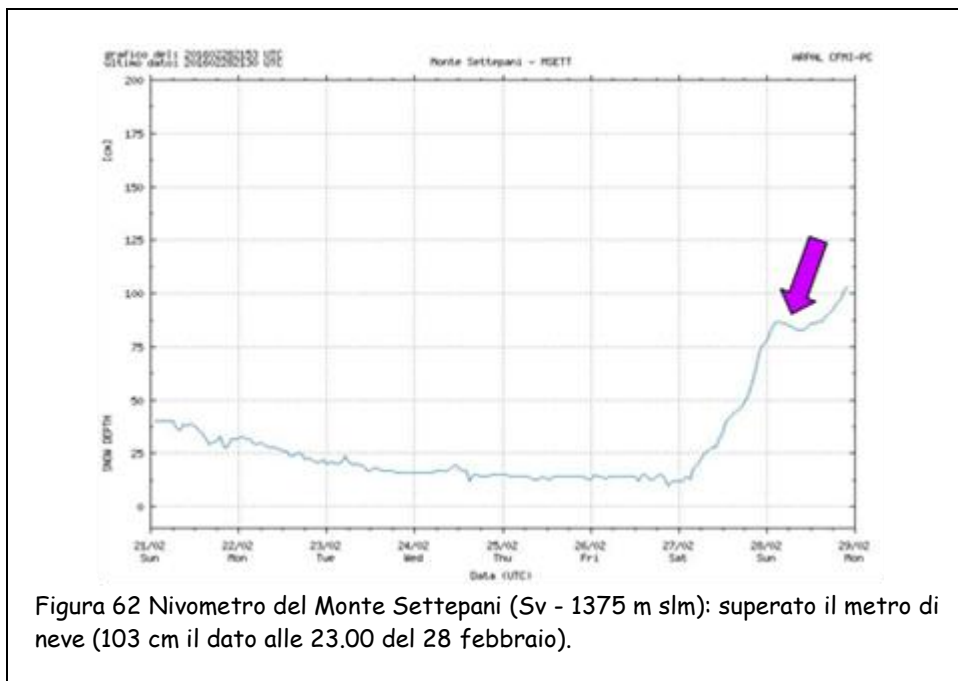


Figura 62 Nivometro del Monte Settepani (Sv - 1375 m slm): superato il metro di neve (103 cm il dato alle 23.00 del 28 febbraio).

2.5 Mare

La configurazione sinottica ha visto, nel corso dell'evento, il campo barico disposto lungo buona parte del Mediterraneo Occidentale; i venti forti, associati al minimo sulle Baleari, hanno quindi avuto a disposizione un lungofetch che ha determinato un aumento del moto ondoso fin sul Mar Ligure; l'onda venutasi a formare è stata lunga da Sud-Ovest nonostante l'evento sia stato caratterizzato da una prevalente ventilazione settentrionale. Il picco di altezza d'onda osservato è stato registrato dalla Boa di Gorgona nella notte del 28, con un valore intorno a 3 metri. Non si sono verificate criticità dovute allo stato del mare.

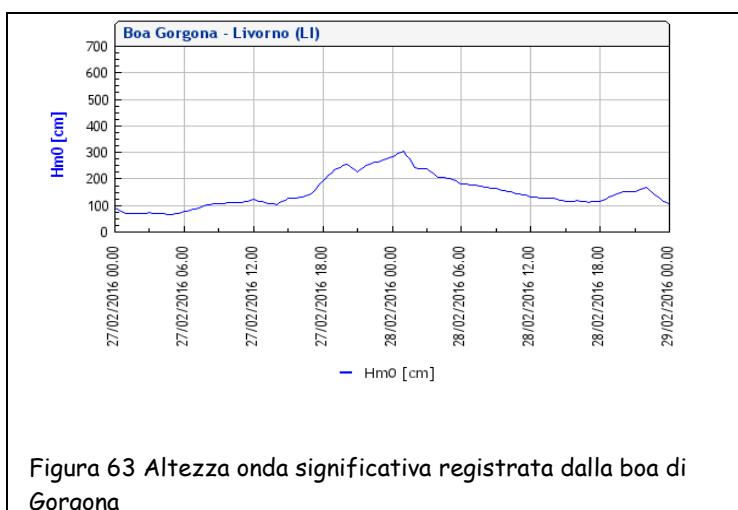


Figura 63 Altezza onda significativa registrata dalla boa di Gorgona

2.6 Effetti al suolo e danni rilevanti

L'evento in esame, sebbene abbia portato precipitazioni diffuse, persistenti, dalle cumulate localmente tra ELEVATE e MOLTO ELEVATE sulle maggiori durate di 6, 12 e 24 ore, non ha provocato alcun effetto al suolo di rilievo. I corsi d'acqua monitorati hanno registrato innalzamenti anche significativi ma con i livelli massimi raggiunti dalle piene rimasti ovunque ampiamente contenuti all'interno degli alvei. L'entroterra ligure, in particolare, le valli interne del Savonese, è stato colpito da precipitazioni nevose con accumuli significativi anche nel fondovalle (300 - 400m) che non hanno determinato particolari criticità sul territorio.

3 Conclusioni

L'evento meteorologico che ha interessato la regione tra il 27 ed il 29 febbraio 2016, associato alla presenza di profonda saccatura sull'Europa occidentale con formazione di un primo minimo rimasto quasi stazionario sulle Baleari ed un secondo minimo orografico formatosi sottovento all'Atlante e risalito lungo il Tirreno fino alla Corsica, ha apportato precipitazioni diffuse dalle cumulate fino a molto elevate e dalle intensità al più moderate che si sono manifestate in due differenti fasi. La prima fase, compresa tra le ore centrali del 27 e quelle del 28 febbraio, è risultata temporalesca. La prevalenza dei venti settentrionali sui regimi meridionali ha impedito il verificarsi fenomeni stazionari sulla terraferma, mantenendo i fenomeni temporaleschi prevalentemente sul mare. La seconda fase, compresa tra il pomeriggio del 28 e la mattinata del 29 febbraio, ha evidenziato invece un carattere diffuso e persistente.

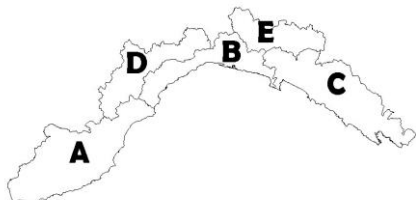
Durante la prima fase dell'evento le piogge sono state accompagnate da precipitazioni nevose che hanno interessato l'entroterra ligure e in particolar modo le valli interne del savonese, con accumuli moderati fino alle quote di 300 - 400 m, deboli nell'interno del genovesato e del chiavarese.

In ragione delle piogge registrate, si sono verificati innalzamenti dei livelli idrometrici di gran parte dei corsi d'acqua liguri con le risposte più significative nei corsi d'acqua maggiori (Argentina e Centa a Ponente, Bormida di Spigno nell'interno del savonese, Entella, Vara e Magra a Levante). Ovunque i massimi livelli raggiunti dalle piene, si sono mantenuti ampiamente al di sotto dei livelli di guardia, con le portate al picco defluite senza provocare alcuna criticità.

Nel corso dell'evento i venti hanno raggiunto valori elevati con raffiche fino a 142 km/ora da Nord Est a Levante e vento medio dell'ordine dei 100 km/ora.

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.