



## **Riassunto**

*Tra il giorno 7 e il giorno 9 dicembre la Regione Emilia-Romagna è stata interessata da nevicate che hanno generato accumuli di moderata entità. Il giorno 8 dicembre si è registrato un incremento del campo del vento, in particolare sui rilievi orientali, fascia costiera e mare, che ha causato un rapido innalzamento del moto ondoso.*

*In copertina: Mappa di analisi (da modello globale ECMWF) di temperatura, velocità del vento e geopotenziale a 500hPa del 08/12/2012 alle 06 UTC ( a sinistra ) e mappa di classificazione delle idrometeore da radar del 07/12/2012 alle 23:03 UTC (a destra) con, in giallo, l'area interessata da neve.*

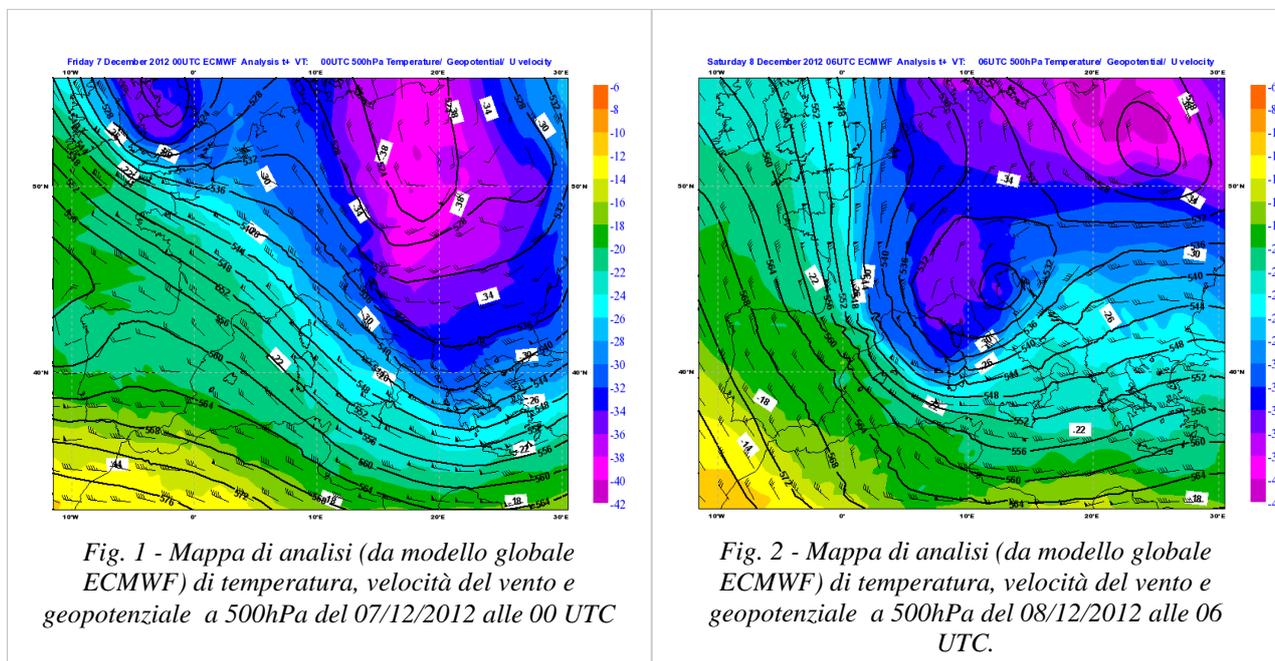
INDICE

<b>RIASSUNTO .....</b>	<b>2</b>
<b>1. EVOLUZIONE GENERALE E ZONE INTERESSATE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. ANALISI ALLA MESOSCALA CENTRATA SULL'EMILIA-ROMAGNA.....</b>	<b>7</b>
<b>2. CARATTERIZZAZIONE MICROFISICA .....</b>	<b>10</b>
<b>3. CUMULATE DI PRECIPITAZIONE E ANALISI DEL MANTO NEVOSO.....</b>	<b>11</b>
<b>4. ANALISI DEL VENTO .....</b>	<b>16</b>
<b>5. DESCRIZIONE DELL'EVENTO MARINO .....</b>	<b>17</b>

## 1. Evoluzione generale e zone interessate

Nei giorni che precedono l'evento un vasto minimo depressionario è presente sull'Europa centrale. L'analisi della mappa del geopotenziale a 500 hPa del ECMWF del 07/12/2012 ore 00.00 UTC (Fig. 1) mostra la presenza di una massa d'aria fredda polare che si spinge dal circolo polare artico sino alle basse latitudini interessando marginalmente anche il settore adriatico.

Nella giornata compresa tra il 7 e l'8 dicembre il nucleo di aria fredda, posto sul margine sinistro del minimo in corrispondenza della Gran Bretagna, viene rapidamente pilotato verso il Bacino del mediterraneo e nelle prime ore dell'8 dicembre giunge sul nostro territorio, generando un'occlusione sulla pianura padana e apportando aria fredda di origine atlantica sul settore occidentale della regione (Fig. 2).



Le prime nevicate si verificano a metà giornata del 7, inizialmente con una distribuzione irregolare lungo i rilievi centro-occidentali e sul settore occidentale, per poi intensificarsi e spostarsi in serata sul settore centrale della regione, pur non raggiungendo mai quantitativi abbondanti (Fig.3).

Sulla Romagna, a partire dalla tarda serata-notte del 7 e durante quasi tutta la giornata dell'8 dicembre, la neve continua a precipitare non registrando accumuli significativi (Fig.4). In concomitanza dell'evento si registra un incremento del campo del vento, in particolare sui rilievi orientali, fascia costiera e mare, dovuto al rientro di correnti fredde da nord-est, con relativo rapido innalzamento del moto ondoso.

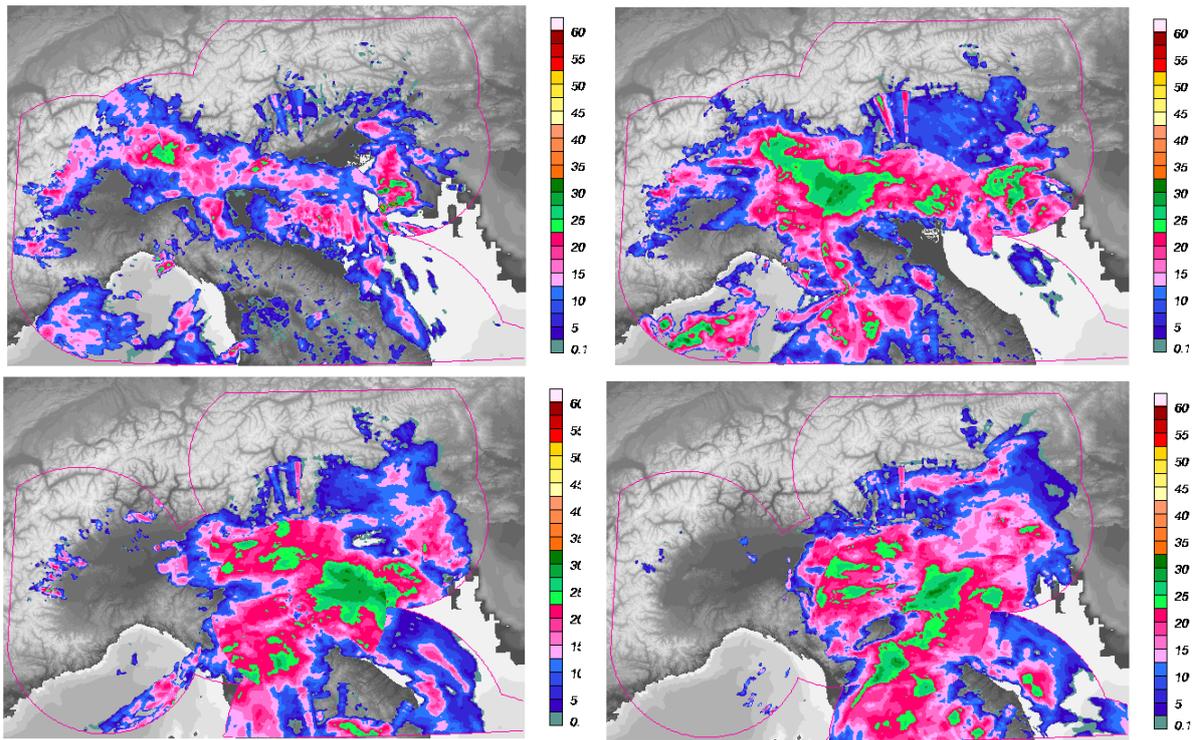


Fig. 3 - CAPPI di riflettività a 2000 m dal composito nazionale, zoom sul nord Italia, del 07/12/2012 alle 13:00 UTC (in alto a sinistra), alle 15:00 UTC (in alto a destra), alle 18:15 UTC (in basso a sinistra) e alle 20:00 UTC (in basso a destra).

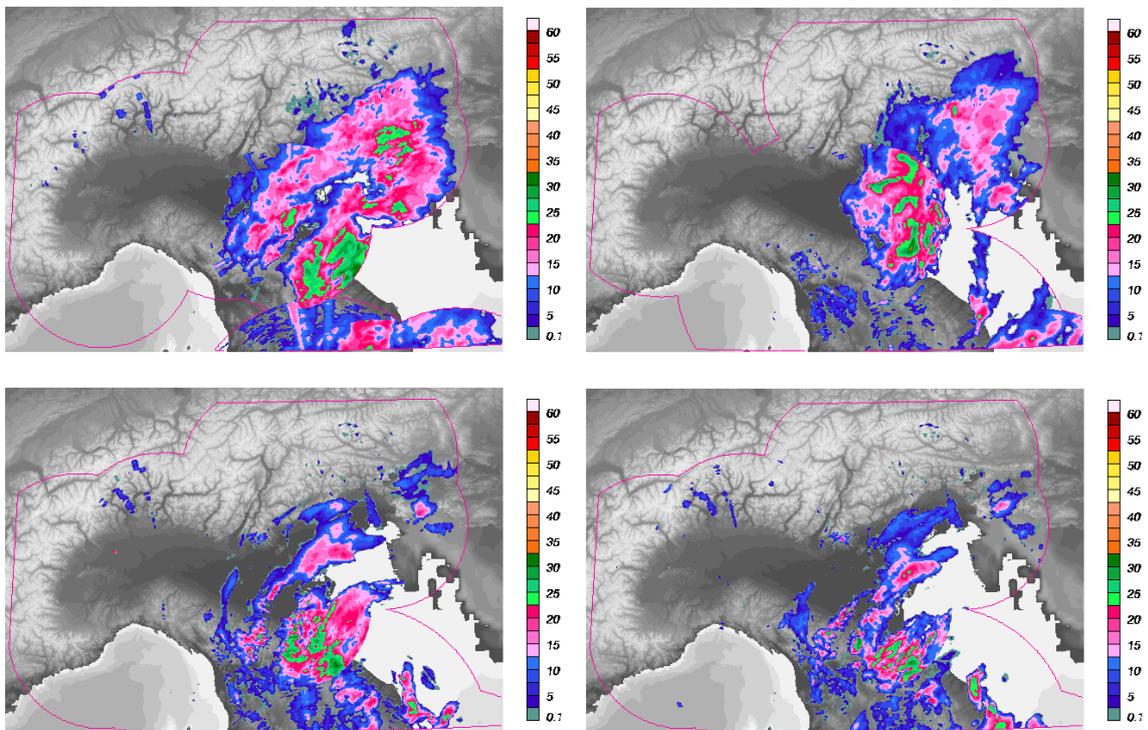


Fig. 4 - CAPPI di riflettività a 2000 m dal composito nazionale, vista sul nord Italia, del 07/12/2012 alle 23:00 UTC (in alto a sinistra) e del giorno 08/12/2012 alle 02:00 UTC (in alto a destra) del 08/12/2012 alle 15 UTC

Nel corso della giornata del 9 dicembre il nucleo di aria fredda scivola rapidamente lungo il settore adriatico apportando condizioni di maltempo diffuso al sud Italia con nevicate a bassa quota e forti temporali (Fig. 5), mentre nel nord Italia irrompe una massa d'aria fredda e particolarmente secca a tutte le quote (evidenziato dal radiosondaggio di San Pietro Capofiume del giorno 9 ore 00.00 UTC, in Fig. 6). Si noti che, in corrispondenza di questa avvezione fredda, le temperature minime si portano su valori di circa 10°C inferiori alla norma del periodo, facendo registrare punte di -12 °C nella pianura piacentina.

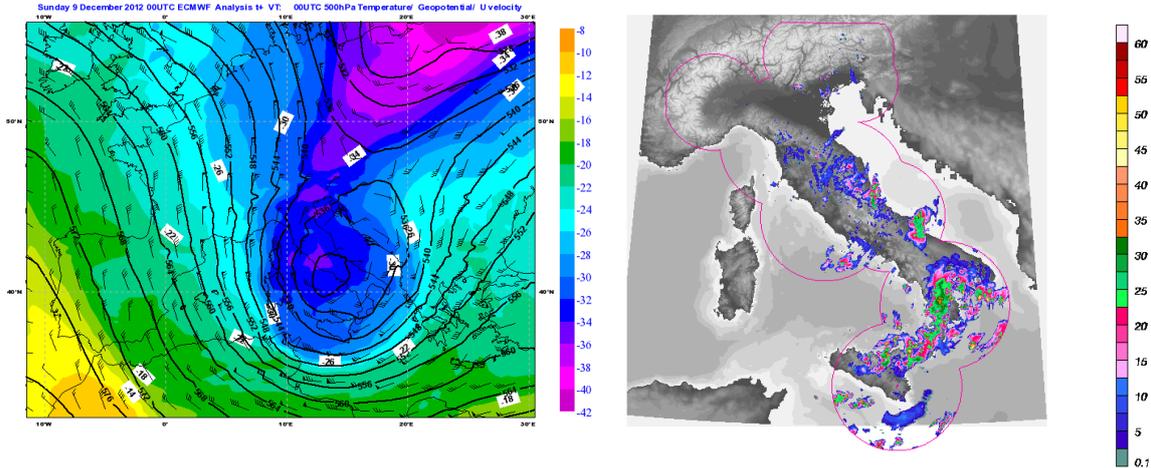


Fig.5 - Mappa di analisi (da modello globale ECMWF) di temperatura, velocità del vento e geopotenziale a 500hPa del 09/12/2012 alle 00 UTC (a sinistra) e CAPPI di riflettività a 2000 m dal composito nazionale, del giorno 09/12/2012 alle 00:45 UTC (a destra).

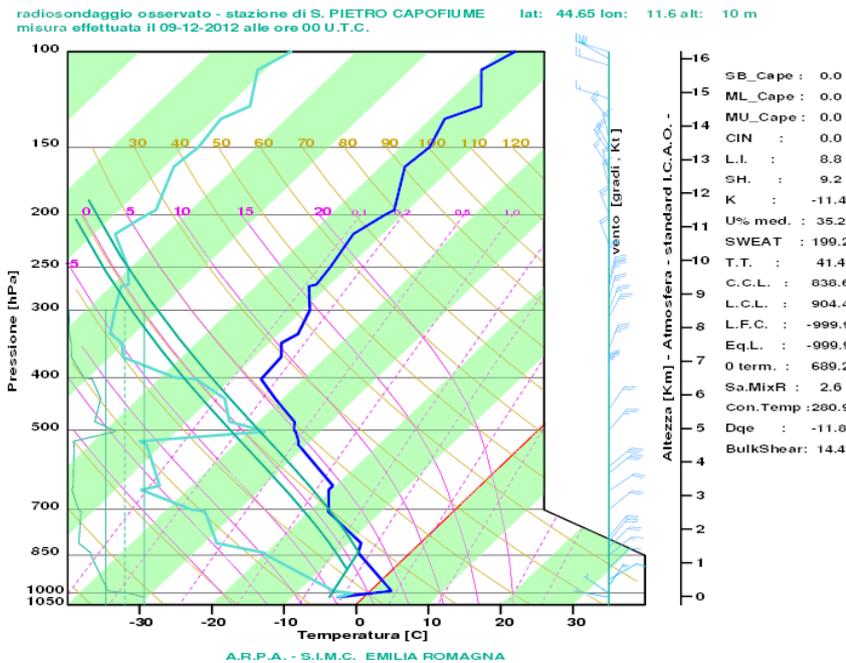


Fig 6: Radiosondaggio atmosferico di San Pietro Capofiume del giorno 9 dicembre ore 00.00 UTC

## 2. Analisi alla mesoscala centrata sull'Emilia-Romagna

Le prime deboli precipitazioni, a carattere nevoso, si verificano dapprima nell'area dell'Appennino Centro-Occidentale, per poi scendere sulla pianura adiacente, nella prima parte della mattinata del giorno 7 dicembre (Fig. 7, in alto).

A partire dalle ore 10 UTC un secondo impulso debole entra in regione dall'Appennino Centro-Orientale e coinvolge le province di Bologna, Forlì Cesena e Rimini e successivamente il Ravennate (Fig. 7, in basso).

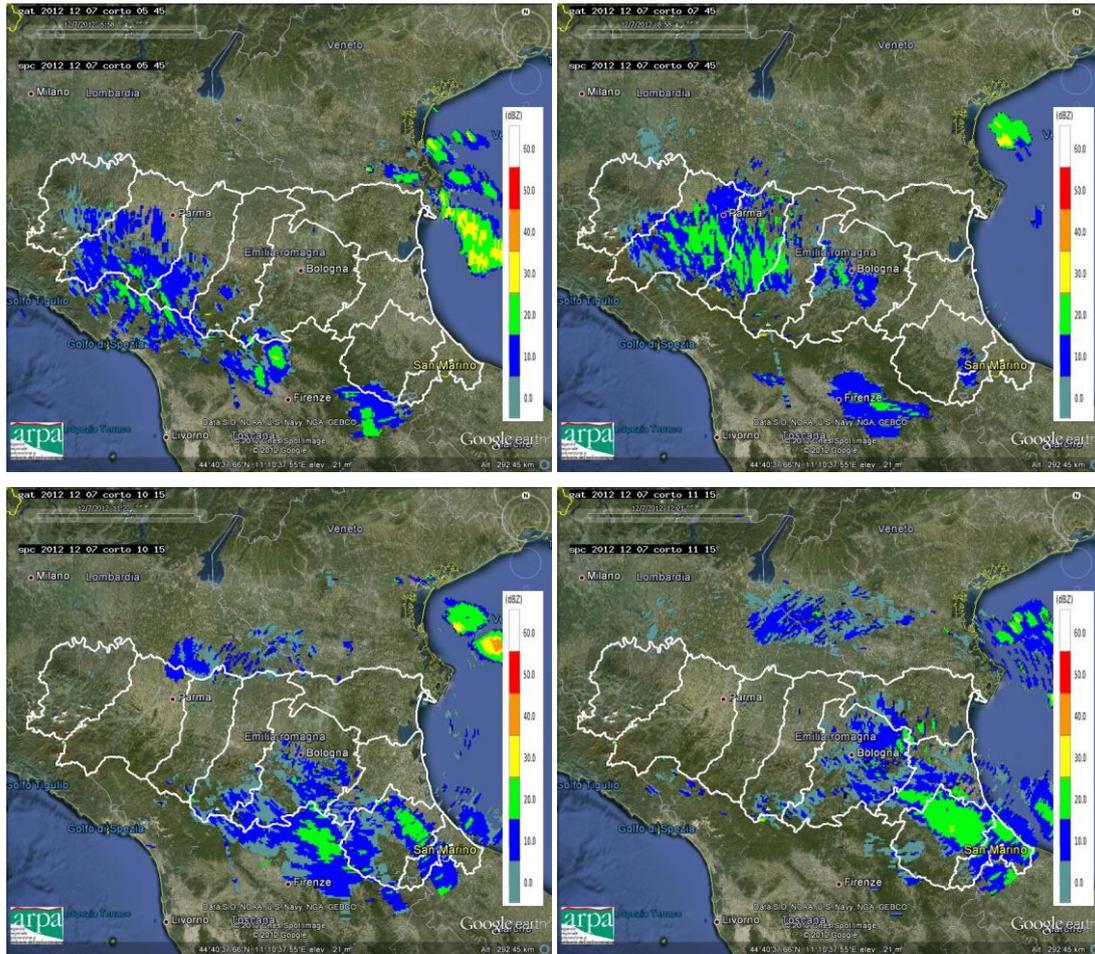


Fig. 7 - Mappe di riflettività del 07/12/2012 alle 05:45 UTC (in alto a sinistra), alle 07:45 UTC (in alto a destra) del 07/12/2012 alle 10:15 UTC (in basso a sinistra) e alle 11:15 UTC (in basso a destra).

Intorno alle 13 UTC inizia la parte intensa dell'evento, a partire da nord. A metà pomeriggio la precipitazione coinvolge anche il settore centro-occidentale della regione e dalle 15 UTC circa anche la Romagna, dove si intensifica successivamente (Fig. 8).

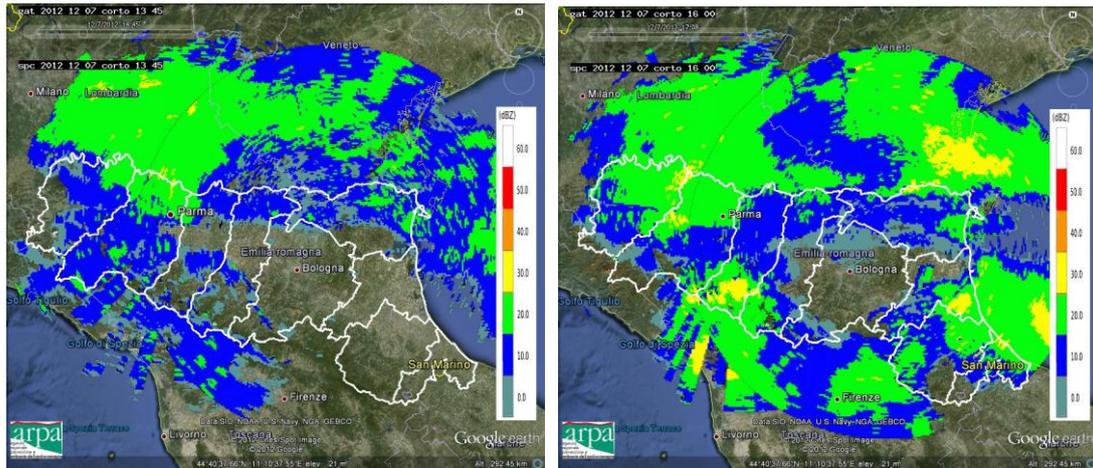


Fig.8 - Mappe di riflettività del 07/12/2012 alle 13:45 UTC ( a sinistra) e alle 16:00 UTC (a destra).

In serata, in seguito alla rotazione dei flussi, tutta la Regione, eccetto l'estremo occidentale è nuovamente interessata dalle precipitazioni che si spostano questa volta traslando verso est . Questa fase si conclude intorno alle 3 UTC del giorno 8 dicembre (Fig. 9).

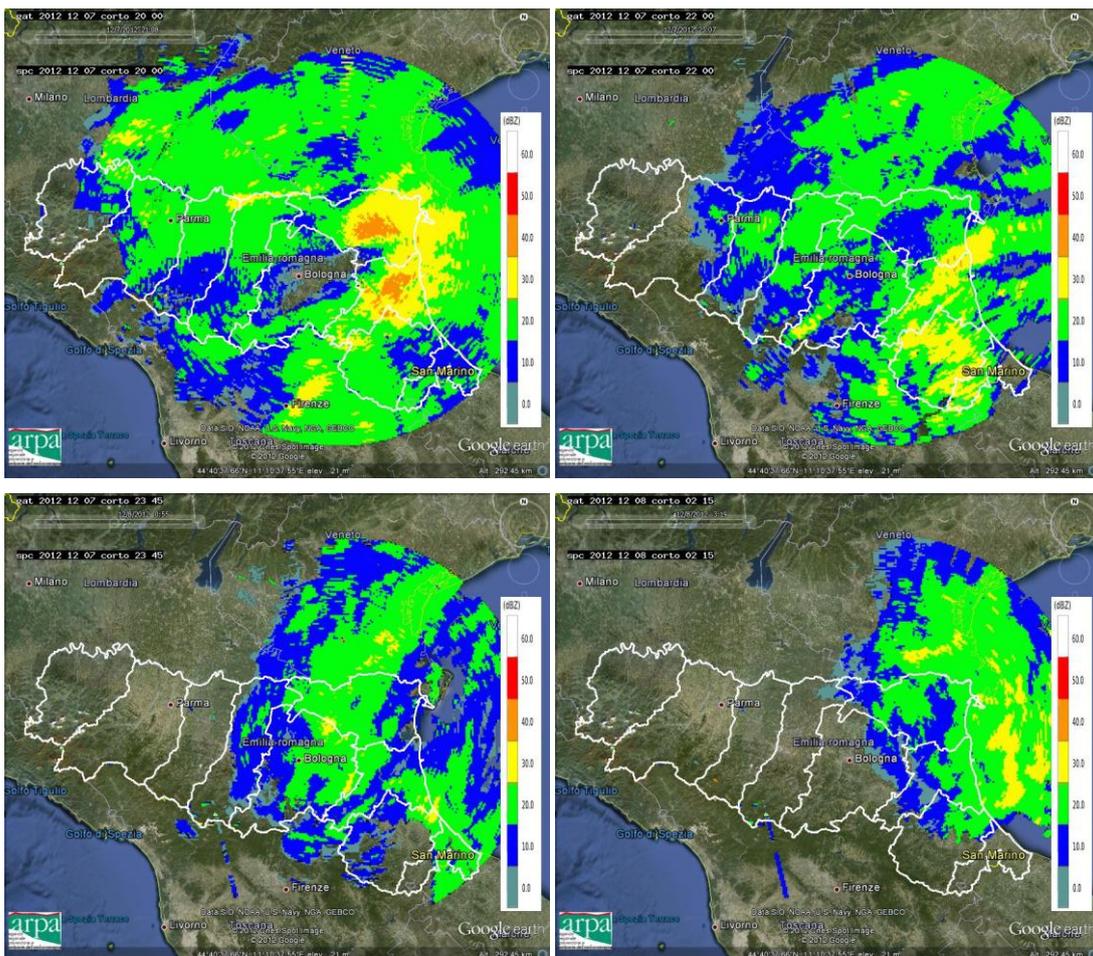


Fig.9 - Mappe di riflettività del 07/12/2012 alle 20:00 UTC (in alto a sinistra), alle 22:00 UTC (in alto a destra), alle 23:45 UTC (in basso a sinistra) e del 08/12/2012 alle 02:15 UTC (in basso a destra).



Dalle prime ore del mattino del giorno 8 dicembre si verifica un rientro da est delle precipitazioni, che insistono nuovamente nel settore orientale a partire dalle provincie di Ferrara e Bologna.

Infine, dal pomeriggio, tutta la Romagna è interessata dalle precipitazioni a carattere nevoso, che si esauriscono sull'Appennino a fine serata (Fig. 10).

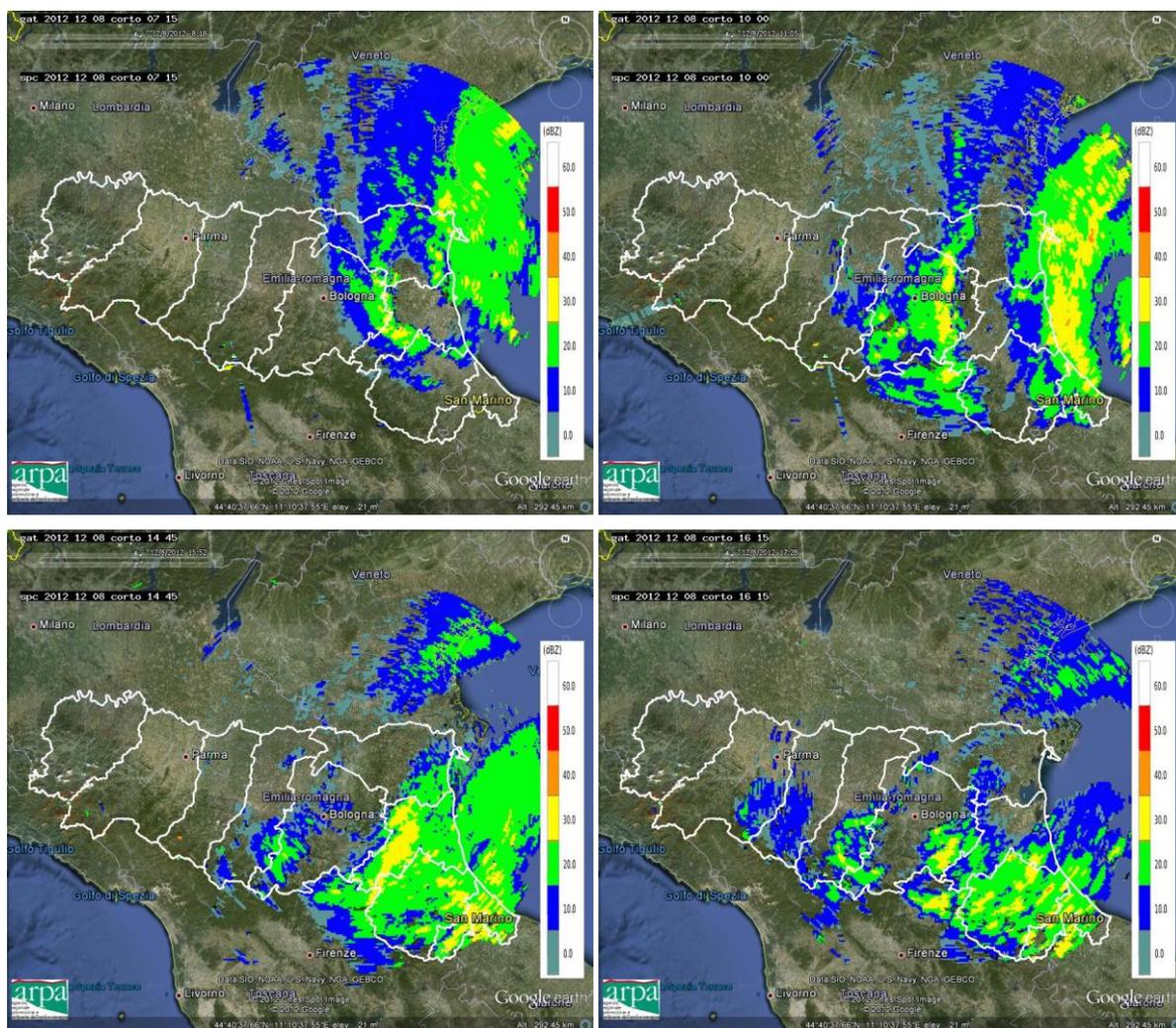


Fig. 10 - Mappe di riflettività del 08/12/2012 alle 07:15 UTC (in alto a sinistra), alle 10:00 UTC (in alto a destra), alle 14:45 UTC (in basso a sinistra) e alle 16:15 UTC (in basso a destra).

## 2. Caratterizzazione microfisica

Le precipitazioni sono state prevalentemente a carattere nevoso nell'area occidentale, nell'area orientale, a partire dalla tarda serata del 7 dicembre, quando, contestualmente al progressivo raffreddamento al suolo, sono passate da carattere misto a neve, come visibile dalle mappe di classificazione delle idrometeore ottenute dai radar di San Pietro Capofiume e Gattatico, dove azzurro e arancione stanno a indicare pioggia debole e neve bagnata e il giallo neve (Fig.11) e dall'andamento dei profili verticali di riflettività ottenuto dal radar di San Pietro Capofiume (Fig.12). Il profilo verticale di riflettività rappresenta l'andamento medio della riflettività con la quota e la variazione della sua forma risponde alla variazione media dello stato microfisico delle idrometeore precipitanti. Nel caso in esame il rapido incremento al suolo visibile alle 19:48 UTC è indicativo di neve bagnata, mentre l'andamento rettilineo alle 23:03 UTC è tipico della neve.

L'andamento delle temperature al suolo, visibile nelle mappe in Fig 13 conferma questo trend.

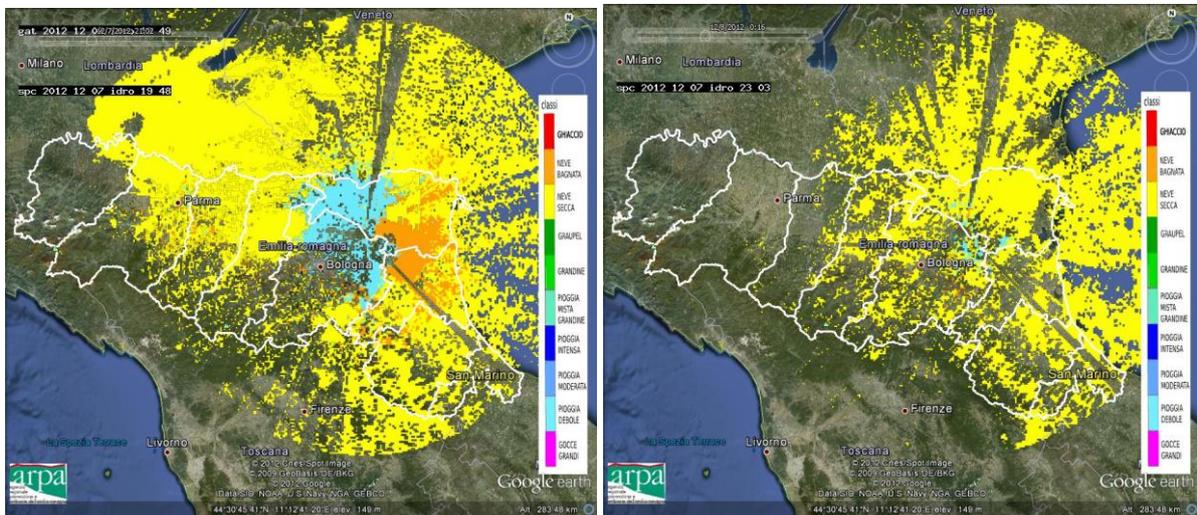


Fig. 11 - Mappe di classificazione delle idrometeore del 07/12/2012 alle 19:48 UTC (a sinistra), alle 23:03 (a destra). In arancione e azzurro la precipitazione in fase mista, in giallo la neve.

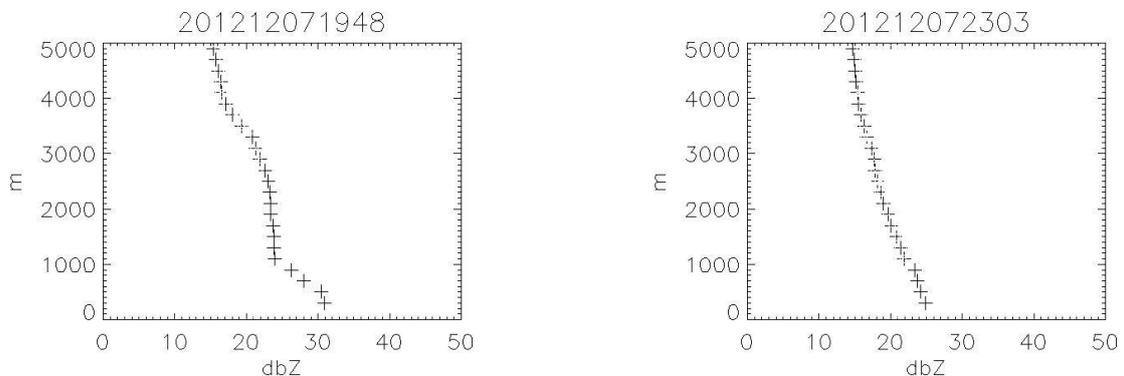


Fig.12 – Profili verticali di riflettività a San Pietro Capofiume del 07/12/2012 alle 19:48 UTC (a sinistra), alle 23:03 UTC (a destra). Il grafico rappresenta l'andamento medio della riflettività con la quota. L'incremento del valore di riflettività vicino al suolo nel grafico delle 19:48 UTC è tipico della neve in scioglimento. L'andamento rettilineo del grafico alle 23:03 UTC è indicativo di neve al suolo.

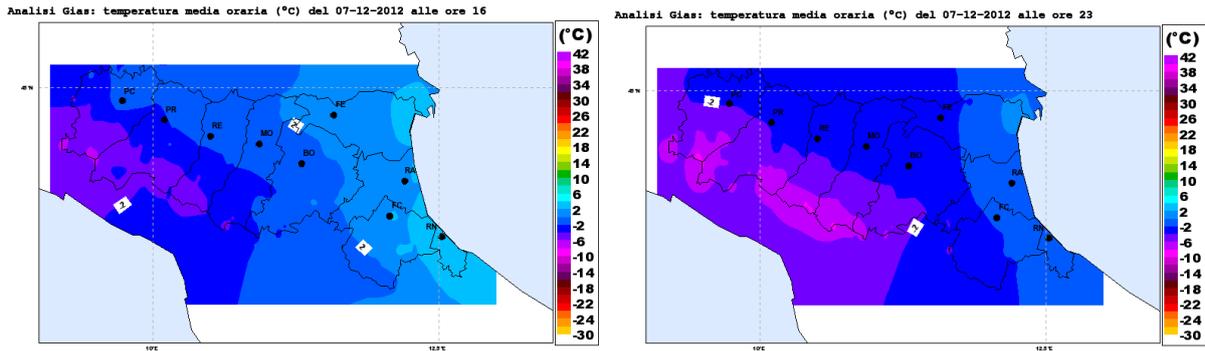


Fig. 13 – Mappe di analisi delle temperature al suolo del 07/12/2012 alle 16:00 UTC (a sinistra) e alle 23:00 UTC (a destra) ottenuta tramite l'analisi GIAS. La parte orientale della regione nel tardo pomeriggio (16 UTC) ha una temperatura al suolo ancora superiore allo zero (azzurro e azzurro scuro). Alle 23 UTC l'intera regione ha una temperatura al suolo inferiore allo zero (blu chiaro, blu scuro e viola).

### 3. Cumulate di precipitazione e analisi del manto nevoso

Il grafico relativo all'andamento dello spessore del manto nevoso (Fig. 14) mostra come, a partire dalle 15 UTC, le stazioni, localizzate sui rilievi centro-occidentali, segnalino precipitazione a carattere nevoso fino a circa le 21 UTC. L'incremento massimo di spessore registrato é di circa 20 cm, nelle stazioni di Montecatino (BO) e Lago Pratignano (MO). Le stazioni sono localizzate come indicato nella mappa in Fig. 15.

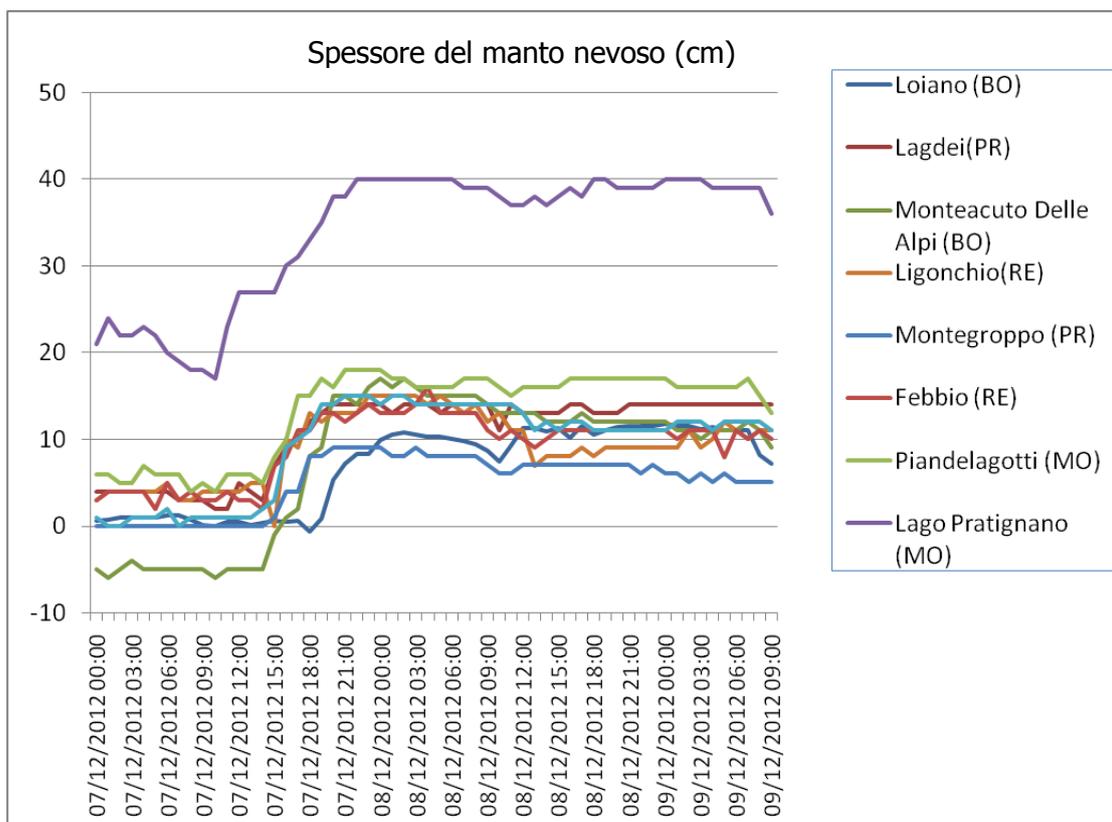


Fig. 14 - Andamento dello spessore del manto nevoso registrato dalle stazioni indicate nel riquadro .

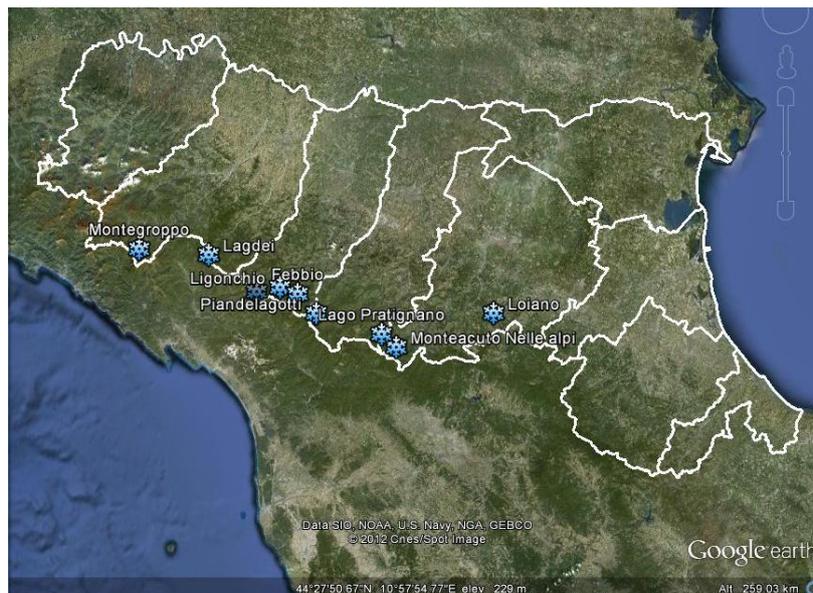


Fig. 15 . Posizione dei nivometri del grafico in Fig. 14.

La Tabella 1, che riporta le osservazioni di neve del corpo Forestale dello Stato conferma come, nel settore orientale, la precipitazione sia stata liquida nella prima parte dell'evento mentre, a partire dalla fine giornata del 7 dicembre, sia stata di tipo nevoso su tutta la regione. I massimi quantitativi di neve fresca registrati sono attorno ai 10-20 cm sull' Appennino.

Tabella 1. Osservazioni di neve del Corpo Forestale dello Stato.

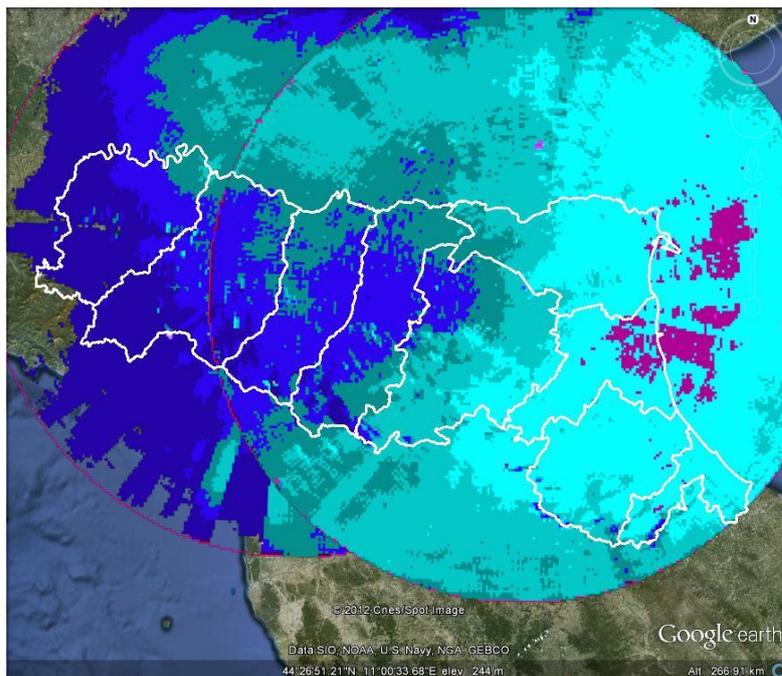
Data	Ora	Provincia	Comune	Condizioni	H neve Fresca (cm)	Quota (m s.l.m.m.)	H neve totale dal suolo (cm)
07/12/2012	12:18	FORLI' - CESENA	VERGHERETO	Pioggia debole intermittente	0,00	860	999
07/12/2012	19:21	REGGIO NELL'EMILIA	LIGONCHIO	Nevicata moderata	008	973	008
07/12/2012	19:54	REGGIO NELL'EMILIA	LIGONCHIO	Nevicata moderata	008	796	008
08/12/2012	13:32	BOLOGNA	MONTERENZIO	Nevicata debole intermittente	006	251	011
08/12/2012	15:43	FORLI' - CESENA	SANTA SOFIA	Scaccianeve (tormenta) sulla stazione	010	1533	033
08/12/2012	13:52	FORLI' - CESENA	VERGHERETO	Nevicata debole continua	006	856	006
08/12/2012	15:51	MODENA	LAMA MOCOGNO	Nessuno dei fenomeni	015	1352	015
08/12/2012	07:59	MODENA	SESTOLA	Nessuno dei fenomeni	010	1020	010
08/12/2012	09:55	RAVENNA	CASOLA VALSENIO	Nevicata debole continua	010	804	010
08/12/2012	11:54	RAVENNA	CASOLA VALSENIO	Nevicata debole intermittente	011	317	011
08/12/2012	16:17	REGGIO NELL'EMILIA	COLLAGNA	Nessuno dei fenomeni	020	1405	040

Anche le osservazioni dei volontari confermano quantitativi di neve fresca inferiori ai 20 cm (Tabella 2)

*Tabella 2. Altezza totale di neve caduta nei giorni 7-8 misurata dagli osservatori volontari ed idrografici (dati non validati).*

<b>Comune-Frazione</b>	<b>Provincia</b>	<b>7-8 dic 2012</b>
Bologna	BO	4
Imola	BO	2
Monzuno	BO	18
S. Giovanni Persiceto-Decima	BO	4
Sasso Marconi	BO	5 6
Sasso Marconi-Pontecchio	BO	5
Imola	BO	3
Monte S. Pietro	BO	5
Forlì - S. Biagio	FC	4
Forlì	FC	4
Vecchiazano	FC	2
Roncofreddo	FC	15 20
Diga di Quarto	FC	3
Santa Sofia	FC	1
Boara	FE	8
Bondeno	FE	7
Ferrara Foro Boario	FE	6
Porotto/Cassana Ferrara	FE	7
Portomaggiore	FE	6
Modena Osservatorio	MO	6
Ravarino	MO	5
Piacenza Centro	PC	6 8
Parma	PR	4
Alfonsine	RA	4
Casola Valsenio-San Ruffillo	RA	8
Faenza	RA	3
Ravenna-Gambellara	RA	2
Albinea	RE	6
Novellara	RE	8
Reggio Emilia	RE	6
Riccione	RN	TRACCE
S Archangelo R	RN	4
Novafeltria	RN	13
San Marino Monte Titano	RSM	16 20

La cumulata di precipitazione durante l'intero evento ricavata dai radar di Gattatico e San Pietro Capofiume (Fig 16) mostra come nella parte orientale della Regione siano caduti i quantitativi maggiori. Infatti, come osservato nella Sezione 2, l'evento si è distribuito sull'intera Regione fino alla serata del giorno 7 dicembre, mentre dalla sera del 7 dicembre a fine giornata dell'8 ha insistito principalmente sul settore orientale, ritirandosi progressivamente ad est, con precipitazioni a carattere nevoso.



*Fig.16 Mappa di cumulata di precipitazione dalle 00 UTC del 7/12/2012 alle 00 UTC del 9/12/2012.  
Composito dai radar di San Pietro Capofiume e Gattatico.*

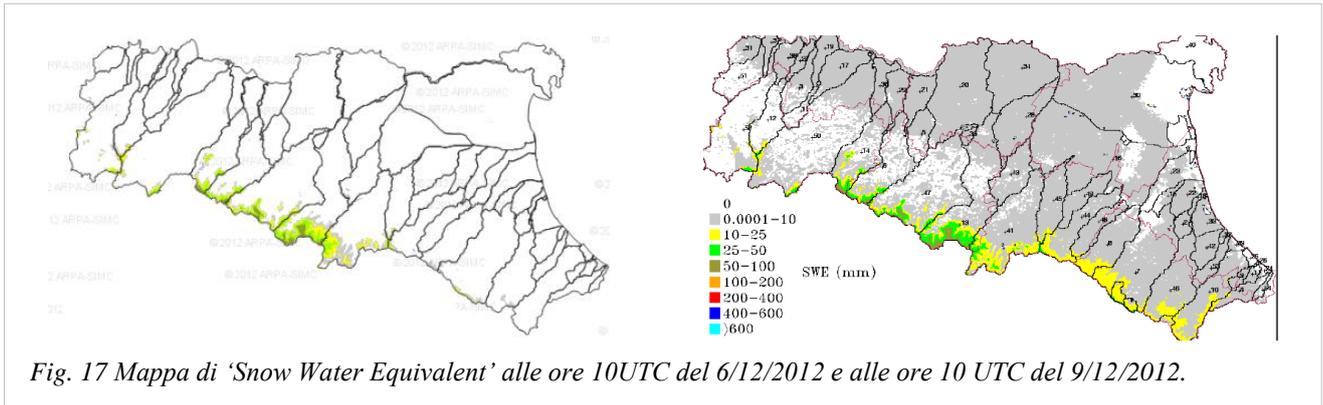
La mappa di Snow Water Equivalent indica il contenuto equivalente in acqua del manto nevoso (espresso in mm) depositato al suolo, calcolato tramite un modello di accumulo integrato con le immagini satellitari che rilevano le aree del territorio coperte da neve .

Il dato di SWE è utilizzato principalmente in idrologia per conoscere la quantità di acqua all'interno di un bacino idrografico ai fini del calcolo del bilancio idrologico.

ARPA-SIMC calcola lo SWE con un metodo indiretto basato su un modello numerico inserito all'interno del modello di bilancio idrico. Il modello richiede in input dati orari di temperatura, precipitazione, umidità, radiazione, vento che vengono rilevati automaticamente dalle stazioni meteorologiche presenti nel territorio regionale. In particolare per le precipitazioni vengono utilizzati i dati dei pluviometri dotati di riscaldatore.

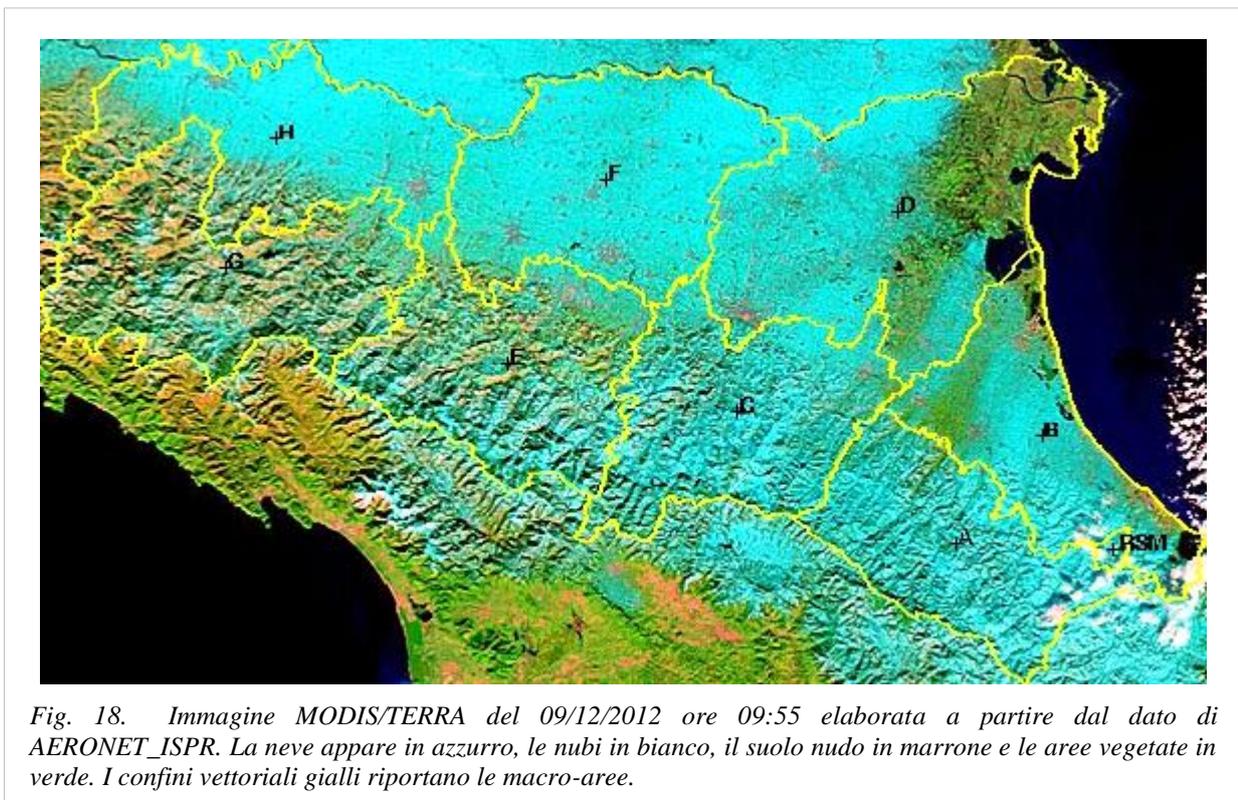
Questi dati iniziali vengono spazializzati con opportuni metodi di interpolazione da un software di analisi dati meteorologici su celle di 0,25 km<sup>2</sup>, i dati spazializzati alimentano la catena modellistica per la stima dello SWE che successivamente viene integrata con le immagini satellitari che rilevano le aree del territorio coperte da neve.

La Fig, 17 rappresenta il dato prima e dopo la nevicata ed è evidente che, secondo l'elaborazione del modello, su quasi tutta la regione si è depositato uno strato corrispondente a un contenuto d'acqua inferiore ai dieci millimetri salvo che sul crinale emiliano-romagnolo dove i valori sono stati più elevati con depositi sui 25 mm nella parte romagnola e anche maggiori di 50 mm sulla parte emiliana.



In Fig. 18 è rappresentata l'immagine MODIS/TERRA (utilizzata per il calcolo dell'SWE) del 09/12/2012 ore 09:55 elaborata a partire dal dato di AERONET\_Ispra ([http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/imagery/subsets/?project=&subset=AERONET\\_Ispra&date=12%2F09%2F2012](http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/imagery/subsets/?project=&subset=AERONET_Ispra&date=12%2F09%2F2012)) in cui si visualizzano le bande del medio e vicino infrarosso e del rosso nella frequenza visibile. La neve appare in azzurro, le nubi in bianco, il suolo nudo in marrone e le aree vegetate in verde. I confini vettoriali gialli riportano le macro-aree di allertamento.

L'immagine è stata classificata tramite una libreria spettrale che individua la superficie innevata sfruttando le sue caratteristiche spettrali.



## 4. Analisi del vento

Lungo la fascia costiera ad iniziare dalla sera del 7 dicembre la ventilazione da ovest, nord-ovest è progressivamente aumentata di intensità raggiungendo, tra la sera di sabato 8 e le prime ore di domenica 9 dicembre, valori medi orari dell'ordine di 8 m/s (circa 30 km/h) e raffiche intorno ai 15 m/s (circa 50 km/h).

Nello specifico, le raffiche a Ravenna, per buona parte del giorno 8 si sono mantenute sempre superiori ai 10 m/s (circa 36 km/h) raggiungendo i 19,6 m/s (circa 70 km/h) nella serata e assumendo direzione da nord-est; analogo andamento si è riscontrato nelle altre città capoluogo della Romagna; la stazione di Mulazzano (RN) posizionata nell'entroterra riminese, ha registrato vento medio orario massimo di 11,2 m/s (circa 40 km/h) con raffica di 21,5 m/s (circa 77 km/h) alle 2 UTC di sabato 8 dicembre.

Sui rilievi orientali la bora ha fatto il suo ingresso nella mattinata di sabato 8 intensificandosi nella seconda parte della giornata e persistendo anche per la prima parte di giorno 9: la stazione di Pennabilli (RN; 629 mslm) ha registrato vento medio orario sopra ai 10 m/s con raffiche dell'ordine dei 14-18 m/s (vento medio orario massimo pari a 12,7 m/s (circa 45 km/h) e raffica di 20,3 m/s (circa 73 km/h) alle 23 UTC di sabato 8 dicembre).

Per quanto riguarda i rilievi bolognesi le massime intensità si sono osservate nel pomeriggio del giorno 7: la stazione di Loiano (BO; 741 mslm) ha misurato vento medio orario intorno ai 7 m/s e raffica massima di 16,1 m/s (circa 57 km/h) con provenienza da sud-ovest.

*Tabella 3 . Valori massimi di raffica registrati durante l'evento.*

Stazione	Quota (m)	Raffica massima (m/s)	ora	direzione del vento
Ravenna Urbana	27	19.6	08/12/2012 19:00 e 20:00	N-E
Forlì Urbana	51	15.4	08/12/2012 21:00	N-E
Martorano (FC)	25	17.8	09/12/2012 00:00	N-E
Cesena Urbana	77	17.4	08/12/2012 23:00	N-E
Rimini Urbana	16	16.9	09/12/2012 01:00	N-E
Mulazzano (RN)	190	21.5	08/12/2012 02:00	N-E
Pennabilli (RN)	629	20.3	08/12/2012 23:00	N-E
Badia Tedalda (AR)	850	16.2	09/12/2012 00:00	N-E
Loiano (BO)	741	16.1	07/12/2012 16:00	S-O



## 5. Descrizione dell'evento marino

Le previsioni meteo-marine per pomeriggio-sera dell'8 dicembre 2012 (Fig. 19) indicavano che l'intensificarsi dei venti da NE sulla costa (Fig. 20) avrebbe causato una mareggiata intensa lungo tutta la costa dell'Emilia-Romagna, con mare molto agitato al largo e molto mosso o agitato sulla costa.

L'effetto dell'onda non compariva però aggravato dalle condizioni del livello del mare, che non presentavano valori tali da essere ritenuti critici per una combinazione degli effetti.

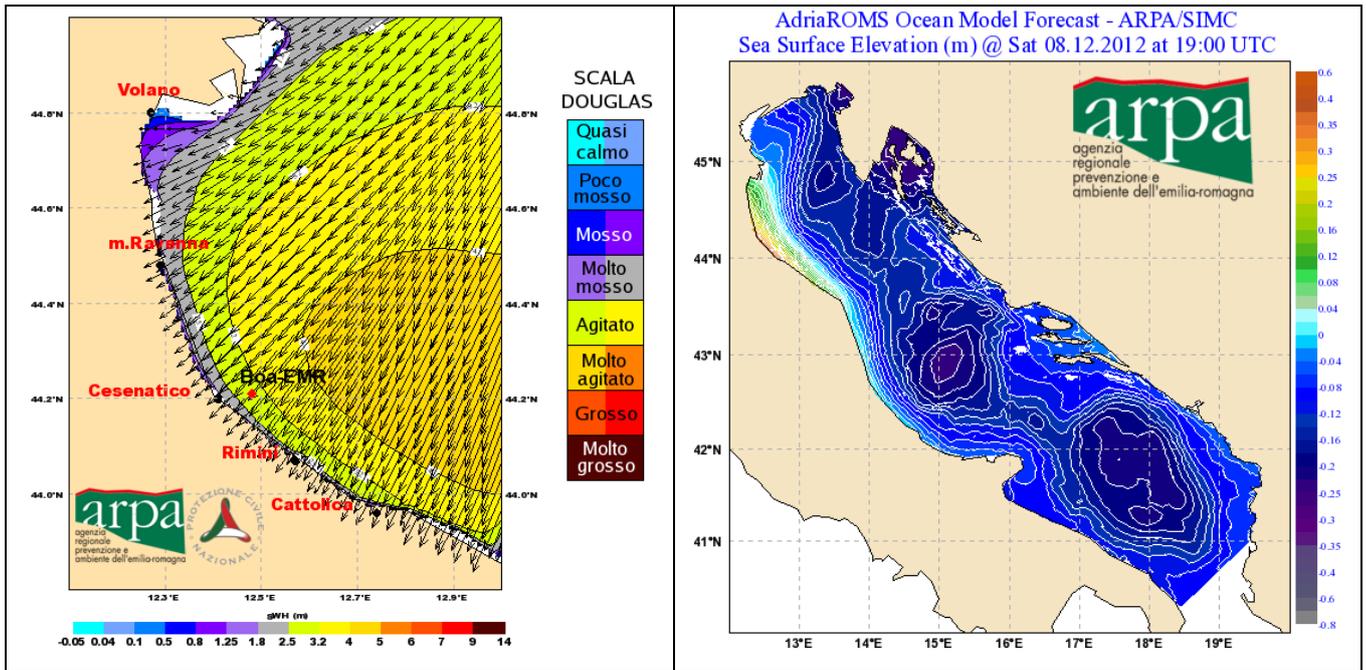


Figura 19 Previsione del 8 dicembre 2012 per le ore 19 UTC. A destra il livello del mare (da modello AdriaROMS) e a sinistra l'altezza significativa dell'onda (da modello SWAN).

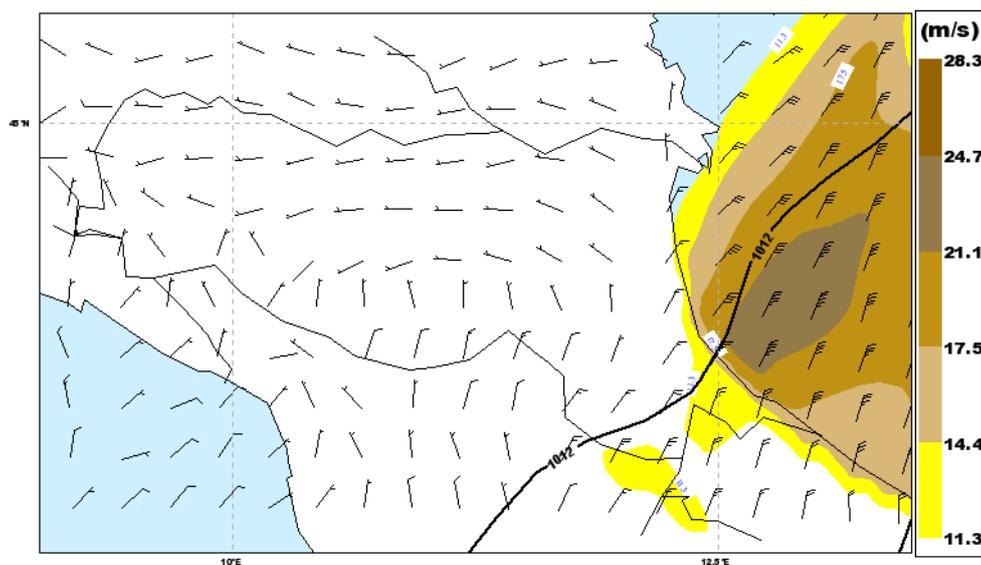


Figura 20 Previsione del vento a 10 metri da modello COSMO per il giorno 8 dicembre 2012 ore 18 UTC.

Le previsioni dell'indicatore Safe Corridor Width nella zona di Lido di Classe (in cui è attivo il modello sperimentale per la previsione della morfodinamica costiera), inoltre, indicavano un livello di rischio elevato per le ultime ore della giornata dell'8 dicembre e le prime ore del 9 (Fig. 21).

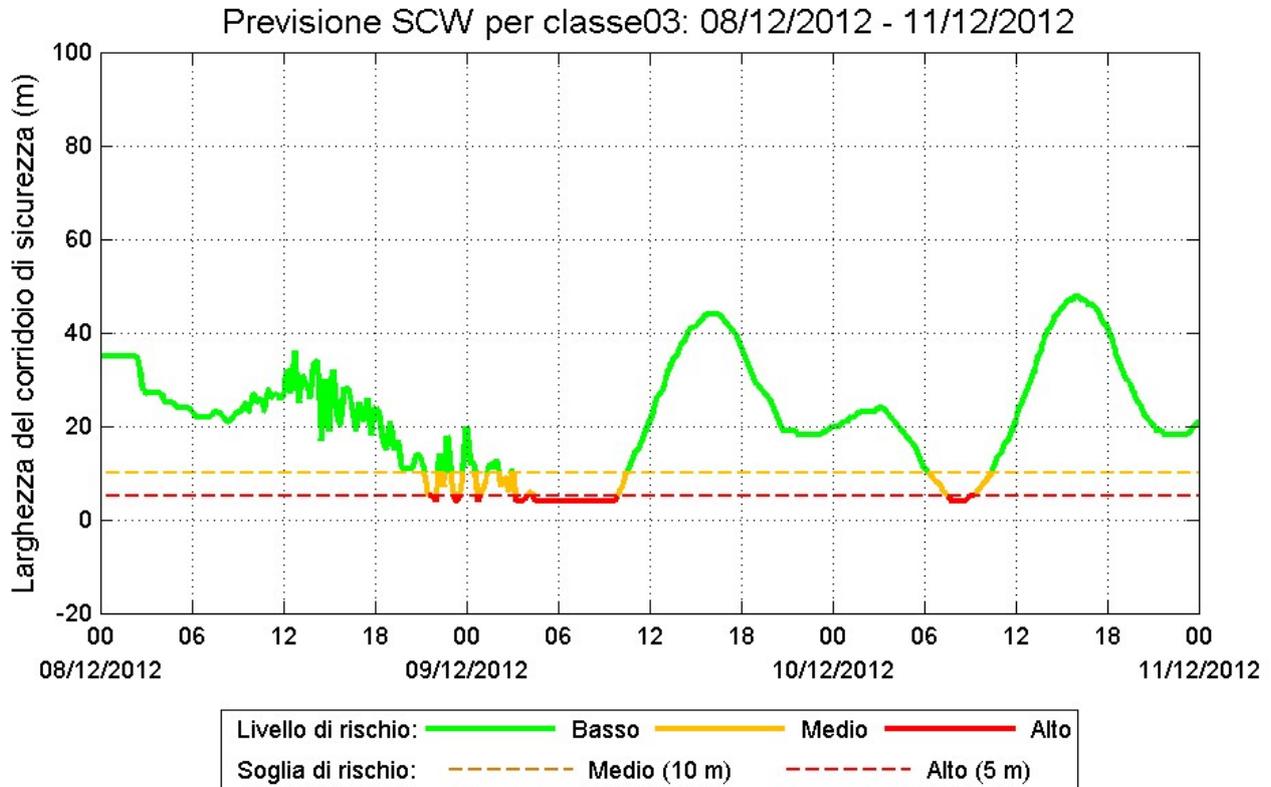


Figura 21. Previsione del 8 dicembre 2012 per per il Safe Corridor Width a Lido di Classe. Come si evince dalla figura il livello di rischio è elevato per le ultime ore della giornata dell'8 dicembre e le prime del 9.

Il Safe Corridor Width (SCW), è un indicatore definito solo per le zone di costa naturale (senza la presenza di edifici balneari) ed è finalizzato a prevenire gli incidenti mortali dovuti a mareggiate intense, durante le quali gli alti livelli d'acqua e/o *overtopping* possono risultare pericolosi per gli utenti. SCW è usato per prevedere quando la spiaggia sarà troppo stretta (sotto un valore di soglia prefissato) da permettere che la gente cammini senza alcun pericolo, date le avverse condizioni meteo-marine. Definisce quindi un corridoio sicuro lungo il quale la gente si può allontanare in caso di mareggiate intense che provocano ingressione marina sulla zona litoranea.

Il Safe Corridor Width è ottenuto attraverso la modellistica di morfodinamica costiera 'xbeach' ([www.xbeach.org](http://www.xbeach.org)) che gira operativamente per alimentare il prototipo di EWS (Early Warning System, <http://geo.regione.emilia-romagna.it/schede/micore/>) dell'Emilia-Romagna sviluppato durante il progetto europeo MICORE ([www.micore.eu](http://www.micore.eu)),

Le misurazioni del livello del mare disponibili hanno registrato valori intorno ai 50 cm a Porto Corsini nella serata dell'8 dicembre (figura 22), quando si presentava il picco di intensità del moto ondoso in Emilia-Romagna.

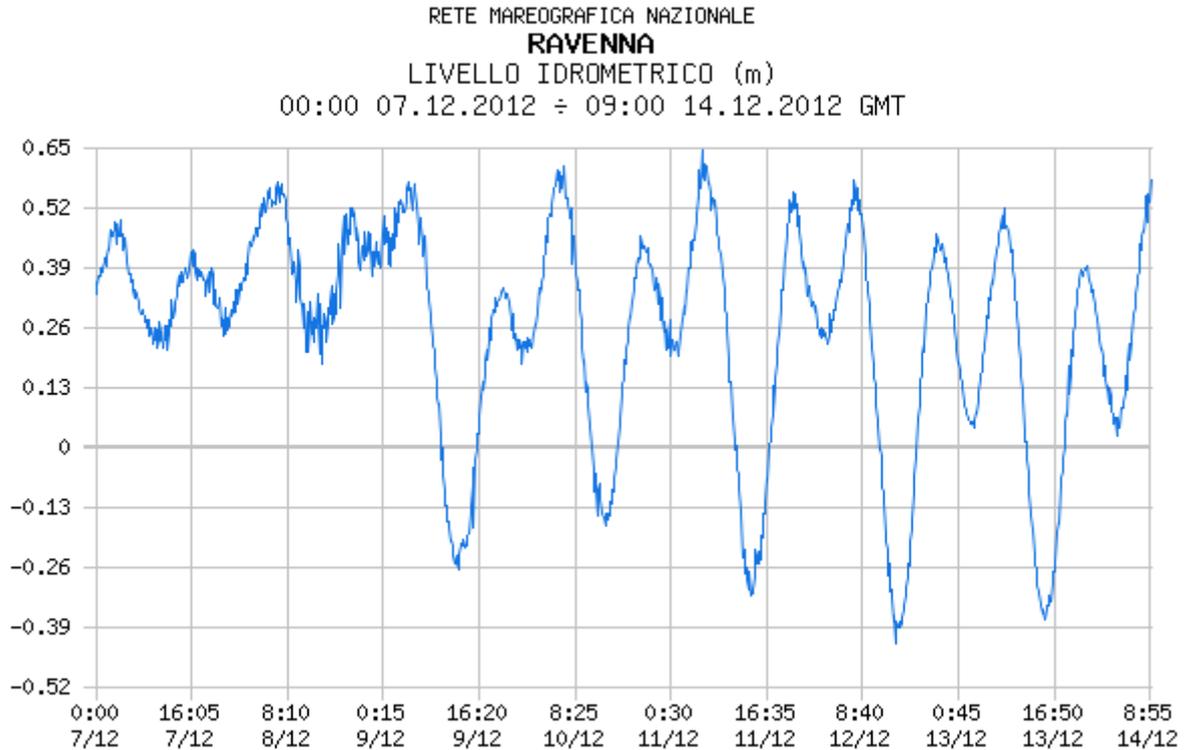


Figura 22. Livello del mare registrato dal mareografo della Rete Mareografica Nazionale gestito da ISPRA ed installato a Porto Corsini (Ravenna). Il massimo registrato durante il picco di intensità dell'onda è di circa 52 cm.

Le misurazioni ondametriche della boa Nausicaa di Cesenatico riportano un'onda massima di 3.23 m alle ore 20:30 e 22:30 UTC del giorno 8 dicembre (Fig. 23).

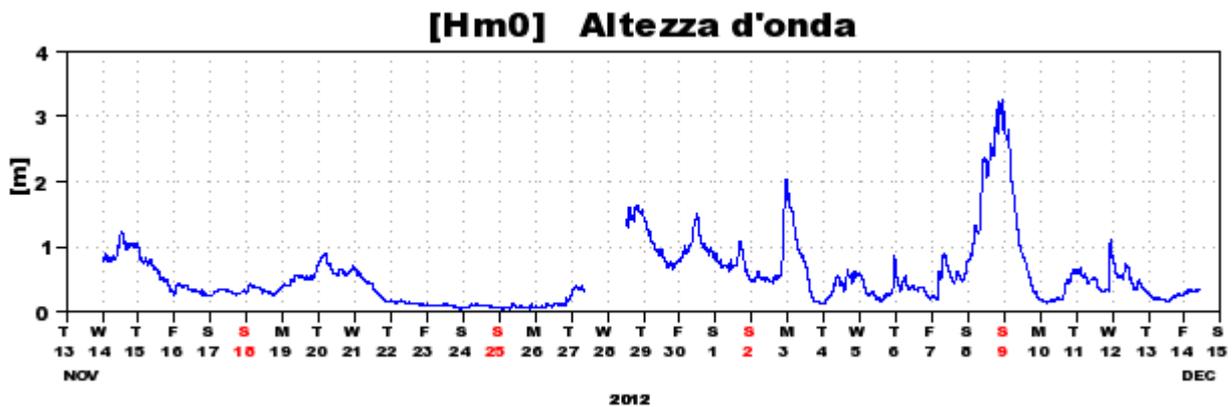


Figura 23. Altezza significativa dell'onda registrata dalla boa dell'Emilia-Romagna Nausicaa ed installata al largo di Cesenatico. Si nota un picco d'onda di 3.23 m serata dell'8 dicembre 2012 (precisamente dalle 20:30 alle 22:30 UTC).

Arpa Emilia-Romagna

Via Po 5, Bologna

051 6223811

**[www.arpa.emr.it](http://www.arpa.emr.it)**

Servizio IdroMeteoClima

Viale Silvani 6, Bologna

+39 051 6497511

**[www.arpa.emr.it/sim](http://www.arpa.emr.it/sim)**

