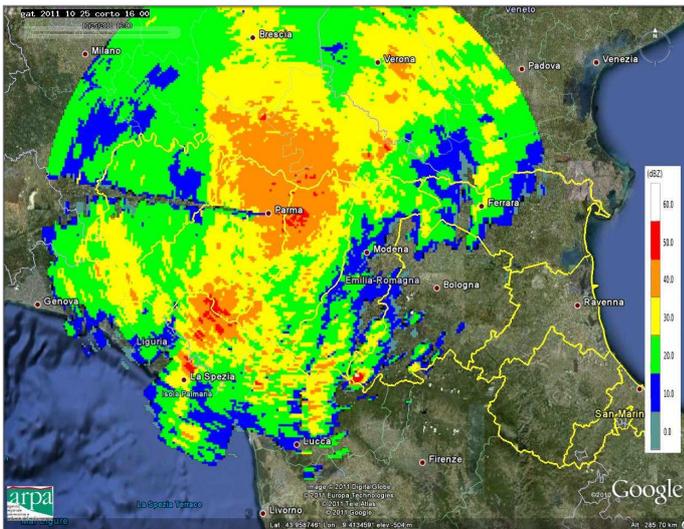


RAPPORTO SULL'EVENTO METEO IDROLOGICO E IDRAULICO DEL 25-26 OTTOBRE 2011



A cura di: Area Idrologia
Area Centro Funzionale e Reti di Monitoraggio IdroMeteo
Area Modellistica Meteorologica
Unità Radarmeteorologia, Radarpluviometria, Nowcasting e Reti non convenzionali
Unità Sala Operativa Previsioni Meteorologiche
e con la collaborazione dell' Agenzia Interregionale per il Fiume PO

Bologna, Novembre 2011

In copertina:

A sinistra: mappa della riflettività radar del 25 ottobre alle ore 18:00, quando si sono registrate le massime intensità di pioggia sull'appennino parmense.

A destra: cassa di espansione di Marano (PR), invasata durante la piena del torrente Parma.

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	5
2.	ANALISI METEOROLOGICA	6
2.1.	<i>Analisi sinottica.....</i>	6
2.2.	<i>Analisi pluviometrica a scala regionale</i>	7
3.	LA PIENA DEL TORRENTE PARMA	11
3.1.	<i>Analisi pluviometrica a scala di bacino.....</i>	11
3.2.	<i>La propagazione della piena e le manovre alla cassa di espansione.....</i>	16
3.3.	<i>Analisi statistica delle portate al colmo.....</i>	20
4.	LE PREVISIONI IDROLOGICHE-IDRAULICHE DELL'EVENTO DI PIENA.....	22
4.1.	<i>Analisi statistica delle precipitazioni in corso d'evento</i>	22
4.2.	<i>Le previsioni del sistema FEWS sugli affluenti di destra del fiume Po</i>	23
5.	LE ATTIVITÀ DI PREVISIONE E MONITORAGGIO DEL CENTRO FUNZIONALE.....	27
5.1.	<i>Avvisi e bollettini emessi</i>	30

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1:	Precipitazione cumulata massima, espressa in mm, per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrata nell'evento in esame, nelle stazioni del bacino del fiume Parma.	15
Tabella 2:	Valori del periodo di ritorno, espresso in anni, per le precipitazioni cumulate indicate in Tabella 1.....	15
Tabella 3:	Volumi invasati e portata in uscita durante le manovre della cassa di espansione.....	19

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1:	Mappa di analisi (da modello globale ECMWF) di geopotenziale, temperatura e velocità del vento a 500 hPa del 25/10/2011 alle 12:00 UTC.	6
Figura 2:	Airmass RGB, con sovrapposto geopotenziale a 500 hPa e vento a 10 m maggiore di 20 kt (ECMWF) del 25/10/2011 alle 06 UTC.	6
Figura 3:	Airmass RGB + EIR con sovrapposti i campi di spessore equivalente tra 850-500 hPa, avvezione di temperatura a 700 hPa e vento a 10 m del 25/10/2011 alle 12:00 UTC.....	7
Figura 4:	Mappe di riflettività del 25/10/2011 alle 03 UTC e 06 UTC	8
Figura 5:	Mappe di riflettività del 25/10/2011 08 UTC, e alle 10 UTC	8
Figura 6:	Mappe di riflettività del 25/10/2011 alle 12 UTC, e alle 16 UTC	8
Figura 7:	Mappe di riflettività del 25/10/2011 alle 18 UTC, e alle 20 UTC	9
Figura 8:	Mappe di riflettività del 26/10/2011 alle 01 UTC, e alle 08.15 UTC	9
Figura 9:	Precipitazione cumulata caduta sul territorio regionale il 25 ed il 26 ottobre 2011.....	10
Figura 10:	Bacino idrografico del fiume Parma e del suo affluente Baganza, con ubicazione delle stazioni di misura	11
Figura 11:	Pioggia oraria e cumulata dell'evento nelle stazioni più significative del bacino montano del Parma.....	12

Figura 12: Confronto dei valori di precipitazione massima registrati durante l'evento in esame con l'analisi statistica delle piogge intense, per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, stazione di Bosco di Corniglio, bacino del torrente Parma	13
Figura 13: Confronto dei valori di precipitazione massima registrati durante l'evento in esame con l'analisi statistica delle piogge intense, per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, stazione di Marra, bacino del torrente Parma	14
Figura 14: Confronto tra le massime altezze di pioggia dell'evento per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e le relative curve di probabilità pluviometrica in due stazioni ricadenti nel bacino del fiume Parma	16
Figura 15: Propagazione della piena lungo le sezioni più significative del torrente Baganza, affluente del Parma	17
Figura 16: Cassa di espansione di Marano (PR) invasata circa al livello 97 m s.l.m.	18
Figura 13: Propagazione della piena lungo le sezioni più significative del fiume Parma	20
Figura 18: Stima del tempo di ritorno della portata al colmo di piena osservata durante l'evento in esame, alla sezione idrometrica del Parma a Ponte Bottego	21
Figura 19: Stima del tempo di ritorno della portata al colmo di piena osservata durante l'evento in esame alla sezione idrometrica del Baganza a Ponte Nuovo	21
Figura 20: Grafico di severità dell'evento pluviometrico per il bacino del fiume Parma	22
Figura 21: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Parma chiuso alla stazione di Corniglio e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 10.30, previsione del colmo di piena con circa 7 ore di anticipo.	24
Figura 22: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Parma chiuso alla stazione di Corniglio e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 1 ora di anticipo.	24
Figura 23: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Parma chiuso alla stazione di chiusura di Ponte Verdi e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con 6 ore di anticipo.	25
Figura 24: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Baganza chiuso alla stazione di Berceto e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 2 ore di anticipo.	25
Figura 25: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Baganza chiuso alla stazione di Marzolaro e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 3 ore di anticipo.	26
Figura 26: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Baganza chiuso alla stazione di Ponte Nuovo e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 6 ore di anticipo.....	26
Figura 27: Pioggia media areale prevista sulle zone di allertamento nella corsa delle 00:00 del 24 ottobre di COSMO I7, per la giornata del 25 ottobre.	27
Figura 28: Previsioni di pioggia del 24 ottobre, fornite dai modelli COSMOI7, COSMO12, ECMWF	28
Figura 29: Avviso meteo del 24 ottobre 2011.....	30
Figura 30: Avviso di criticità del 24 ottobre 2011	31
Figura 31: Bollettino di monitoraggio del 25 ottobre 2011 ore 18:30	32

1. INTRODUZIONE

Il giorno 25 ottobre 2011 una perturbazione ha interessato il settore centro occidentale del bacino del Mediterraneo, e l'Italia nord occidentale, con piogge persistenti e di forte intensità su Liguria di levante e Toscana nord-occidentale, ma anche sul settore appenninico occidentale della regione Emilia Romagna, la quale tra i giorni 25 e 26 è stata interamente interessata dalle precipitazioni.

Piene fluviali di criticità ordinaria sono state registrate su tutti i principali bacini affluenti di destra del fiume Po: Trebbia, Taro, Enza, Secchia e Panaro. Sul torrente Parma, dove la pioggia è stata più intensa e persistente, la piena ha superato i livelli di criticità moderata, richiedendo manovre sulla cassa di espansione a monte della città di Parma, al fine di garantire il passaggio della piena in condizioni di sicurezza sia nel tratto urbano che nel tratto arginato di valle, fino alla confluenza in Po.

Nella presente relazione vengono illustrati nel dettaglio l'evento meteorologico a scala sinottica, la sua evoluzione spazio-temporale sul territorio regionale, ed il fenomeno di piena che ha interessato il bacino del Parma e del suo affluente Baganza, attraverso l'analisi statistica delle piogge e delle portate al colmo.

Vengono inoltre descritte le attività di previsione e monitoraggio efficacemente svolta dal Centro Funzionale prima e durante l'intero evento meteo-idrologico e idraulico.

2. ANALISI METEOROLOGICA

2.1. Analisi sinottica

A partire dalle prime ore del giorno 25 ottobre, una profonda depressione atlantica investe le aree occidentali dell'Europa e buona parte del settore centro-occidentale del Mediterraneo, dove si instaurano correnti umide ed instabili sud-occidentali provenienti dalle coste nordafricane. Il sistema frontale legato alla saccatura secondaria sulla Spagna presenta la caratteristica di avere una marcata avvezione fredda ed un settore caldo in cui la Warm Conveyor Belt ascende sino al livello di 700 hPa.

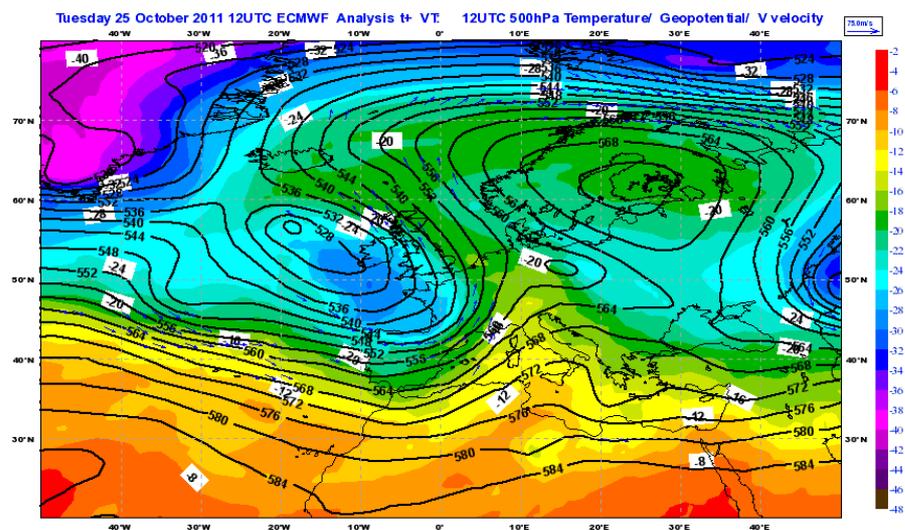


Figura 1: Mappa di analisi (da modello globale ECMWF) di geopotenziale, temperatura e velocità del vento a 500 hPa del 25/10/2011 alle 12:00 UTC.

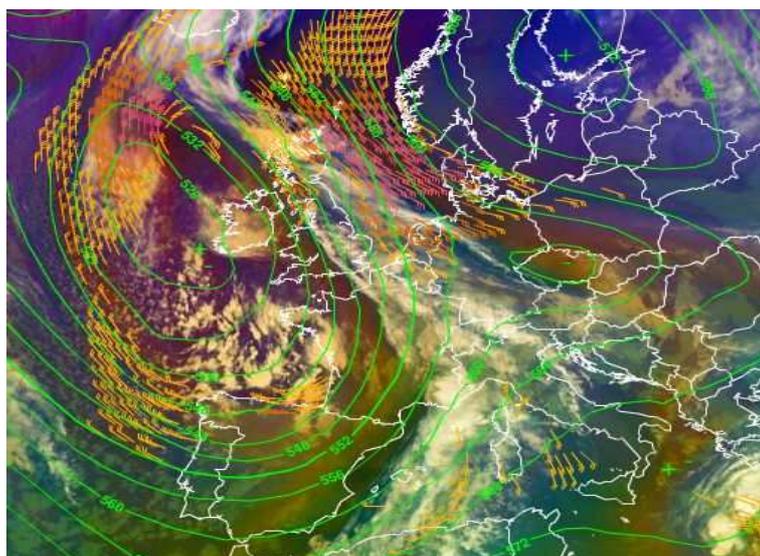


Figura 2: Airmass RGB, con sovrapposto geopotenziale a 500 hPa e vento a 10 m maggiore di 20 kt (ECMWF) del 25/10/2011 alle 06 UTC. La discesa di aria fredda è ben evidente sull'Atlantico.

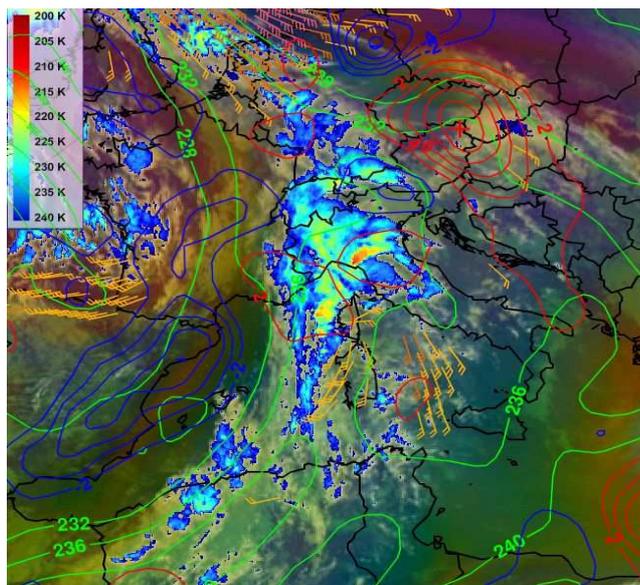


Figura 3: Airmass RGB + EIR con sovrapposti i campi di spessore equivalente tra 850-500 hPa, avvezione di temperatura a 700 hPa e vento a 10 m (ECMWF) del 25/10/2011 alle 12:00 UTC. Si noti la lingua di spessore equivalente, indice di aria calda e umida nella media troposfera. Questa massa d'aria, per sollevamento dinamico, diventa progressivamente instabile.

L'elevato accumulo di umidità nei bassi strati aumenta l'instabilità potenziale lungo la colonna d'aria ed un'intensificazione dei venti al suolo dai quadranti meridionali genera vorticità da shear che contribuisce a portare l'umidità al livello di libera convezione. Diversi cluster di cumulonembi si evidenziano sul Tirreno e sui mari intorno alla Sardegna, mentre la nuvolosità tende a investire il nord Italia ad iniziare dal settore occidentale.

Questa situazione sinottica genera fenomeni temporaleschi che saranno persistenti ed intensi sulla Toscana e sulla Liguria, con precipitazioni anche di forte intensità per la convergenza dei venti al suolo. Il fronte freddo, nel corso della giornata, interesserà tutte le regioni settentrionali, con rovesci temporaleschi diffusi e localmente molto intensi.

2.2. Analisi pluviometrica a scala regionale

Dalle prime ore del giorno 25 ottobre, sull'intero territorio della Regione Emilia Romagna si osserva una precipitazione sparsa, attraverso l'osservazione progressiva delle mappe radar è possibile comprendere l'evoluzione temporale dell'evento che si è sviluppato durante la giornata del 25 e del 26 ottobre.

Dalle 2.00 UTC circa un sistema di precipitazione più intensa entra in Regione da sud-ovest, a partire dai rilievi appenninici delle province occidentali e centrali. Nelle ore immediatamente successive si osserva un sistema precipitante che si sposta dai rilievi verso la pianura delle province di Bologna, Modena, Ferrara, e marginalmente Ravenna, mentre un sistema di precipitazione più intensa interessa le province occidentali, in particolare quella di Parma.

Dalle ore 5:00 UTC il sistema più orientale si sposta verso nord, interessando principalmente la provincia di Ferrara, mentre sulle province occidentali si osserva precipitazione persistente. Durante tutta la mattinata il radar di Gattatico evidenzia elevata riflettività sulle province occidentali e fuori Regione, sul crinale appenninico e sui versanti toscano e ligure.

Dalle ore 11:00 UTC il radar evidenzia un rinforzo delle precipitazioni sull'Appennino e sulla pianura occidentale. I fenomeni si estendono, con intensità inferiore, alle province centro-orientali,

in particolare Bologna, Ferrara e Ravenna. La precipitazione prosegue per tutto il pomeriggio fino alle 17:00 UTC circa, con la medesima estensione spaziale.

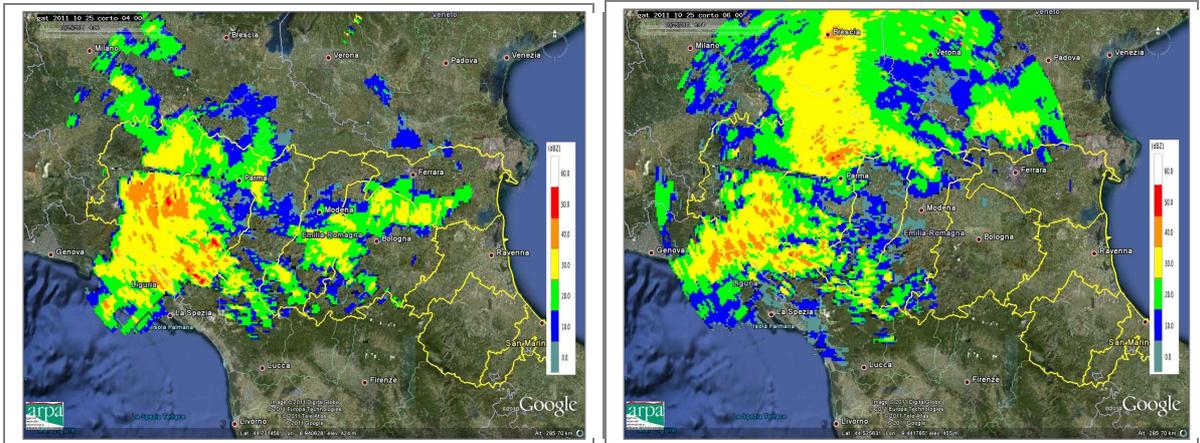


Figura 4: Mappe di riflettività del 25/10/2011 alle 03 UTC (sinistra) e 06 UTC (destra)

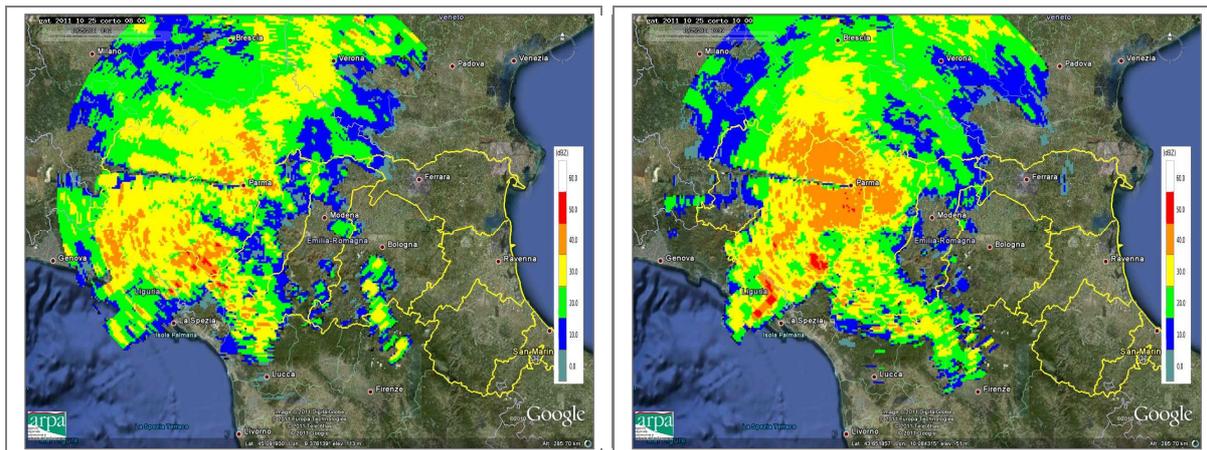


Figura 5: Mappe di riflettività del 25/10/2011 08 UTC (a sinistra), e alle 10 UTC (a destra).

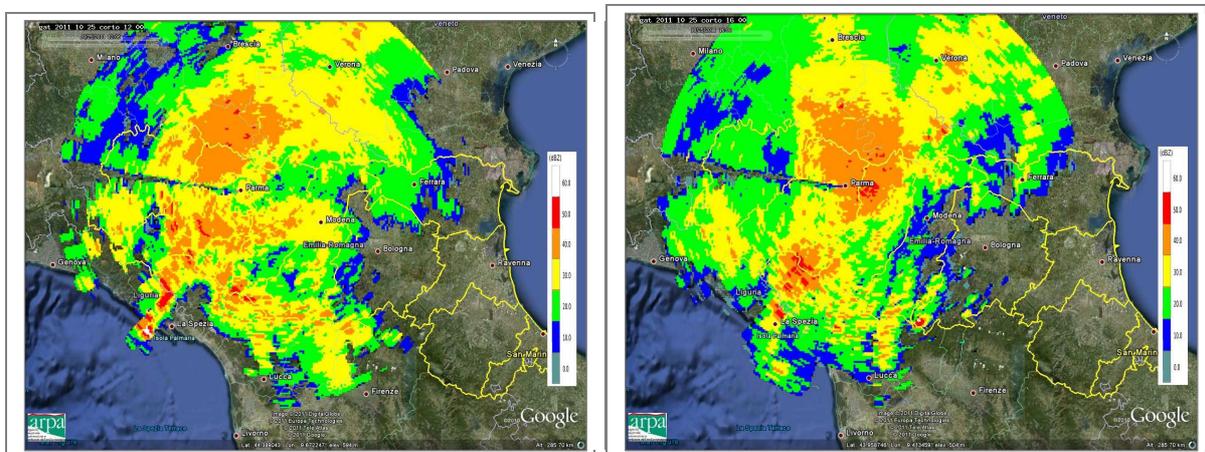


Figura 6: Mappe di riflettività del 25/10/2011 alle 12 UTC (a sinistra), e alle 16 (a destra) UTC.

Dalle 18 UTC circa si osserva uno spostamento verso est della zona di precipitazione più intensa, sulle zone pianeggianti delle province di Reggio-Emilia e Modena, mentre sull'Appennino permane una vasta area di precipitazione.

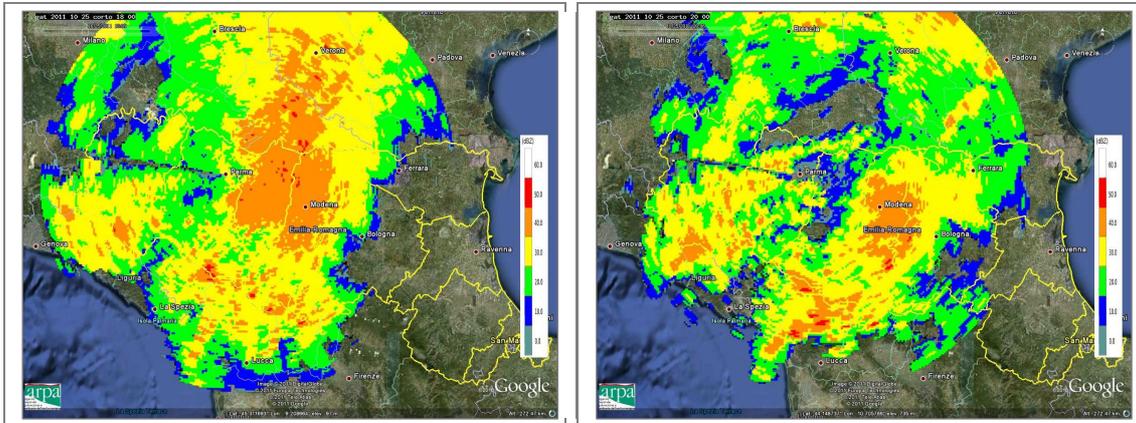


Figura 7: Mappe di riflettività del 25/10/2011 alle 18 UTC (a sinistra), e alle 20 UTC (a destra).

Dalle ore serali si osserva un generale abbassamento dell'intensità delle precipitazioni. Tra le ore 20 UTC del giorno 25 e le ore 00 UTC del giorno 26 ottobre, tutte le province emiliano-romagnole sono interessate da precipitazione.

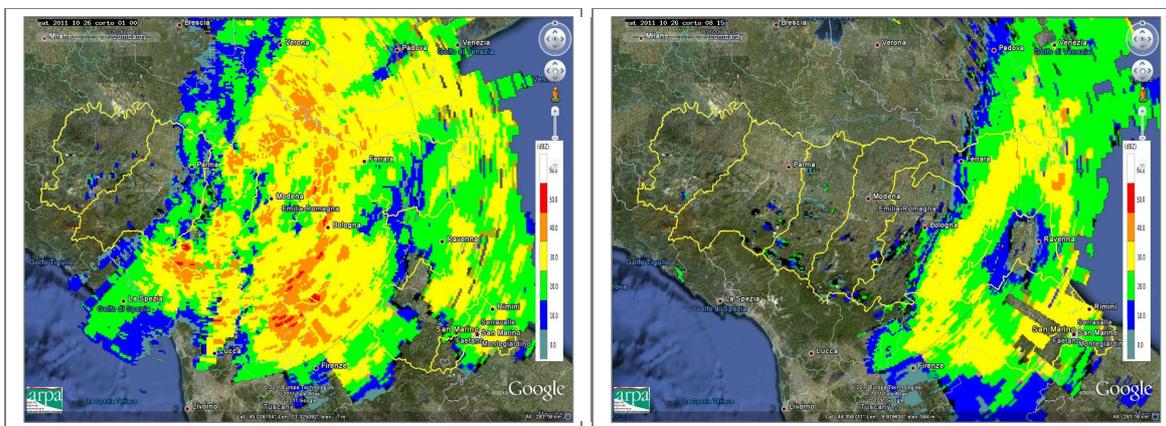


Figura 8: Mappe di riflettività (impulso medio sovrapposto a impulso corto) del 26/10/2011 alle 01 UTC (a sinistra), e alle 08.15 UTC (a destra)

Nelle prime ore del giorno 26 la precipitazione si sposta verso est. Dalle ore 02 UTC circa, non si osserva precipitazione sulle province più occidentali, mentre tutte le province da Reggio Emilia, fino alla Romagna sono interessate da precipitazione. Nel corso della mattina del giorno 26 si assiste allo spostamento verso est della precipitazione che va ad esaurirsi completamente alle 12 UTC circa.

Nella Figura 9, che illustra la pioggia cumulata dell'evento sull'intero territorio regionale, appare evidente come i territori maggiormente interessati dalle precipitazioni siano stati i bacini appenninici centro-occidentale, in particolare nella zona di crinale, dove sono state registrate anche le maggiori intensità orarie.

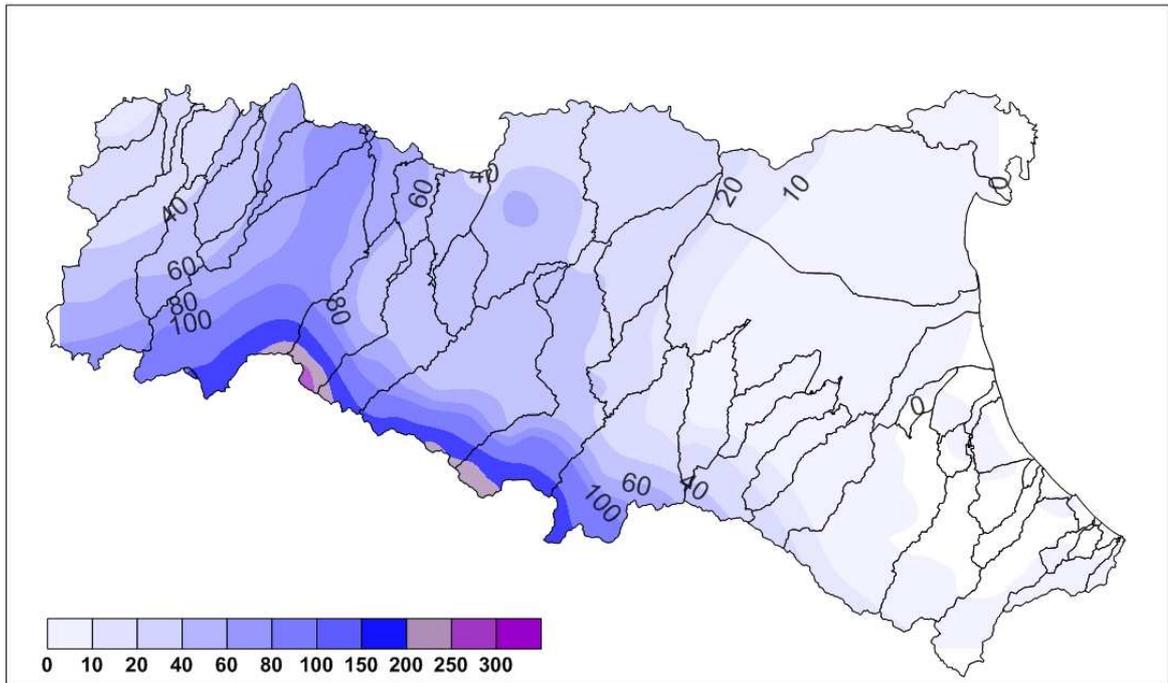


Figura 9: Precipitazione cumulata caduta sul territorio regionale il 25 ed il 26 ottobre 2011

La pioggia del 25 e 26 ottobre ha prodotto piene fluviali di criticità ordinaria su tutti i principali bacini affluenti di destra del fiume Po: Trebbia, Taro, Enza, Secchia e Panaro. Sul torrente Parma, dove la pioggia è stata più intensa e persistente, la piena ha superato i livelli di criticità moderata; nel capitolo successivo sarà analizzata più nel dettaglio la pioggia caduta sul bacino ed il fenomeno di piena che ha generato.

3. LA PIENA DEL TORRENTE PARMA

Nei giorni che vanno dal 25 al 26 ottobre 2011, il bacino del torrente Parma è stato interessato da un fenomeno di piena, che nella sezione di chiusura di Ponte Verdi è transitato con livelli idrometrici compresi tra il secondo e il terzo livello di criticità. Nella Figura 10 è illustrato il bacino del Parma e del suo affluente Baganza con l'ubicazione delle stazioni idrometriche e pluviometriche in telemisura.

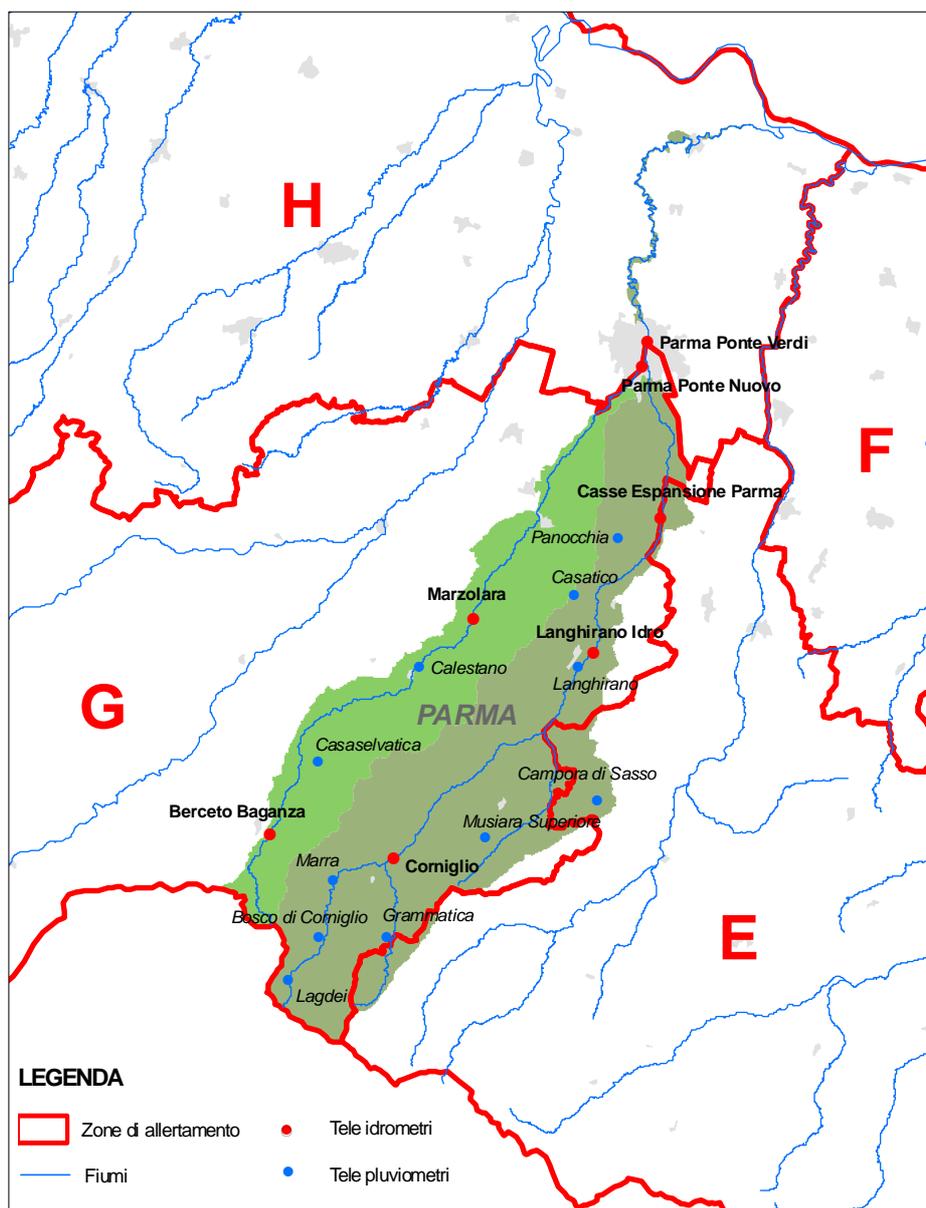


Figura 10: Bacino idrografico del fiume Parma e del suo affluente Baganza, con ubicazione delle stazioni di misura

3.1. Analisi pluviometrica a scala di bacino

Gli ietogrammi di Figura 11 mostrano l'evoluzione oraria di pioggia, tra il 25 ed il 26 ottobre, nelle stazioni più significative del bacino montano del torrente Parma. Il valore massimo di intensità oraria si è registrato nella stazione di Lagdei (54,8 mm/h), dove si è registrata anche la massima pioggia cumulata dell'evento (308,8 mm).

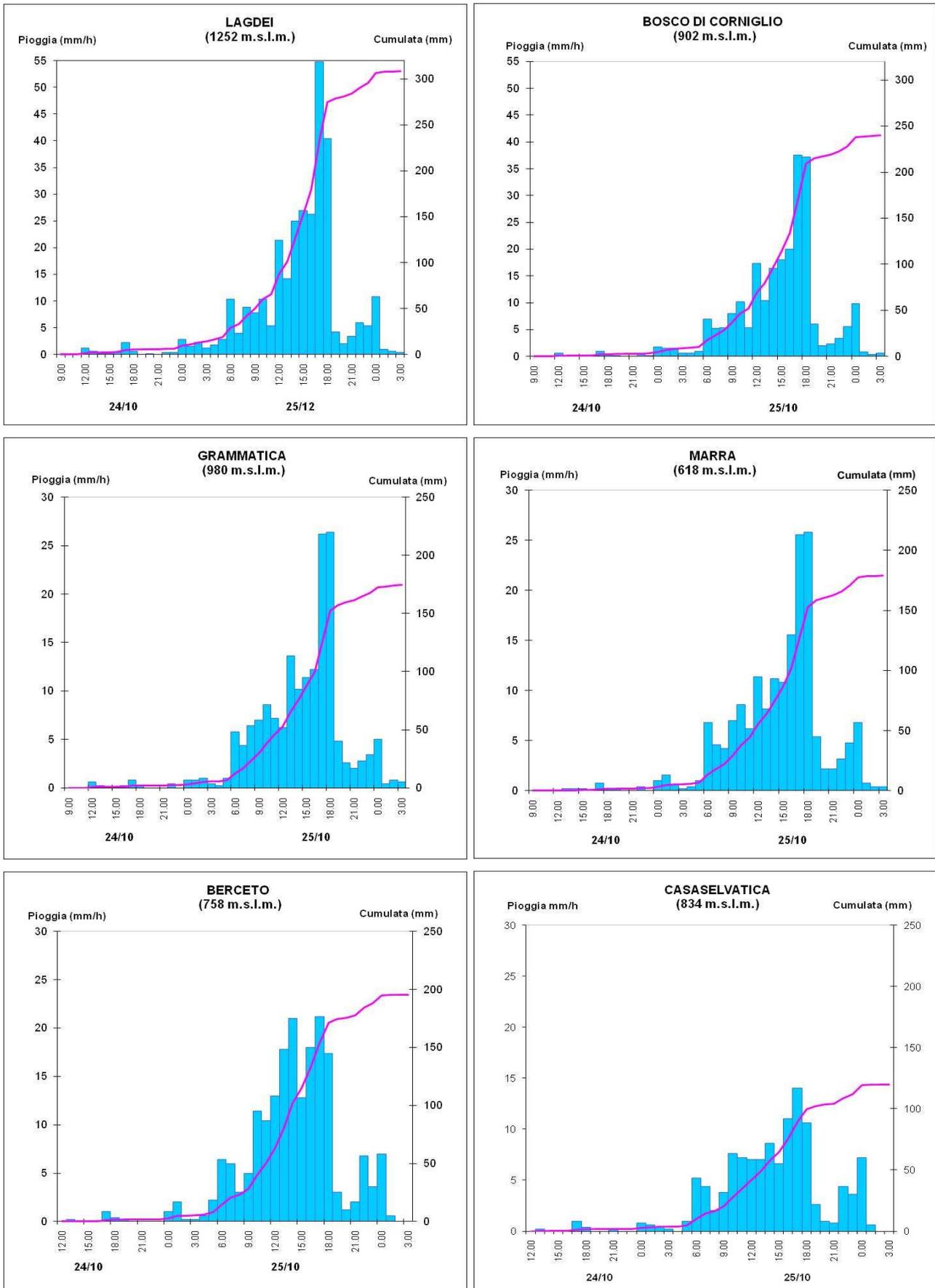


Figura 11: Pioggia oraria e cumulata dell'evento nelle stazioni significative del bacino montano del Parma-Baganza

E' stata effettuata l'analisi statistica delle precipitazioni intense di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore per le stazioni pluviometriche del bacino del Parma con il modello probabilistico GEV; in Figura 12 e in Figura 13 viene presentato il risultato di tale studio per due stazioni ricadenti nel bacino montano del torrente Parma, in cui si mostra l'applicazione della distribuzione di probabilità GEV all'andamento delle massime altezze annuali di pioggia per brevi durate, evidenziandone le caratteristiche idrologiche in termini di tempo di ritorno.

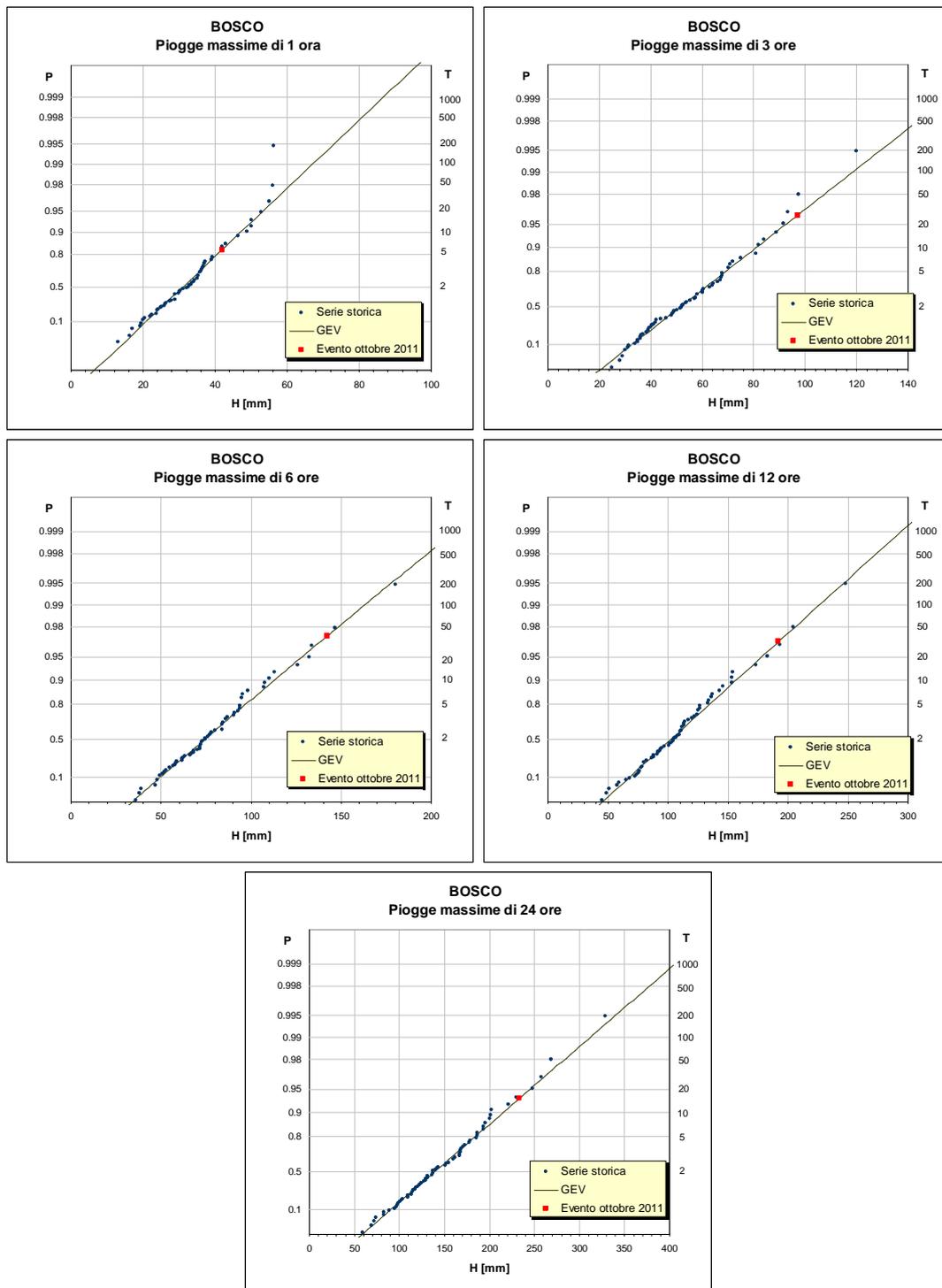


Figura 12: Confronto dei valori di precipitazione massima registrati durante l'evento in esame con l'analisi statistica delle piogge intense, per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, stazione di Bosco di Corniglio, bacino del torrente Parma

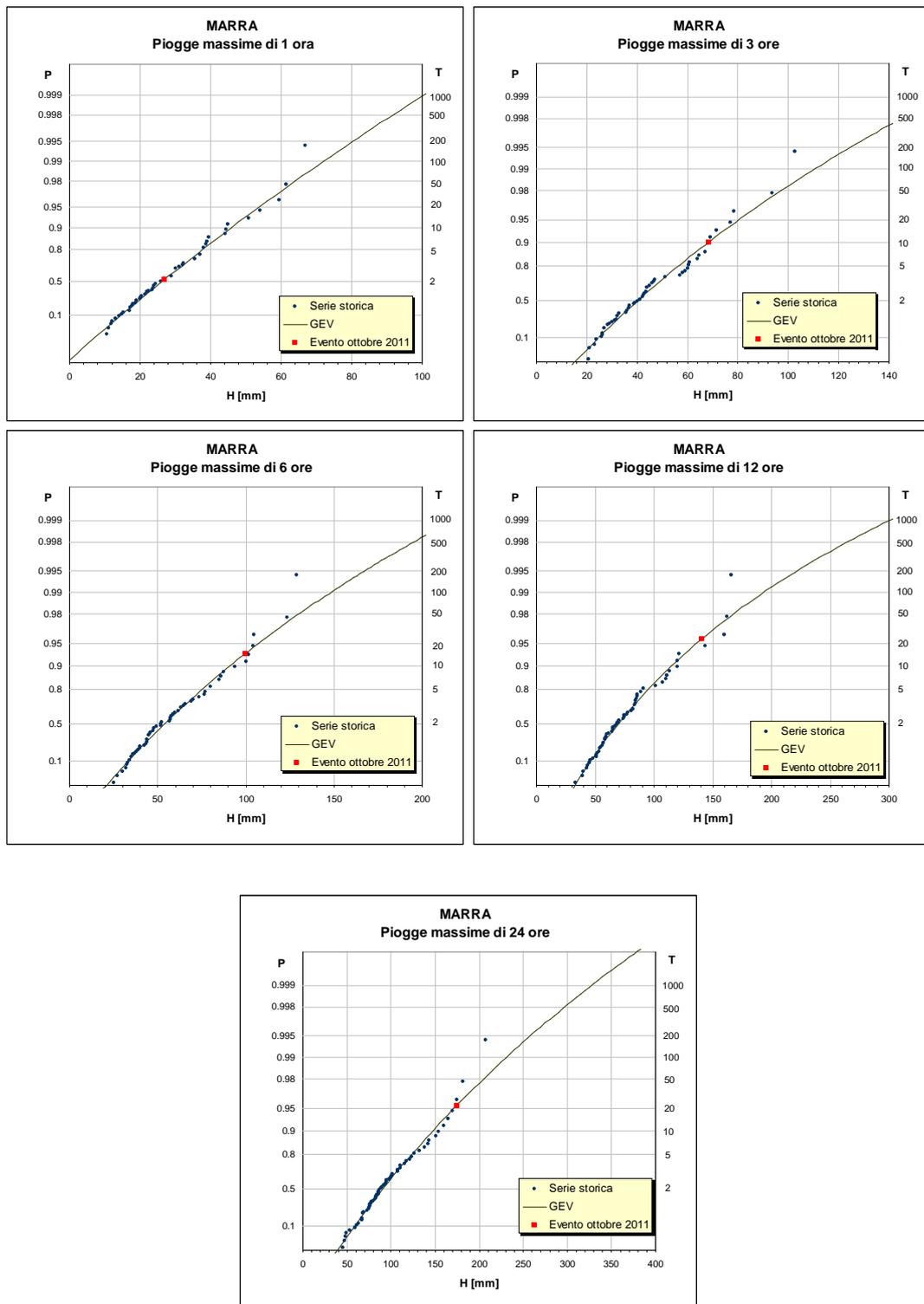


Figura 13: Confronto dei valori di precipitazione massima registrati durante l'evento in esame con l'analisi statistica delle piogge intense, per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore, stazione di Marra, bacino del torrente Parma

I grafici riportano i valori massimi di precipitazione per le specifiche durate registrati nell'evento in esame ed i corrispondenti valori del tempo di ritorno. A tale riguardo, in Tabella 1 vengono presentate le massime precipitazioni di breve durata registrate durante l'evento in esame,

relativamente alle stazioni del bacino del Parma, in Tabella 2 si leggono i corrispondenti valori del periodo di ritorno.

Tabella 1: Precipitazione cumulata massima, espressa in mm, per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore registrata nell'evento in esame, nelle stazioni del bacino del fiume Parma.

Stazione	Bacino	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Berceto	Baganza	26.4	60.0	110.8	157.0	192.2
Bosco di Corniglio	Parma	42.0	97.0	142.4	192.2	233.0
Calestano	Baganza	7.4	20.0	32.0	55.6	76.8
Casaselvatica	Baganza	14.6	37.0	59.6	90.4	117.0
Gainago	Parma	8.0	22.2	38.8	54.8	65.6
Grammatica	Parma	29.4	65.2	100.6	141.0	169.8
Lagdei	Parma	54.8	128.2	190.6	246.0	298.0
Marra	Parma	26.8	68.4	99.8	140.4	174.4
Pancrazio Agro	Parma	7.2	20.6	37.4	58.6	72.2
Parma Urbana	Parma	7.4	20.4	36.0	51.0	64.2

Tabella 2: Valori del periodo di ritorno, espresso in anni, per le precipitazioni cumulate indicate in Tabella 1. In rosso sono evidenziati i tempi di ritorno maggiori per fissata durata

Stazione	Bacino	Serie storica	Numerosità	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
Berceto	Baganza	Stima indiretta	-	1.9	5.9	25.6	40.8	32.3
Bosco di Corniglio	Parma	1927-2009	66	5.8	27.0	39.5	29.2	15.0
Calestano	Baganza	1995-2009	15	1.0	1.0	1.2	1.8	2.0
Casaselvatica	Baganza	Stima indiretta	-	1.1	1.5	2.1	3.2	3.1
Gainago	Parma	Stima indiretta	-	1.0	1.2	2.2	3.3	2.7
Grammatica	Parma	Stima indiretta	-	1.8	3.7	5.2	6.1	4.2
Lagdei	Parma	1994-2009	16	3	6.4	8.8	9.3	8.7
Marra	Parma	1929-2009	61	2.1	10.2	14.8	22.9	21.8
Pancrazio Agro	Parma	Stima indiretta	-	1.0	1.0	1.5	2.9	2.8
Parma Urbana	Parma	1933-2009	39	1.0	1.1	2.0	3.1	3.0

Da quanto riportato in Tabella 2 si evince che l'evento pluviometrico è complessivamente caratterizzato da tempi di ritorno elevati, soprattutto per le stazioni localizzate in area montana, dove essi assumono valori superiori a 20 anni. I valori massimi sono stati registrati sulle durate di 6 e 12 ore.

In Figura 14 sono riportate le curve di probabilità pluviometrica, per tempi di ritorno da 2 a 100 anni, relativamente a due delle stazioni analizzate, ricadenti nel bacino montano del Parma; si può osservare come si collocano le altezze massime di pioggia registrate durante l'intero evento rispetto alle suddette curve.

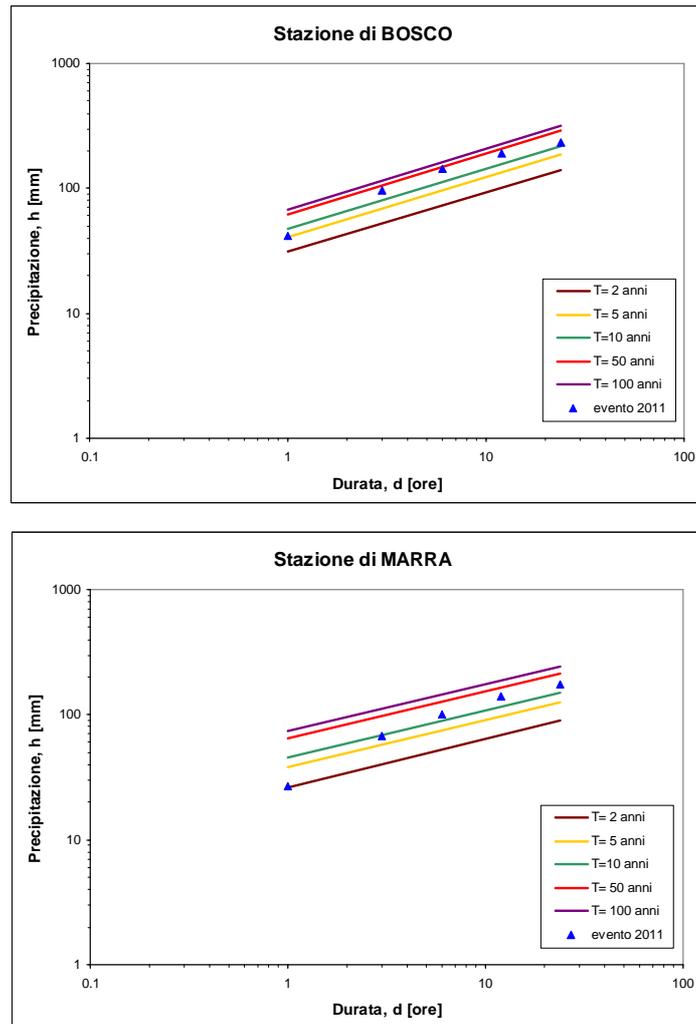


Figura 14: Confronto tra le massime altezze di pioggia dell'evento per le durate di 1, 3, 6, 12 e 24 ore e le relative curve di probabilità pluviometrica in due stazioni ricadenti nel bacino del fiume Parma

3.2. La propagazione della piena e le manovre alla cassa di espansione

Sul torrente Baganza i primi innalzamenti dei livelli idrometrici nelle sezioni montane di Berceto e Marzolarà sono stati registrati nel pomeriggio del 25 ottobre.

Nella sezione di Baganza a Berceto, il colmo di piena è transitato alle ore 17.10 del 25 ottobre, con un'altezza di 1.98 metri, compreso tra il secondo livello ed il terzo livello di criticità ed un valore di portata pari a circa $80 \text{ m}^3/\text{sec}$. Nella sezione di Baganza a Marzolarà, il colmo di piena è transitato alle ore 18.50 del 25 ottobre, con un'altezza di 1.82 metri, appena superiore al secondo livello di criticità e corrispondente ad un valore di portata pari a circa $110 \text{ m}^3/\text{sec}$. Nella sezione di Baganza a Ponte Nuovo, immediatamente prima della confluenza in Parma, il colmo di piena è transitato alle ore 21.10 del 25 ottobre, con un'altezza di 1.73 metri, appena superiore al secondo livello di criticità e corrispondente ad un valore di portata pari a circa $140 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Nella Figura 15 è possibile osservare la propagazione delle onde di sul torrente Baganza (i tempi sono espressi in ora solare).

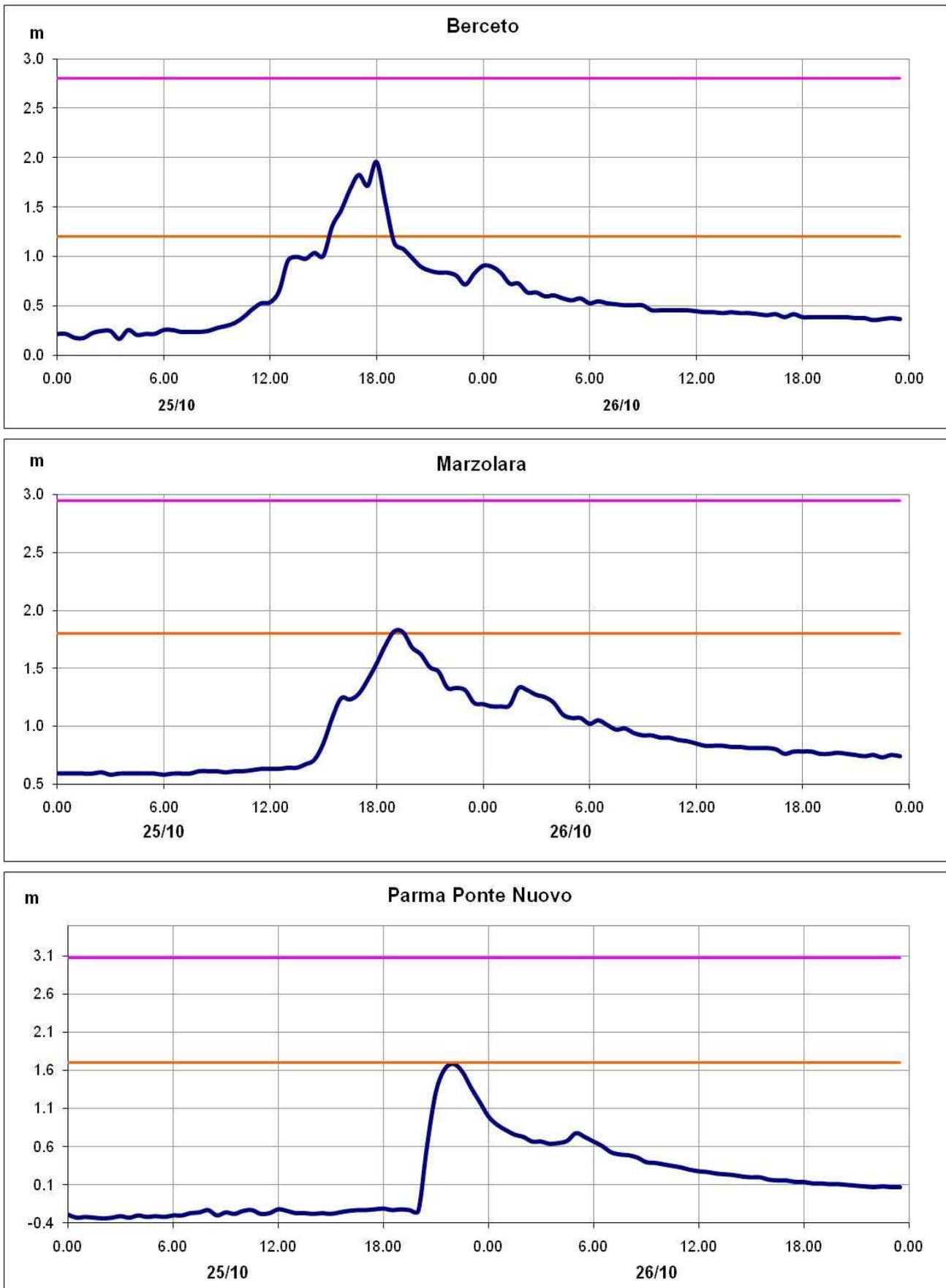


Figura 15: Propagazione della piena lungo le sezioni più significative del torrente Baganza, affluente del Parma

Sul torrente Parma, nella sezione di Corniglio, il colmo di piena è transitato alle ore 18:40 del 25 ottobre, con un'altezza di 4.01 metri, superiore al terzo livello di criticità e corrispondente ad un valore di portata pari a circa 580 m³/sec (vedi Figura 17), massimo valore registrato nella sezione dal 2003.

Considerata la previsione del raggiungimento del colmo di piena a Parma nel corso della notte, e le favorevoli previsioni meteo per il giorno successivo, dopo aver verificato la disponibilità di volume invasabile nella cassa di espansione di Marano, posta a monte della città di Parma, nella serata di martedì 25 ottobre l'ufficio territoriale AIPo di Parma ha deciso di effettuare le operazioni per aumentare l'invasamento della cassa (che in parte già avviene automaticamente, per la sola presenza del manufatto regolatore), tramite un graduale e parziale abbassamento delle paratoie delle tre bocche. Le manovre sono iniziate attorno alle 22:30, nel momento in cui uscivano dalle bocche del manufatto regolatore circa 240 m³/sec. Nella Figura 16 è riportata una foto della cassa di espansione invasata, mentre nella Tabella 3 è possibile leggere i dettagli della manovra in termini di volumi invasati e di portata in uscita,



Figura 16: Cassa di espansione di Marano (PR) invasata circa al livello 97 m s.l.m.

Tabella 3: Volumi invasati e portata in uscita durante le manovre della cassa di espansione

Data	Ora	Livello in cassa [m s.l.m.]	Apertura paratoie [m]	Volume invasato [m ³]	Portata in uscita [m ³ /sec]
25/10/2011	18:00	94	1.7	184500	146.1
25/10/2011	20:00	94.8	1.7	356000	174.9
25/10/2011	21:00	95.1	1.7	450000	184.5
25/10/2011	22:40	97	1.7	1350000	240
25/10/2011	22:45	97	1	1350000	145
25/10/2011	23:00	97.1	0.75	140000	112.2
25/10/2011	23:20	97.4	0.75	1635000	115.2
25/10/2011	23:45	97.7	0.75	1800000	117.9
26/10/2011	01:45	98.05	0.75	2100000	121.8
26/10/2011	08:30	96.25	0.75	890000	102.6
26/10/2011	10:00	95.7	0.75	665000	97.2
26/10/2011	12:00	95	0.75	414000	88.5
26/10/2011	15:00	94.1	0.75	201000	76.2

Progressivamente l'operazione ha portato a far defluire dalle bocche circa 150 m³/sec, mentre una portata di 190 m³/sec veniva trattenuta all'interno della cassa di espansione: nella cassa si sono così accumulati circa 2 milioni m cubi d'acqua. Seppure i valori registrati non presentassero particolare pericolosità, l'intervento ha consentito di diminuire la portata del Parma nel tratto urbano e anche la portata in uscita del torrente dalla città verso valle, tenuto conto della concomitante piena del Baganza. In questo modo la piena, nel tratto urbano e a valle della città, anziché presentare un picco alto e una repentina decrescita, ha raggiunto un picco inferiore distribuito su un tempo maggiore, come è possibile osservare nell'idrogramma registrato nella sezione di Parma Ponte Verdi, illustrato in Figura 17.

Nella sezione di Ponte Verdi, il colmo di piena è transitato alle ore 21:10 del 25 ottobre, con un'altezza di 2,68 metri, compreso tra il secondo livello ed il terzo livello di criticità e corrispondente ad un valore di portata pari a circa 390 m³/sec, massimo valore registrato nella sezione dal 2003.

Si osserva una concomitanza dei colmi transitati alla stazione di Baganza a Ponte Nuovo e di Parma a Ponte Verdi: le manovre sulla cassa di espansione hanno fatto sì che il contributo alla formazione del colmo di piena nella sezione di Ponte Verdi fosse più quello del Baganza che quello del Parma stesso, mentre il progressivo rilascio dei volumi il giorno successivo, ha prolungato la fase di esaurimento della piena, mantenendo bassi i livelli idrometrici lungo tutto il tratto arginato da Parma fino alla confluenza in Po.

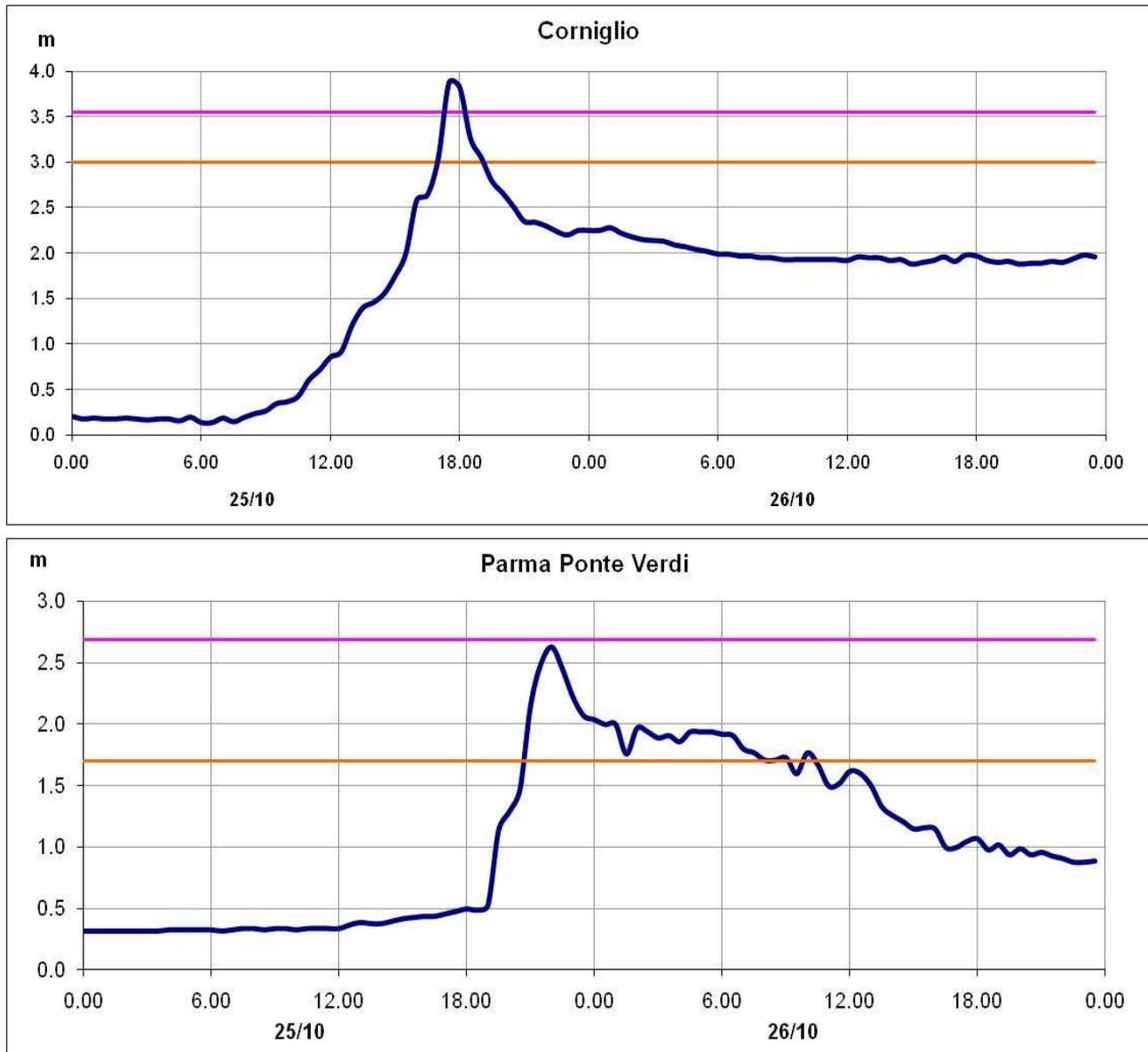


Figura 17: Propagazione della piena lungo le sezioni più significative del fiume Parma

3.3. Analisi statistica delle portate al colmo

Nella Figura 18 e nella Figura 19 vengono presentati i risultati dello studio statistico applicato alle sezioni idrometriche di Parma Ponte Bottego (stazione storica situata 400 metri a valle di Ponte Verdi) e Baganza a Ponte Nuovo, in cui si mostra l'applicazione della distribuzione di probabilità TCEV all'andamento delle portate al colmo nelle sezioni in esame evidenziandone le caratteristiche idrologiche in termini di tempo di ritorno, pari a circa 3 anni. Sui grafici sono riportati i valori dei colmi di piena registrati nell'evento in esame ed i corrispondenti valori del tempo di ritorno.

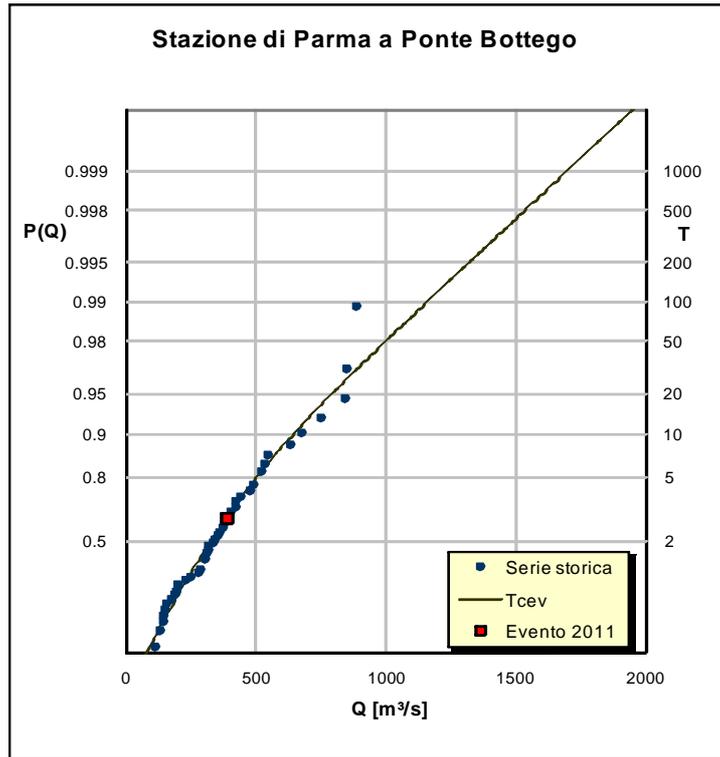


Figura 18: Stima del tempo di ritorno della portata al colmo di piena osservata durante l'evento in esame, alla sezione idrometrica del Parma a Ponte Bottego

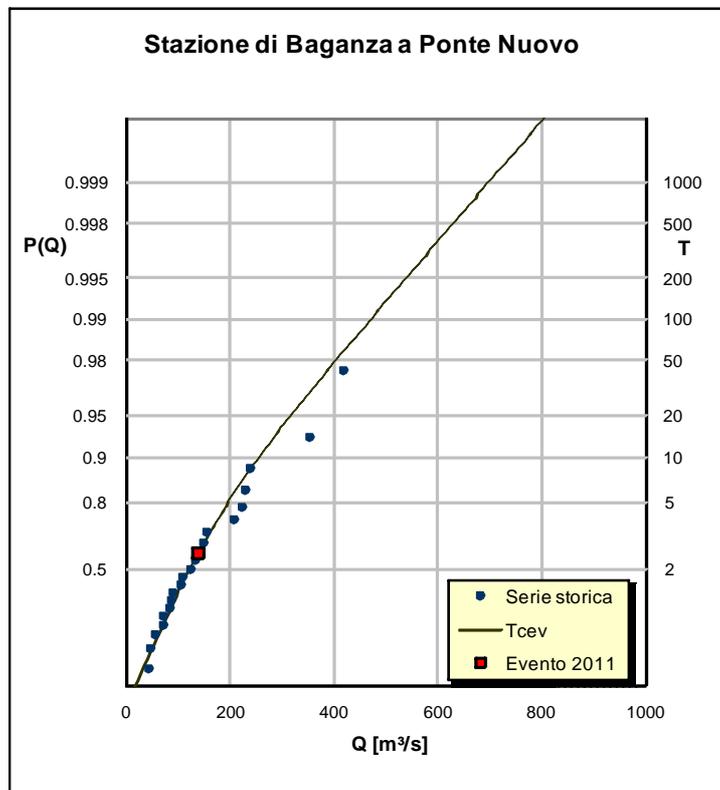


Figura 19: Stima del tempo di ritorno della portata al colmo di piena osservata durante l'evento in esame alla sezione idrometrica del Baganza a Ponte Nuovo

4. LE PREVISIONI IDROLOGICHE-IDRAULICHE DELL'EVENTO DI PIENA

4.1. Analisi statistica delle precipitazioni in corso d'evento

Nel presente paragrafo viene mostrato il risultato dell'applicazione di un particolare strumento di allertamento, che viene costruito sulla base dei dati pluviometrici in tempo reale. Si tratta del grafico di severità, che contiene i massimi valori di periodo di ritorno delle piogge di massima intensità e breve durata registrato in una stazione in esame.

Per ogni istante temporale viene calcolata la pioggia cumulata all'indietro sulla durata di interesse e ne viene valutato il periodo di ritorno associato. A fine evento viene estratto il massimo periodo di ritorno registrato per la durata in esame. Il grafico di severità permette di indicare per quali durate la pioggia è stata più significativa e quali zone sono state maggiormente colpite.

In Tabella 2 sono riportati tutti i pluviometri che a fine evento presentavano almeno un valore di periodo di ritorno maggiore o uguale a 2 anni, scelta come primo livello soglia. In Figura 20 viene mostrato il grafico di severità ricavato per il bacino del fiume Parma.

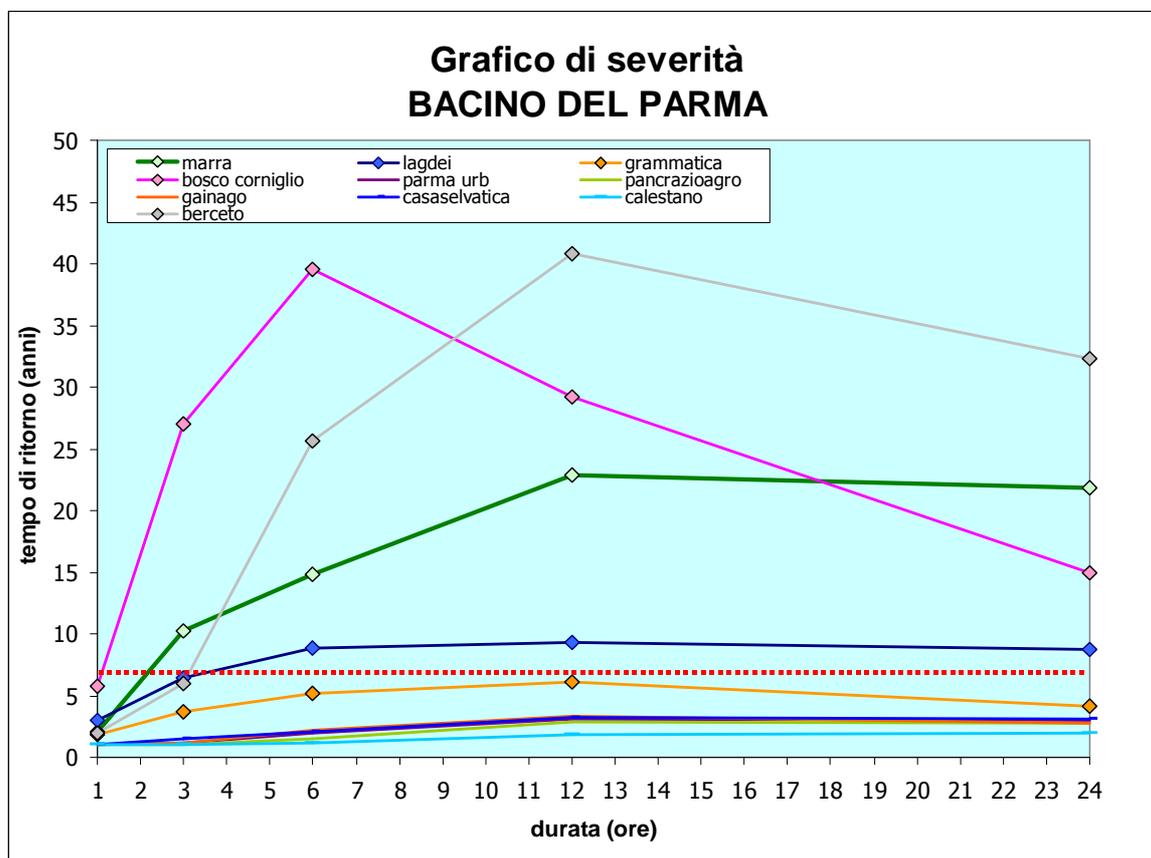


Figura 20: Grafico di severità dell'evento pluviometrico per il bacino del fiume Parma

Dall'analisi di tali grafici si evidenzia come il tempo di ritorno nel fenomeno in esame assuma valori più significativi specialmente per le durate pari a 6 e 12 ore. Inoltre, nota la dislocazione delle stazioni pluviometriche in esame, è possibile ricavare le zone dove l'evento è stato maggiormente severo, ossia nella zona montana dei bacini Parma e Baganza. Accanto ad una informazione temporale è possibile ricavare quindi una informazione di tipo spaziale circa la severità della pioggia.

4.2. Le previsioni del sistema FEWS sugli affluenti di destra del fiume Po

Le previsioni idrologiche-idrauliche nelle stazioni principali del fiume Parma e del suo affluente Baganza, interessate dalla piena, sono state effettuate sulla base del sistema operativo per la previsione delle piene del fiume Po realizzato con un approccio particolarmente innovativo, che prende in considerazione le previsioni meteorologiche deterministiche e probabilistiche, oltre che le differenti tecniche esistenti per la modellazione numerica di simulazioni idrologiche e idrauliche.

Nelle figure seguenti si riportano gli andamenti delle osservazioni idrometriche e delle simulazioni numeriche previste, in alcune sezioni del fiume Parma (Figura 21, Figura 22 e Figura 23) e del suo affluente Baganza (Figura 24, Figura 25 e Figura 26). In particolare, nel secondo pannello di ogni figura sono indicate con linea verde continua le simulazioni basate sui dati osservati di precipitazione e temperatura, mentre con la linea verde tratteggiata le simulazioni basate sulle previsioni del modello meteorologico COSMO-I7. Sono inoltre fornite nel primo pannello di ogni figura le piogge ragguagliate sul bacino chiuso nella sezione in esame, osservate (blu) e previste dal modello deterministico COSMO-I7 (azzurro).

Dall'osservazione dei grafici è possibile dedurre come in generale le piogge previste siano traslate e sottostimate rispetto alle piogge osservate. I modelli previsionali presentano pertanto valori al colmo inferiori rispetto all'osservato, mentre le simulazioni basate sui dati osservati forniscono valori al colmo ben rappresentativi del dato osservato. Data la discordanza tra le previsioni meteorologiche e le piogge osservate, in corso di evento le previsioni di traslazione dell'onda di piena sono state date sulla base dei dati osservati a monte, delle simulazioni numeriche effettuate con i dati osservati e delle conoscenze del territorio, tra le quali quelle relative ai tempi di riposta dei bacini.

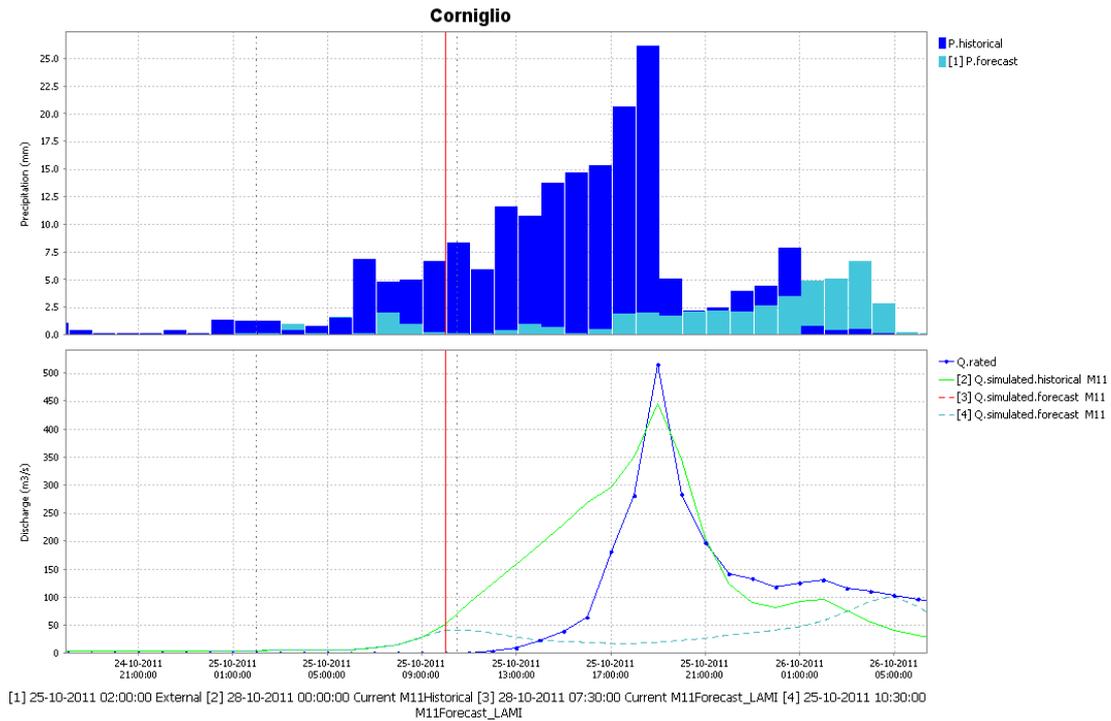


Figura 21: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Parma chiuso alla stazione di Corniglio e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 10.30, previsione del colmo di piena con circa 7 ore di anticipo.

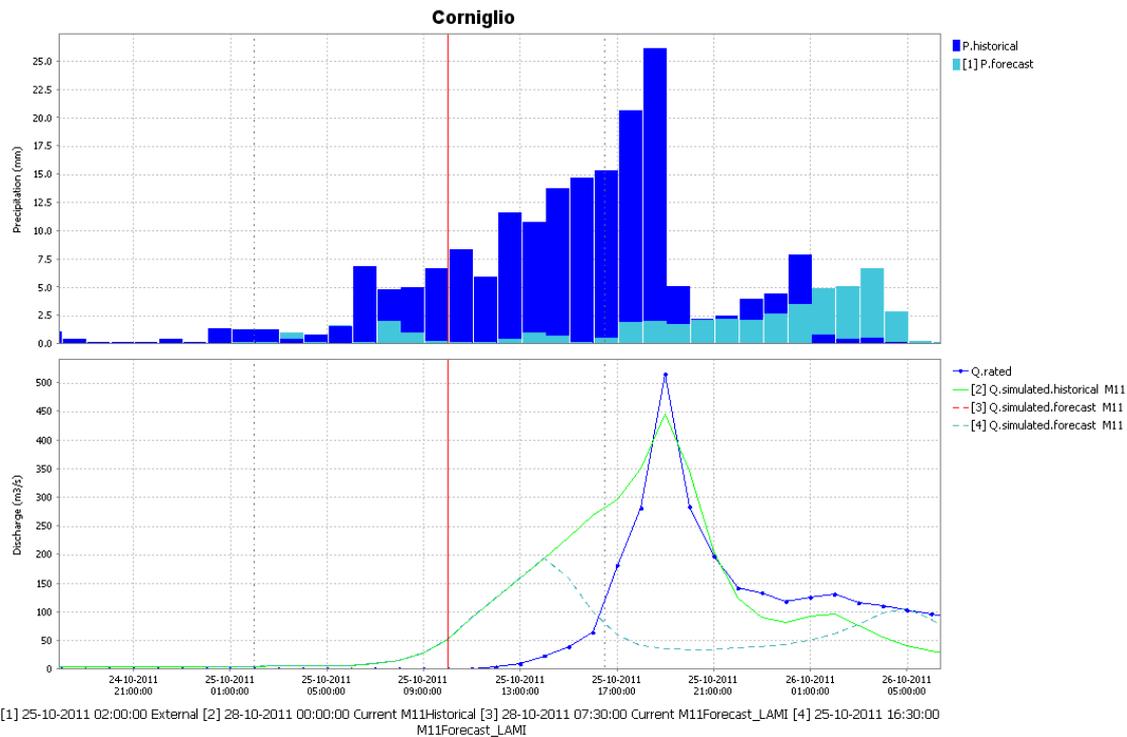


Figura 22: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Parma chiuso alla stazione di Corniglio e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 1 ora di anticipo.

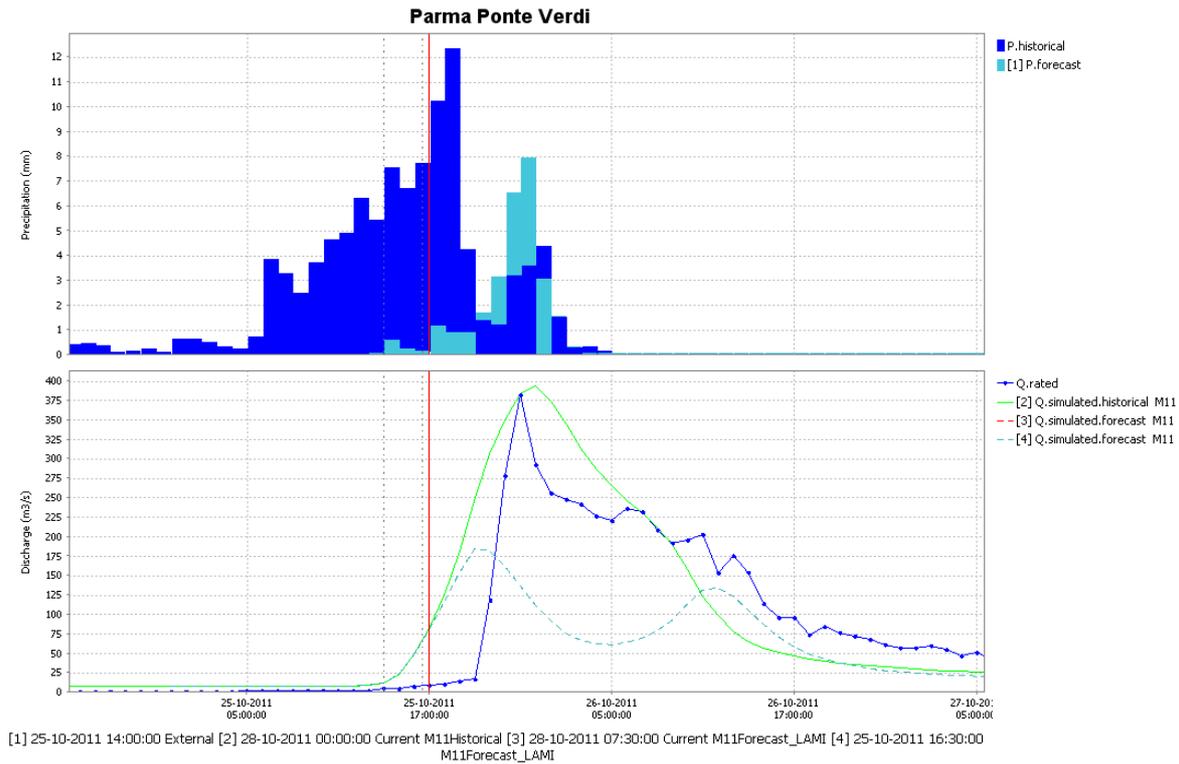


Figura 23: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Parma chiuso alla stazione di chiusura di Ponte Verdi e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con 6 ore di anticipo.

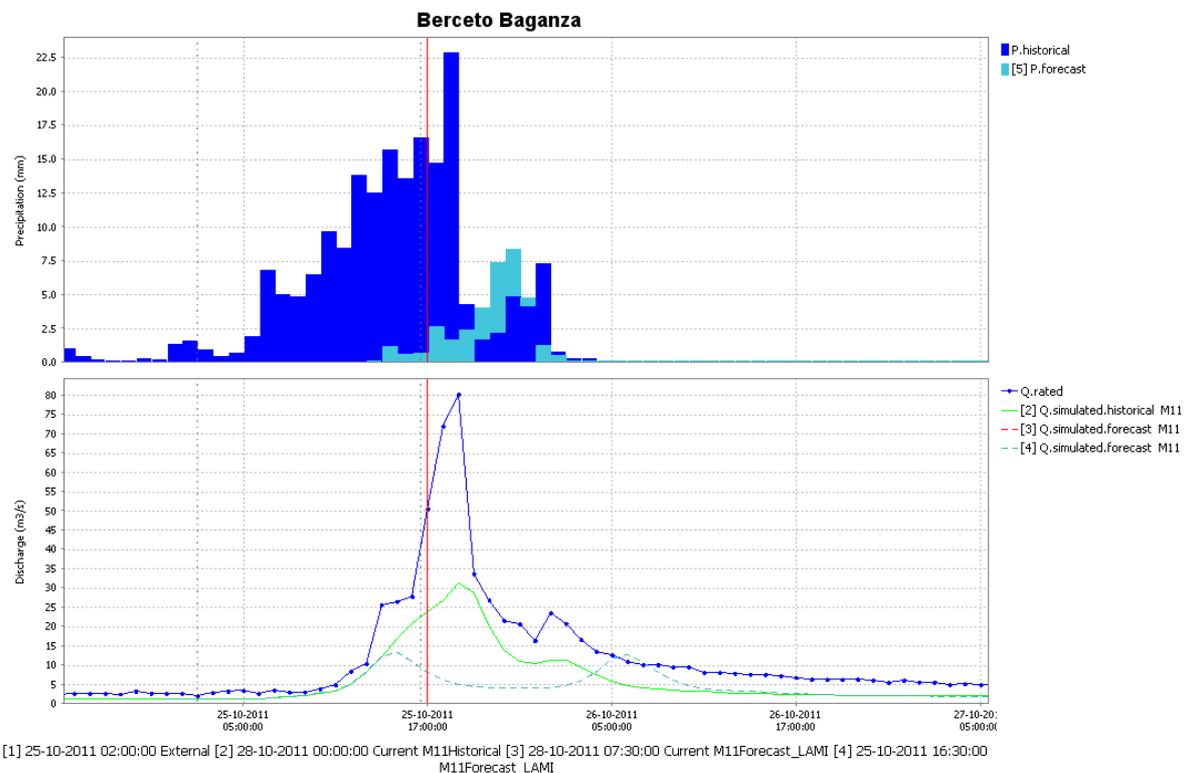


Figura 24: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Baganza chiuso alla stazione di Berceto e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 2 ore di anticipo.

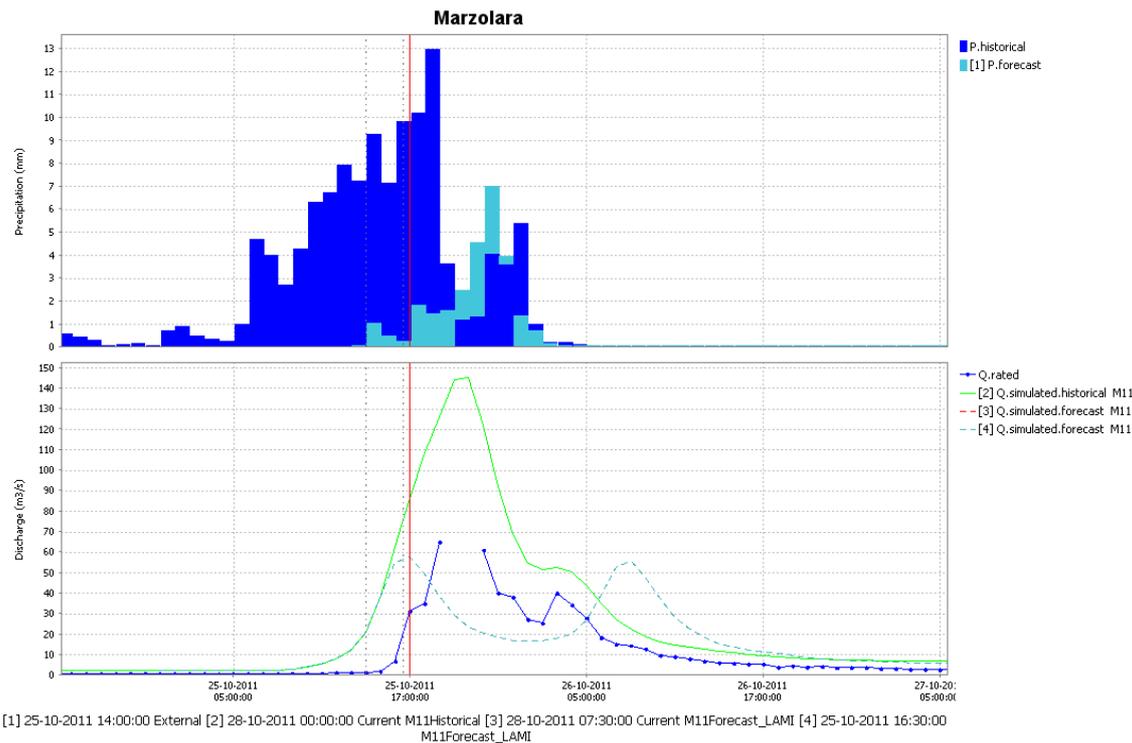


Figura 25: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Baganza chiuso alla stazione di Marzolara e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 3 ore di anticipo.

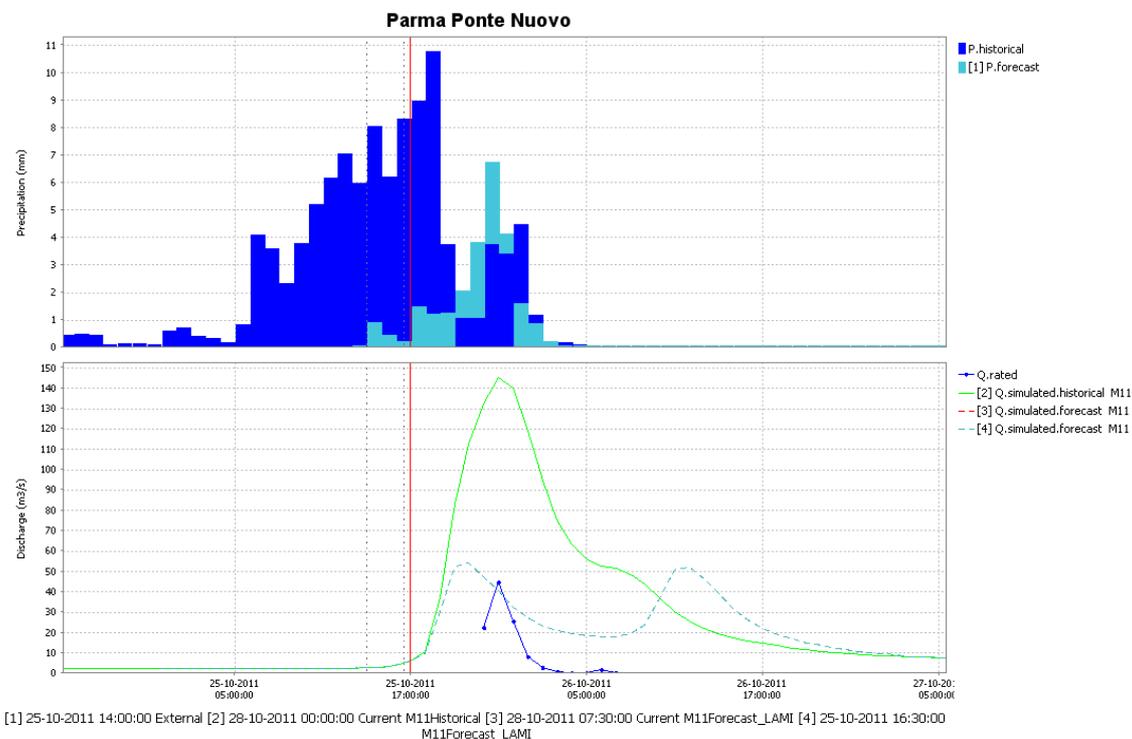


Figura 26: Precipitazione osservata e prevista dal modello LAMI, ragguagliata sul bacino del Baganza chiuso alla stazione di Ponte Nuovo e confronto tra osservato e previsto di portata nella stessa sezione. Corsa delle catene previsionali del giorno 25/10/2011 ore 16.30, previsione del colmo di piena con circa 6 ore di anticipo.

5. LE ATTIVITÀ DI PREVISIONE E MONITORAGGIO DEL CENTRO FUNZIONALE

La previsione dell'intero evento meteorologico ed il monitoraggio della sua evoluzione idrologica e idraulica, è stata efficacemente condotta dal Centro Funzionale della Regione Emilia Romagna a partire da lunedì 24 ottobre 2011, fino alla fine dell'evento.

Il giorno 24 ottobre le piogge per l'intera giornata del 25, cioè con 48 ore di anticipo, sono state previste sia dal modello ad area limitata COSMO, nella risoluzione a 7 km e a 2,8 km, sia dal modello a scala globale ECMWF, le cui mappe di precipitazione sono rispettivamente illustrate nella Figura 28. Si osservi che le notevoli intensità di pioggia che si sono verificate sul crinale appenninico occidentale, con i valori massimi sul territorio ligure, erano state previste dai modelli, in particolare da COSMO I2, che già con 48 ore di anticipo segnalava la presenza di forte instabilità sull'area.

La previsione delle piogge medie areali sulle zone di allertamento (vedi Figura 27), effettuata il 24 ottobre sia con il modello COSMO I7 che con il modello ECMWF, segnalava dei superamenti di soglia sulla zone di allertamento G, con l'80% di probabilità di intensità superiori ai 50 mm/ora.

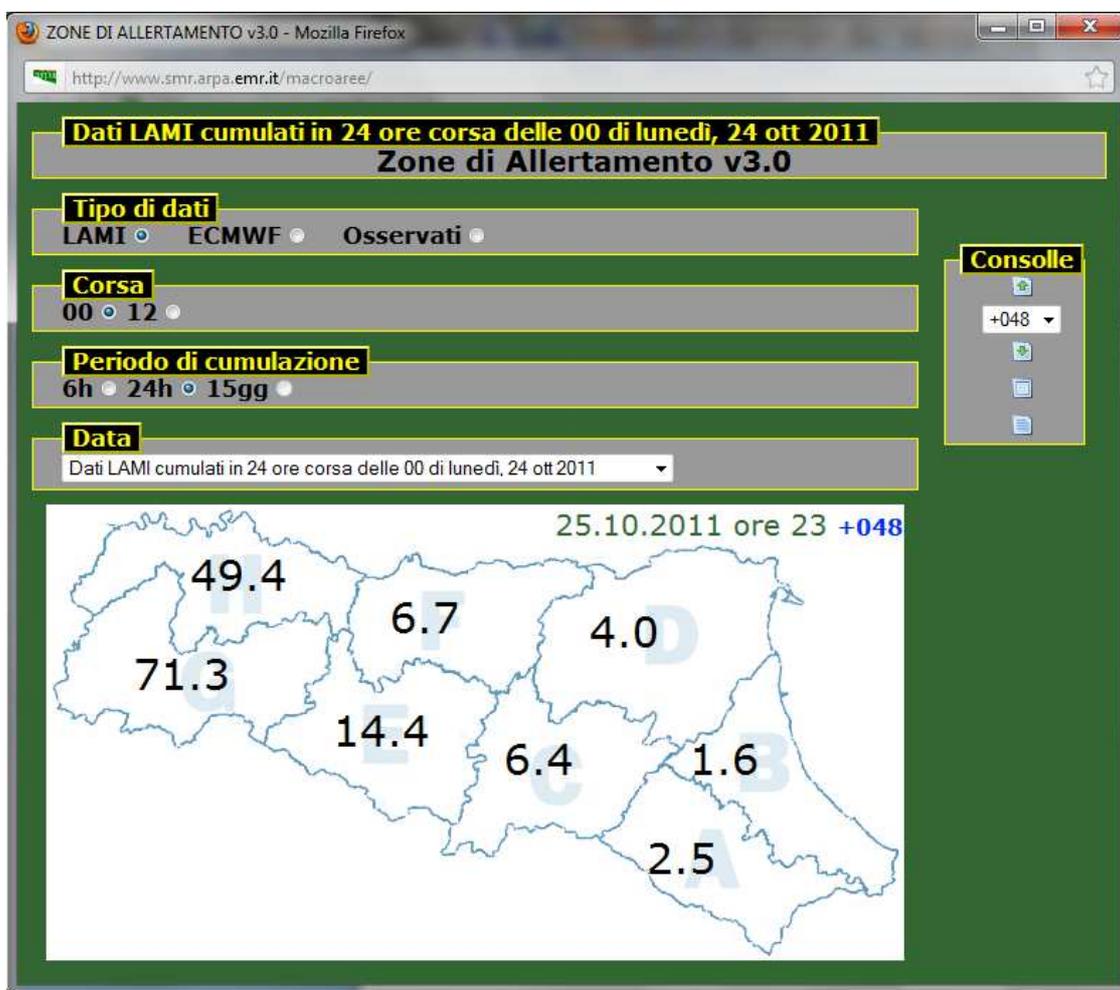
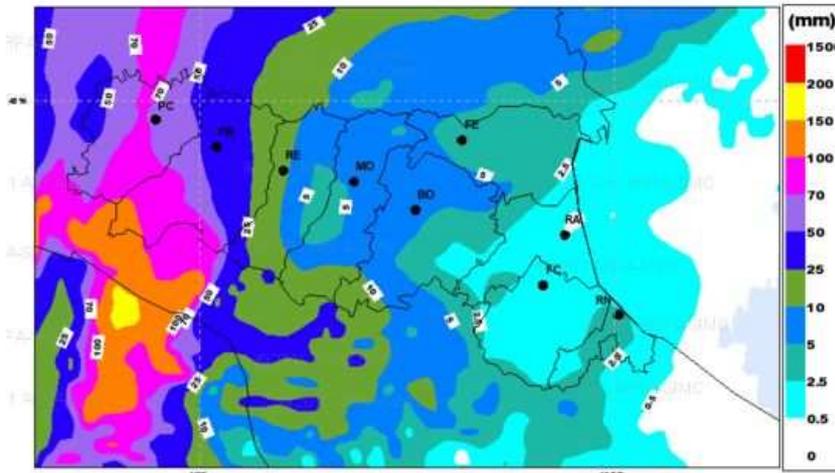
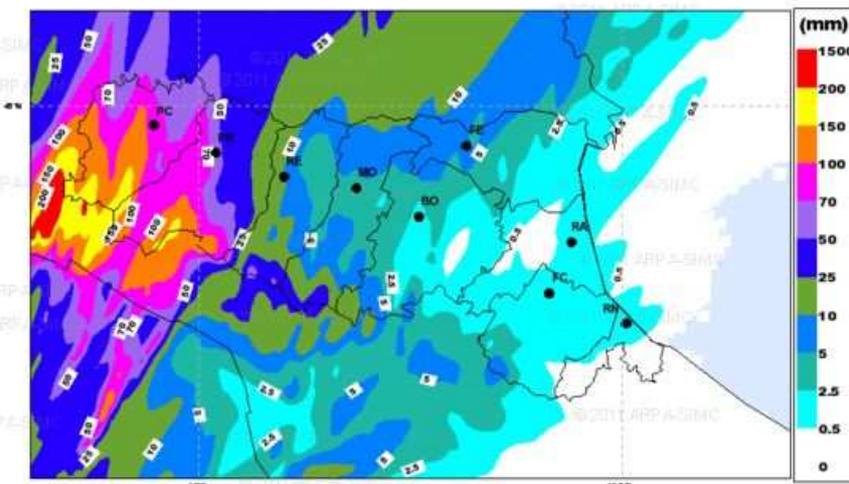


Figura 27: Pioggia media areale prevista sulle zone di allertamento nella corsa delle 00:00 del 24 ottobre di COSMO I7, per la giornata del 25 ottobre.

**COSMO-I7 pioggia prevista a +48ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 24-10-2011**



**COSMO-I2 pioggia prevista a +48ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 24-10-2011**



**ECMWF pioggia prevista a +48ore cumulata in 24 ore (mm)
dalle 0 alle 24 U.T.C. corsa del 24-10-2011**

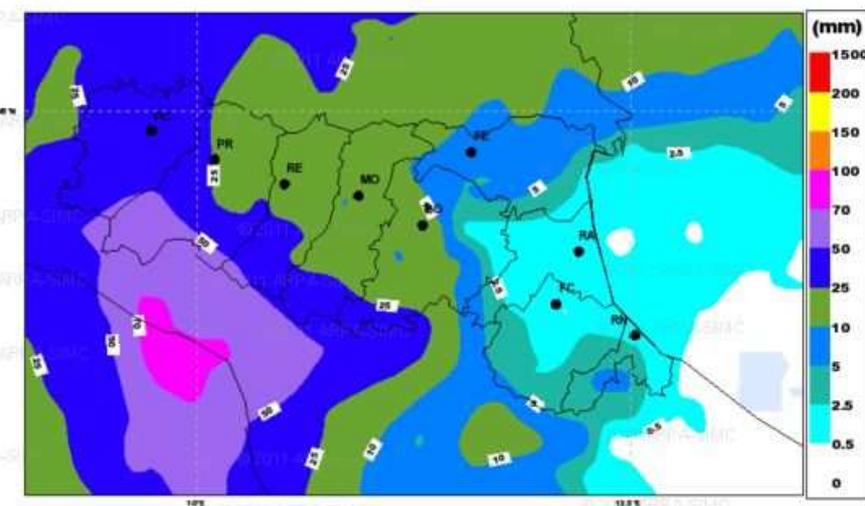


Figura 28: Previsioni di pioggia del 24 ottobre, fornite dai modelli COSMOI7, COSMOI2, ECMWF

Alla luce delle suddette previsioni, la mattina del 24 ottobre è stato emesso un Avviso Meteo (vedi Figura 29) recante indicazioni di precipitazioni abbondanti a partire dal settore occidentale, anche di tipo temporalesco sull'appennino piacentino-parmense.

Nella stessa mattina all'Avviso Meteo è seguito un Avviso di Criticità (vedi Figura 30), con indicazioni di criticità moderata sulla zona di allertamento G, dove le forti intensità di pioggia hanno effettivamente generato una piena di criticità moderata sul bacino del Parma, e piene comunque considerevoli nei bacini di Trebbia e Taro. Sull'adiacente zona E è stata data indicazione di criticità ordinaria per tenere in considerazione l'incertezza spaziale della distribuzione delle piogge, che – nella giornata del 26 ottobre - si sono effettivamente estese anche all'appennino centrale, generando piene di criticità ordinaria sui bacini di Enza, Secchia e Panaro. Anche sulla zona di allertamento H è stata data indicazione di criticità ordinaria, per la propagazione verso i tratti vallivi delle piene generate dalla pioggia prevista sulla zona di allertamento G.

Il monitoraggio dell'evento pluviometrico ha avuto inizio nella giornata di martedì 25 ottobre, quando si sono osservate notevoli intensità di pioggia sulla zona di crinale di Trebbia, Taro e Parma. Nei primi due bacini, i primi colmi nelle sezioni montane si sono attestati su valori al di sotto delle soglie di criticità moderata, tali comunque da non destare preoccupazioni. L'intensa linea temporalesca osservata per diverse ore sull'alto bacino del Parma, ha fatto invece concentrare l'attenzione sulla piena del fiume Parma, dove nelle sezioni di montane di Corniglio (Parma) e Berceto (Baganza), dove si sono registrati due colmi intorno alle ore 18:00, superiori alle soglie di criticità moderata.

Considerata la persistenza delle piogge nelle ore successive osservabile dal radar, e la previsione della somma dei due colmi di piena alla confluenza tra Parma e Baganza, è stata data immediata comunicazione della situazione in atto alla Protezione Civile Regionale e ad AIPO, la quale ha potuto predisporre le manovre sulle casse di espansione immediatamente a monte della città di Parma, che hanno avuto l'effetto di abbassare il colmo di piena, e di lasciar transitare una portata compatibile con la sicurezza idraulica del tratto arginato a valle.

Durante la fase di monitoraggio sono stati emessi quattro bollettini di monitoraggio periodici (in Figura 31 è riportato il primo dei bollettini di monitoraggio), ad uso delle strutture tecniche (Protezione Civile Regionale, AIPO e Servizi Tecnici di Bacino), contenenti informazioni sulle piogge osservate e previste e sulla propagazione della piena del torrente Parma.

La fase di monitoraggio è terminata nel pomeriggio del 26 ottobre, quando le piene su Trebbia, Taro, Parma, Enza, Secchia e Panaro risultavano in esaurimento in tutte le sezioni.

5.1. Avvisi e bollettini emessi

	Centro Funzionale Regione Emilia Romagna – CF-RER Viale Silvani, 6 - 40122 Bologna tel.: 051-6497606-523651 reperibilità meteo : 051-5282399 telefax : 051-5274352 e-mail: cf-rer@arpa.emr.it	Servizio Idro-Meteo-Clima viale Silvani 6 - 40122 Bologna tel 051-6497511 - telefax 051-6497501 diretto previsioni meteo - tel 051-6497600 e-mail: urpsim@arpa.emr.it sito web: http://www.arpa.emr.it/sim
AVVISO METEO		
Avviso N. <input type="text" value="635"/>	/CF del <input type="text" value="24/10/2011"/>	(giorno di emissione dell'avviso)
Documento redatto dalla Sala Operativa Meteo		
Data e ore di inizio validità di tale avviso	<input type="text" value="25/10/2011"/>	ore <input type="text" value="06"/> UTC
Data e ore di fine validità di tale avviso	<input type="text" value="26/10/2011"/>	ore <input type="text" value="18"/> UTC
Parametri meteo descritti in questo avviso:		
PRECIPITAZIONI	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	TEMPERATURE MASSIME
		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
		<u>VENTO</u>
		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
NEVE	<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO	<u>TEMPERATURE MINIME</u>
		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
		<u>STATO DEL MARE</u>
		<input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO
Evoluzione della situazione meteorologica nel periodo di validità del presente avviso meteo:		
Nella giornata di oggi, lunedì 24 ottobre, l'ingresso di un sistema frontale di origine atlantica nel Mediterraneo favorirà una circolazione sud-occidentale di masse d'aria calde e umide sulla Penisola Italiana. Sono previste precipitazioni abbondanti a partire dal settore occidentale, anche di tipo temporalesco sull'appennino piacentino-parmense, con valori locali superiori a 100 mm in 24 ore e maggiori di 50 mm medi areali nelle macroaree G e H. Le precipitazioni saranno in graduale estensione a tutto il resto del territorio nel corso della giornata di martedì 25 e della mattina di mercoledì 26. Non si escludono isolati fenomeni temporaleschi anche sulle aree di pianura. Esaurimento dei fenomeni a partire dal pomeriggio di mercoledì.		
Tendenza del tempo nei due giorni successivi a quello di validità di tale avviso:		
<input checked="" type="checkbox"/> ESAURIMENTO <input type="checkbox"/> ATTENUAZIONE <input type="checkbox"/> STAZIONARIETA' <input type="checkbox"/> INTENSIFICAZIONE		
<input type="checkbox"/> ALTRO: <input style="width: 600px; height: 20px;" type="text"/>		
Allegati tecnici: <input type="checkbox"/> SI <input checked="" type="checkbox"/> NO		
Numero di pagine che compongono questo avviso: <input type="text" value="2"/> (compresa questa)		
Il dirigente di riferimento del Centro Funzionale Dott. Sandro Nanni		

Figura 29: Avviso meteo del 24 ottobre 2011

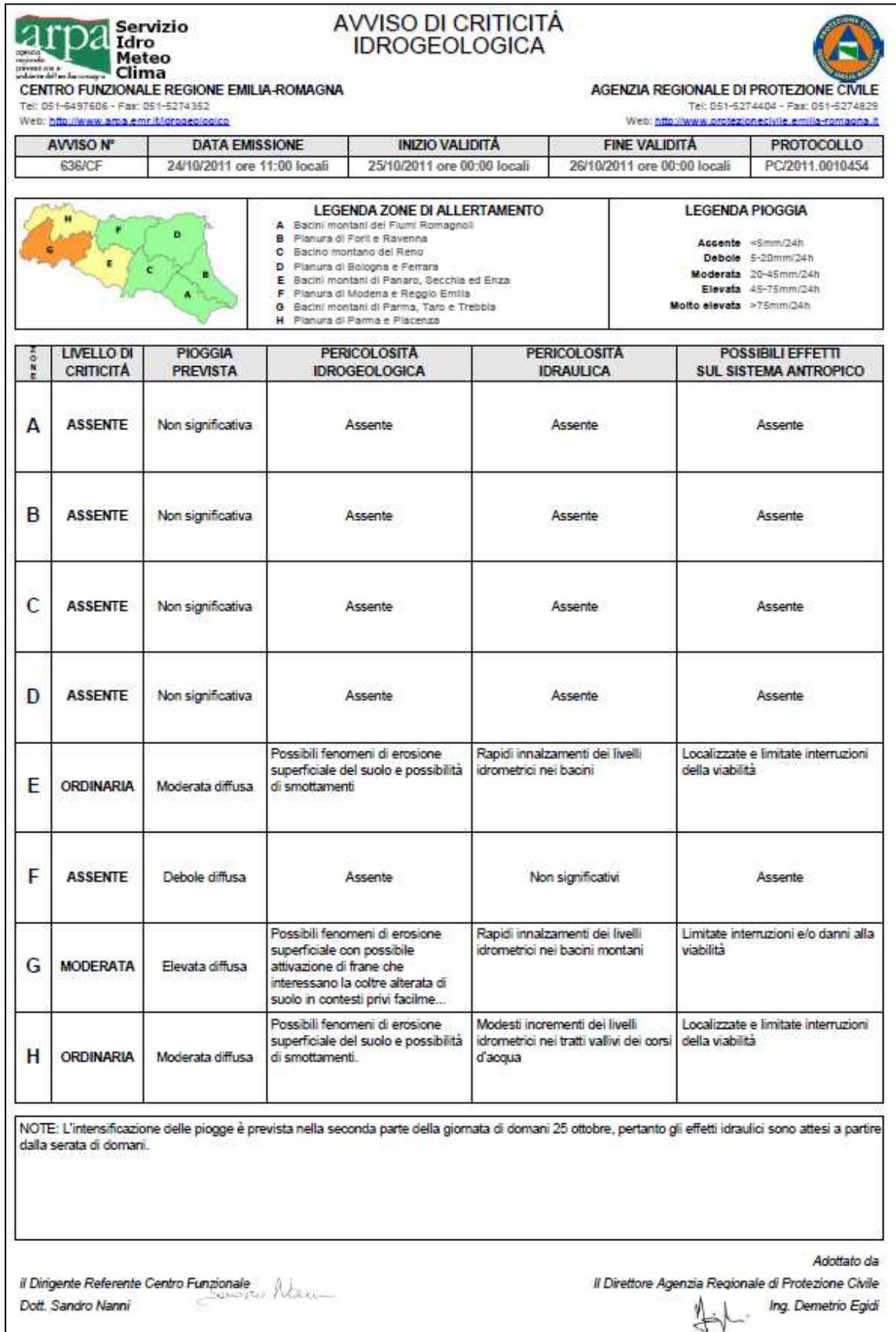
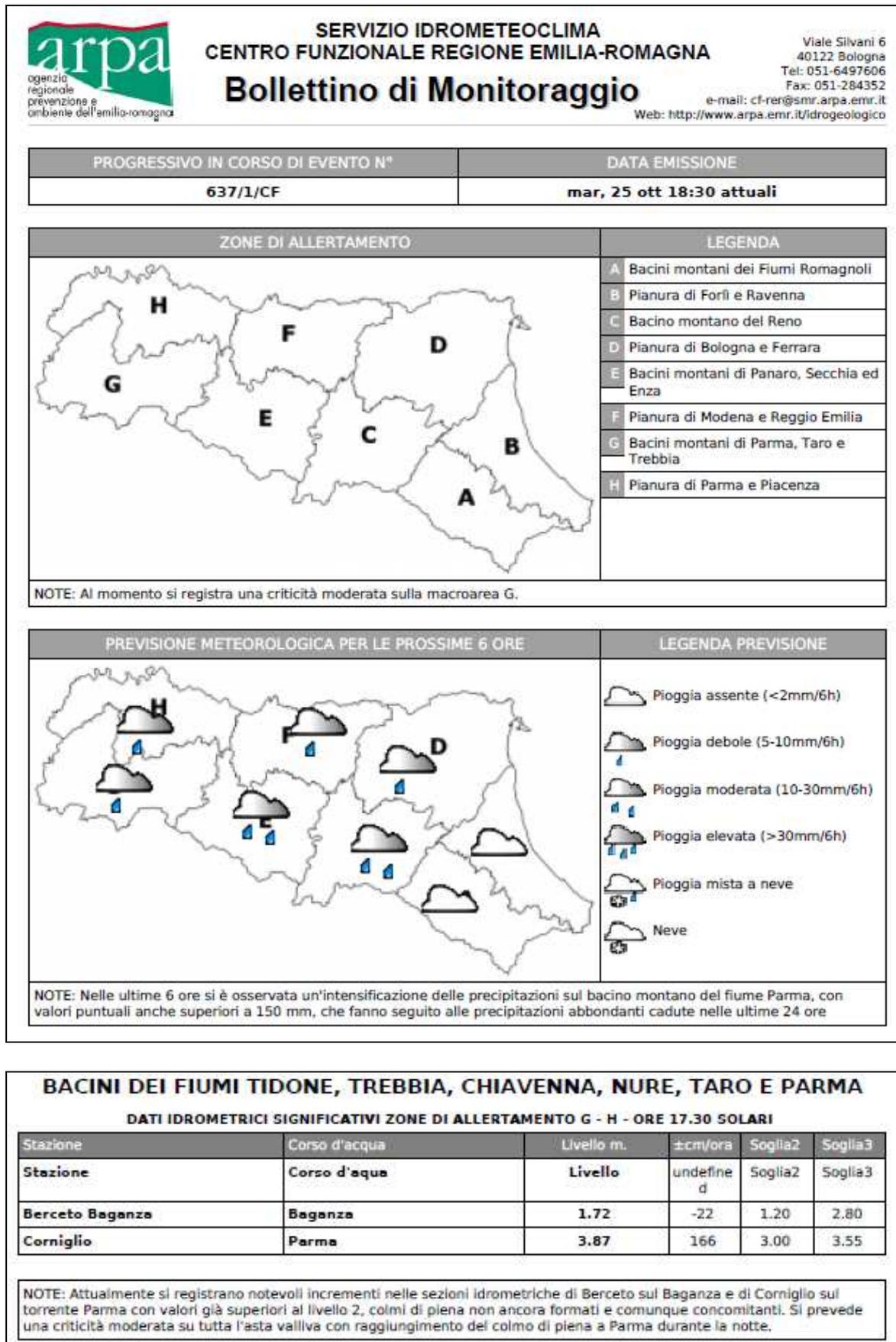


Figura 30: Avviso di criticità del 24 ottobre 2011

Figura 31: Bollettino di monitoraggio del 25 ottobre 2011 ore 18:30



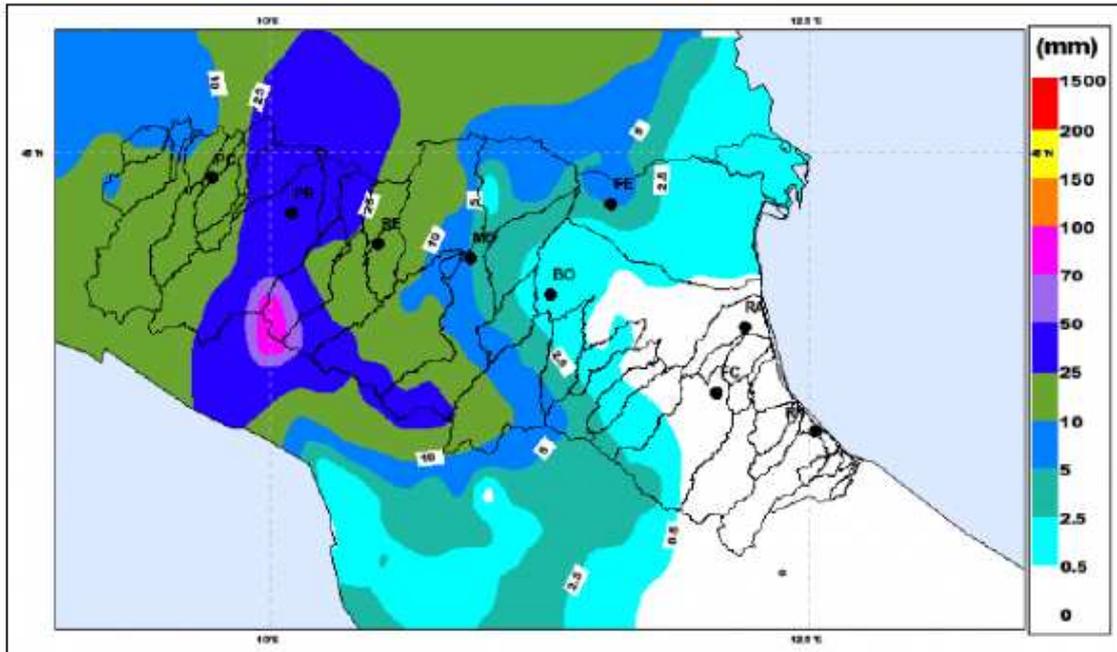


**SERVIZIO IDROMETEOClima
CENTRO FUNZIONALE REGIONE EMILIA-ROMAGNA**

Bollettino di Monitoraggio

Viale Silvani 6
40122 Bologna
Tel: 051-6497606
Fax: 051-284352
e-mail: cf-rer@smr.arpa.emr.it
Web: <http://www.arpa.emr.it/idrogeologico>

PIOGGIA CUMULATA NELLE ULTIME 6 ORE



PIOGGIA CUMULATA NELLE ULTIME 48 ORE

