

RELAZIONE DI FINE EVENTO

Evento di piena del bacino del fiume Po

Novembre 2016



Aggiornamento 01/12/2016 ore 12:00

SITUAZIONE ATTUALE

I colmi di piena sono transitati in tutte le sezioni dell'asta principale del fiume Po, compresa l'area deltizia.

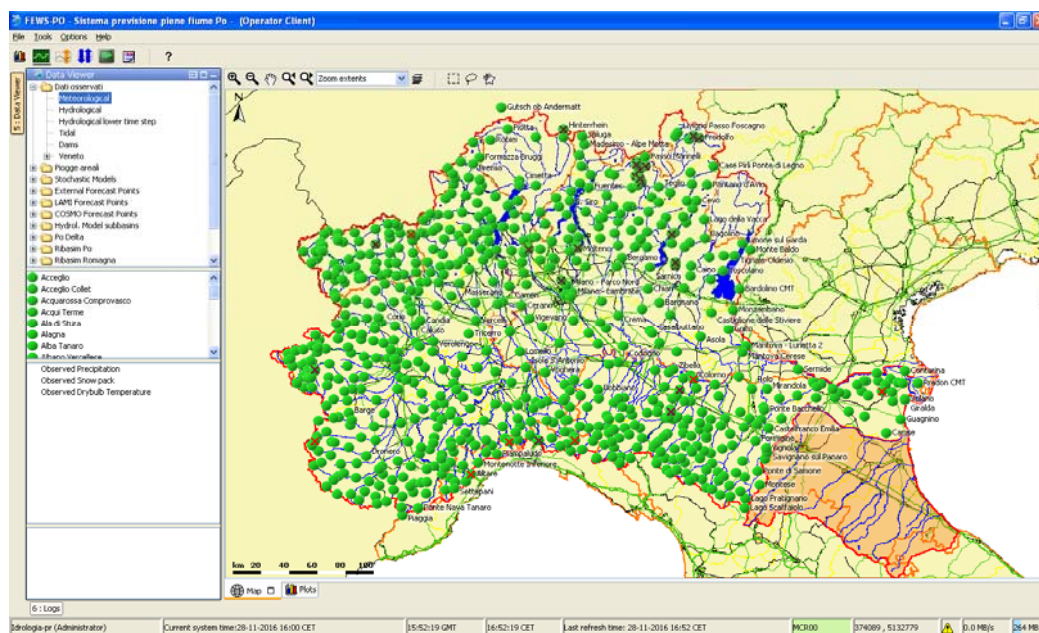
Di seguito si riporta la tabella riassuntiva dei colmi osservati:

Stazione	Hmax [m]	Qmax [m3/s]	Giorno	Ora	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]
Ponte Valenza	5.03	5800	26-nov	2:30	2.7	3.3	4.8
Isola S. Antonio	8.55	9900	26-nov	2:30	5.5	6.5	8.0
Ponte Becca	5.75	7900	26-nov	15:30	3.5	4.5	5.5
Spessa Po	6.68	8100	26-nov	20:00	4.5	5.5	6.5
Piacenza	7.54	7500	27-nov	4:20	5.0	6.0	7.0
Cremona	3.33	6900	27-nov	14:20	2.2	3.2	4.2
Casalmaggiore	5.60		28-nov	6:40	3.6	4.6	5.6
Boretto	6.33	5800	28-nov	12:00	4.5	5.5	6.5
Borgoforte	6.76	5900	28-nov	20:10	5.0	6.0	7.0
Sermide	8.18	6000	29-nov	7:00	7.0	8.0	9.0
Pontelagoscuro	1.62	5700	29-nov	10:00	0.5	1.3	2.3
Polesella	7.05		29-nov	12:00	5.7	6.7	7.8
Cavanella	3.93		29-nov	12:30	3.2	3.7	4.6
Ariano	2.70		29-nov	12:40	1.7	2.1	3.2

I livelli idrometrici sono scesi al di sotto della soglia L1 lungo tutta l'asta del Po.

PLUVIOMETRIA

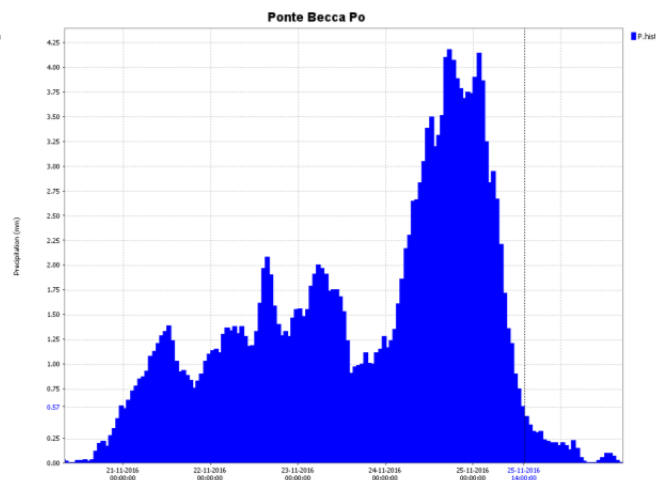
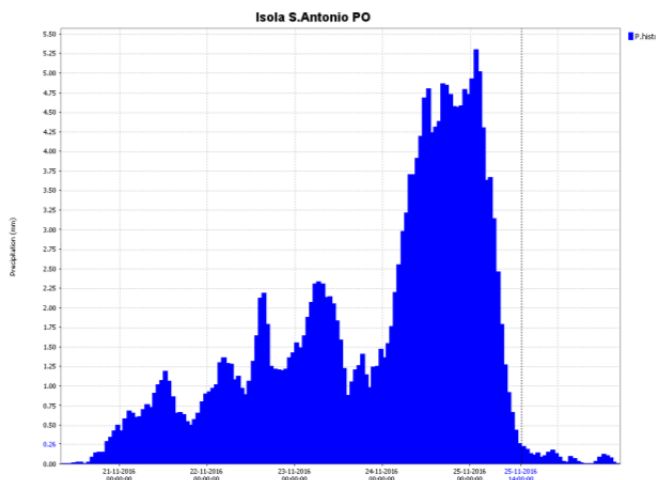
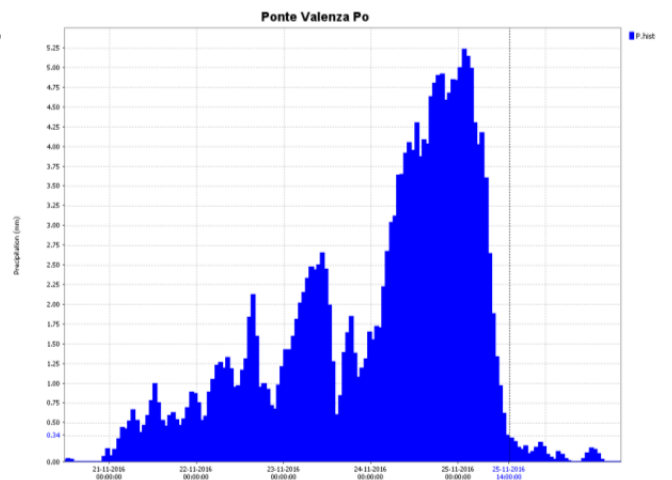
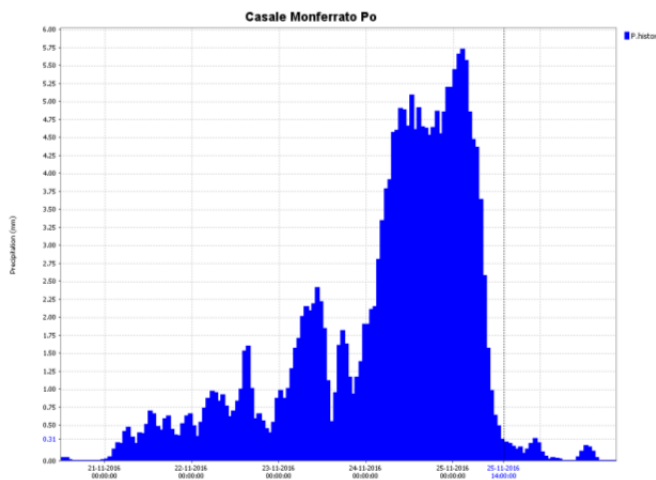
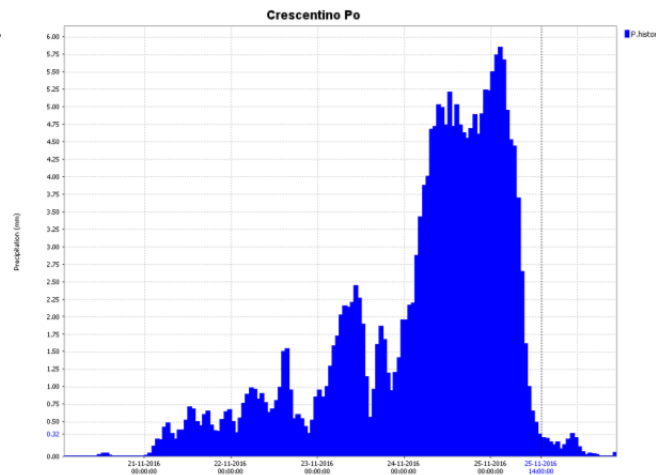
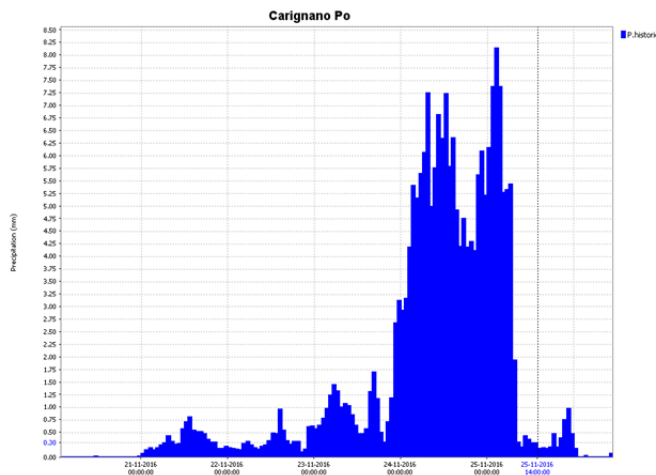
La rete pluviometrica in telemisura del Bacino del Fiume Po si compone di 1250 pluviometri, rappresentati in verde nell'immagine seguente tratta dal sistema di previsione delle piene FEWS Po.

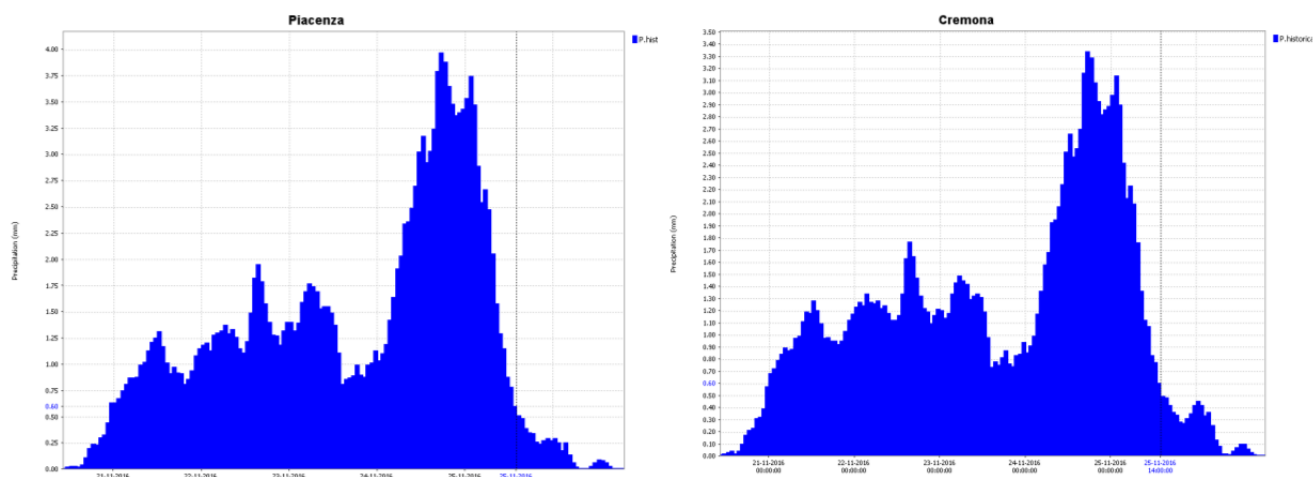


Le precipitazioni più significative hanno avuto inizio alle ore 00:00 del 22/11/2016. Si riportano di seguito gli afflussi osservati in corso d'evento ad alcune principali sezioni di chiusura del fiume Po.

Stazione	Area [km2]	Afflusso [mm]
Carignano	3338	223
Crescentino	13221	219
Casale Monferrato	13570	216
Ponte Valenza	17331	219
Isola s. Antonio	25951	221
Ponte Becca	36770	202
Piacenza	42030	188

Afflussi cumulati dalle ore 03:00 del 20/11/2016 alle ore 13:00 del 26/11/2016

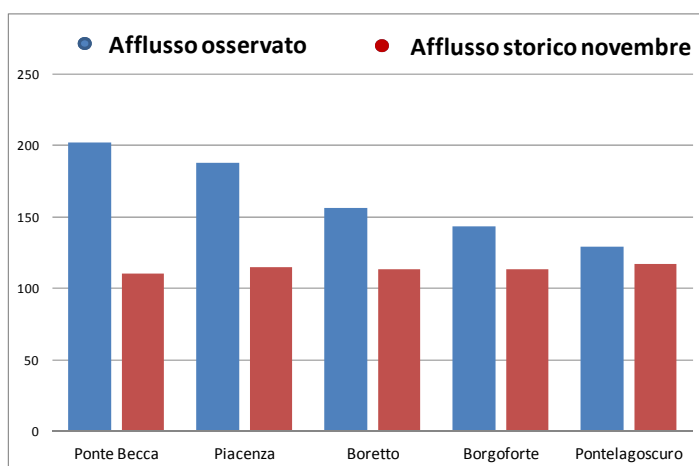




Andamento temporale degli afflussi in corso d'evento, riferite ai bacini chiusi alle sezioni principali del fiume Po

Di seguito si rappresenta il confronto tra l'afflusso di precipitazione osservato e il valore di afflusso medio di lungo periodo per il mese di novembre.

Stazione	Afflusso evento	Afflusso storico Novembre
Ponte Becca	202	110
Piacenza	188	115
Boretto	157	113
Borgoforte	143	113
Pontelagoscuro	129	117



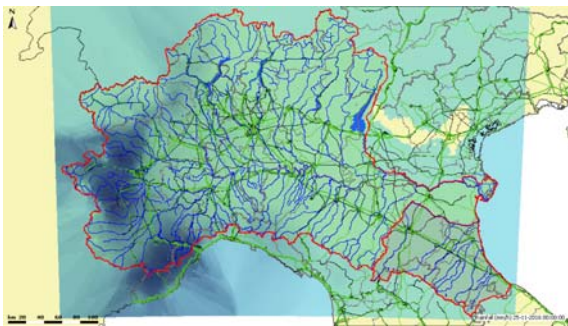
Afflussi cumulati in corso d'evento (dalle ore 03:00 del 20/11/2016 alle ore 13:00 del 26/11/2016) e valori medi di lungo periodo per il mese di Novembre



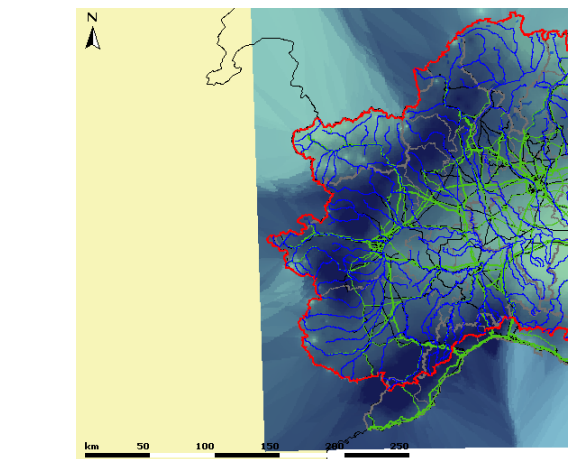
Cumulata giornaliera del 21/11 ore 00:00



Cumulata giornaliera del 23/11 ore 00:00



Cumulata giornaliera del 25/11 ore 00:00



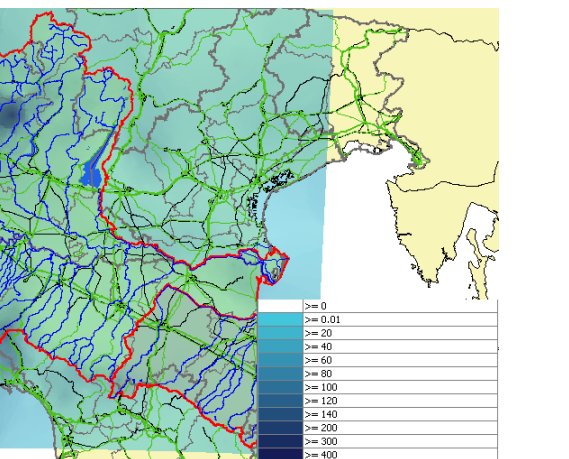
Cumulata giornaliera del 22/11 ore 00:00



Cumulata giornaliera del 24/11 ore 00:00



Cumulata giornaliera del 26/11 ore 00:00

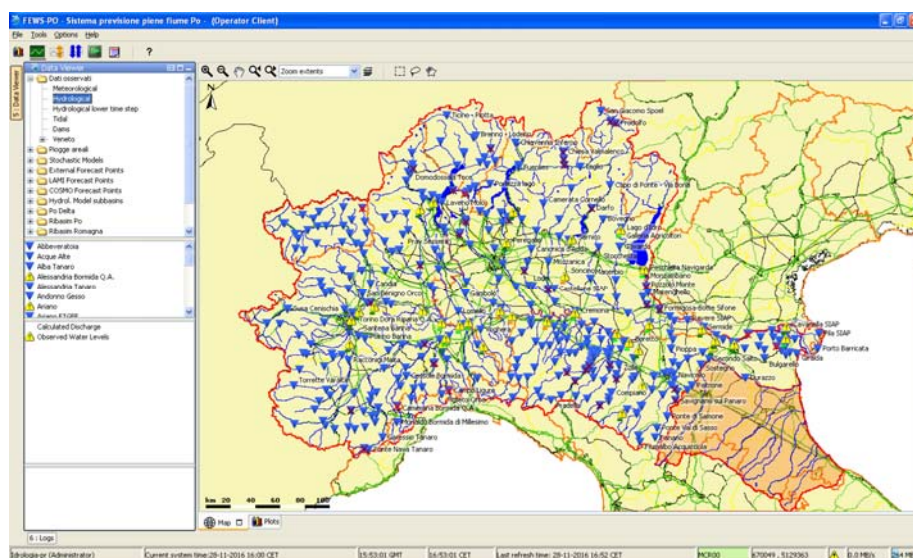


Cumulata sull'intero evento

Distribuzione spaziale delle piogge giornaliere e di quelle relative all'intero evento

IDROMETRIA

La rete idrometrica in telemisura del Bacino del Fiume Po si compone di 700 idrometri, rappresentati in blu nell'immagine seguente tratta dal sistema di previsione delle piene FEWS Po.



Si riportano i seguenti valori idrometrici di sintesi in corso d'evento

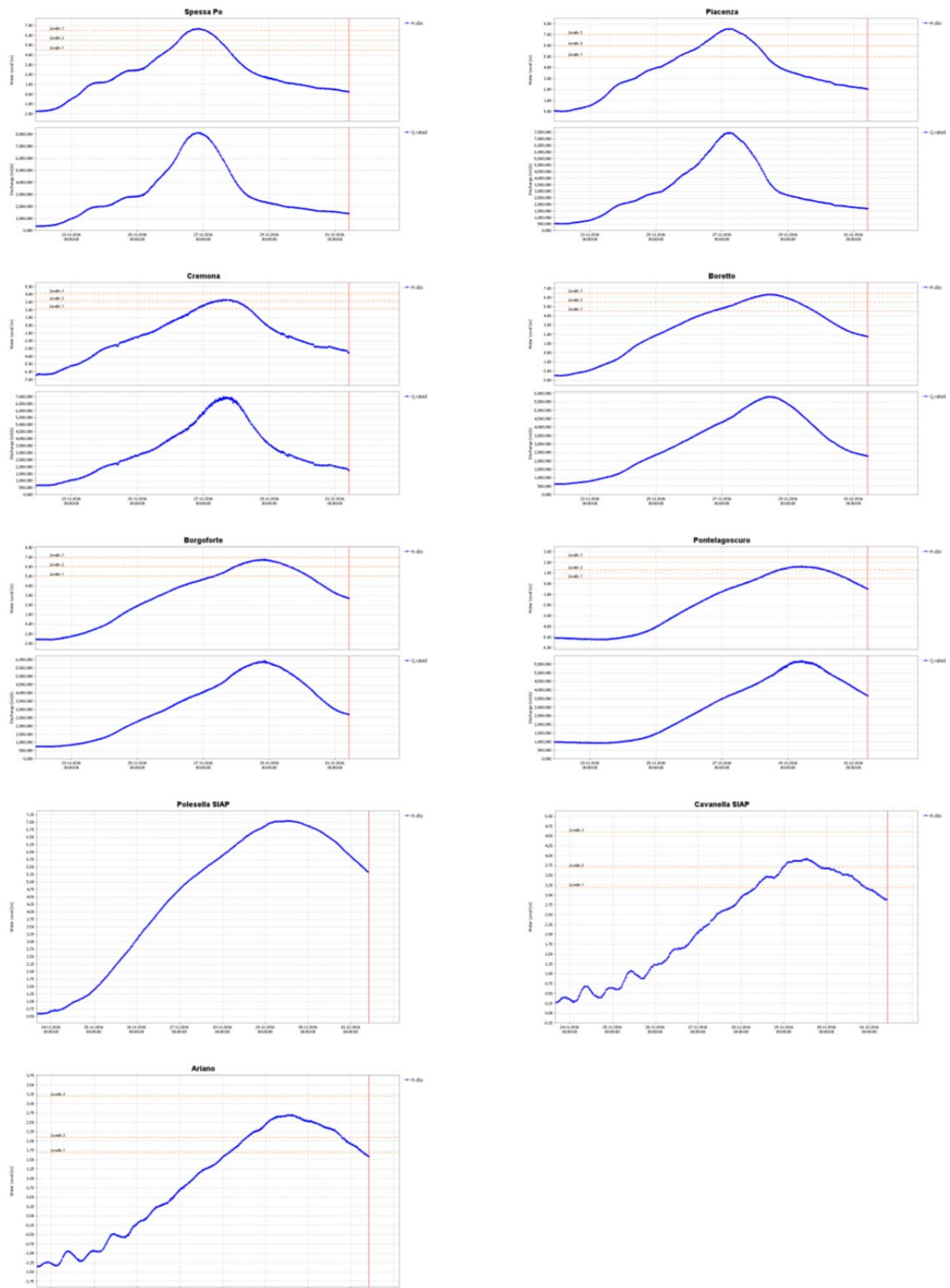
- altezza idrometrica osservata
- incremento idrometrico delle ultime 6 ore
- livelli di criticità L1 L2 L3

per le sezioni principali del fiume Po.

Stazione	H attuale [m]	Incremento H 6ore [m]	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]
Ponte Valenza	0.28	-0.03	2.7	3.3	4.8
Isola S. Antonio	2.04	-0.04	5.5	6.5	8.0
Ponte Becca	-0.69	-0.14	3.5	4.5	5.5
Spessa	0.30	-0.15	4.5	5.5	6.5
Piacenza	2.11	-0.09	5.0	6.0	7.0
Cremona	-3.27	-0.22	2.2	3.2	4.2
Casalmaggiore	0.65	-0.23	3.6	4.6	5.6
Boretto	1.82	-0.23	4.5	5.5	6.5
Borgoforte	2.78	-0.34	5.0	6.0	7.0
Pontelagoscuro	-0.36	-0.39	0.5	1.3	2.3
Polesella	5.42	-0.32	5.7	6.7	7.8
Cavanella	2.92	-0.18	3.2	3.7	4.6
Ariano	1.65	-0.22	1.7	2.1	3.2

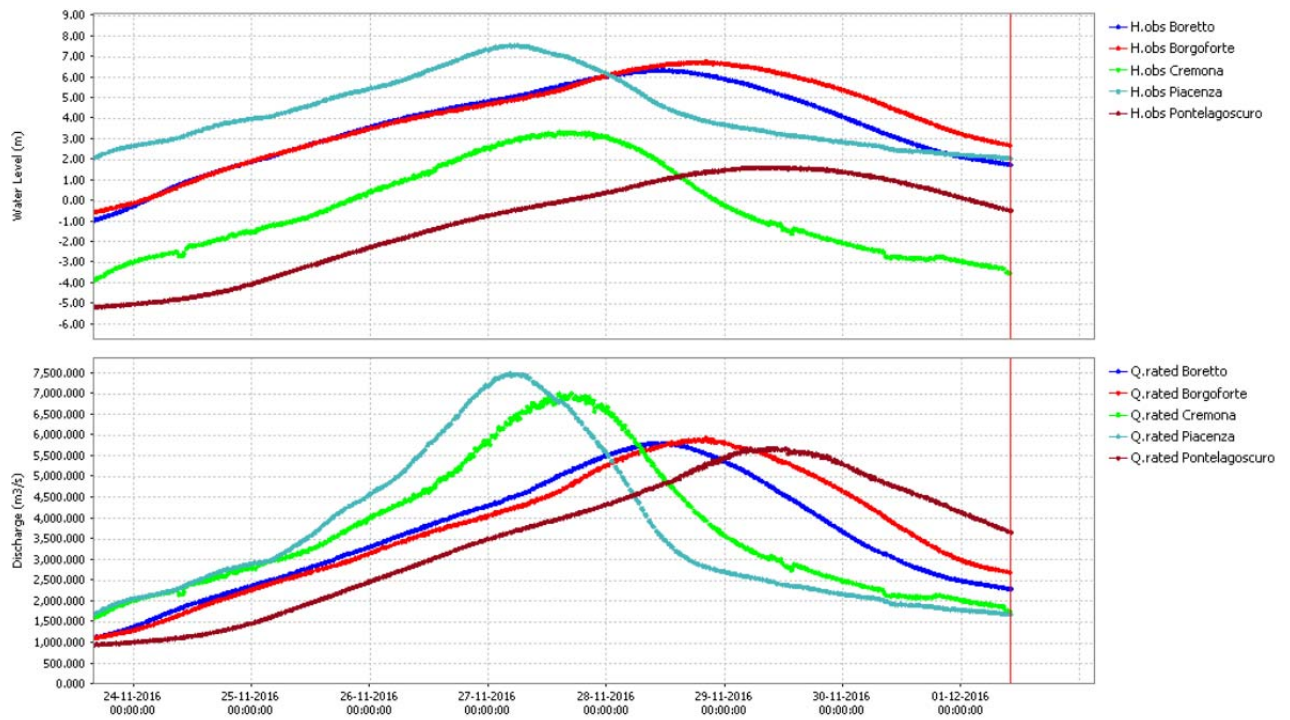
Altezze idrometriche osservate alle ore 08.00 del 01/12/2016

Nelle immagini che seguono si riporta l'andamento dei livelli idrometrici.



Andamento delle altezze idrometriche in corso d'evento alle sezioni principali del fiume Po

Nelle figure di seguito riportate viene rappresentata la propagazione dell'onda di piena lungo l'asta di Po in alcune principali sezioni prese in esame.



Si riportano i colmi di piena osservati in corso d'evento a confronto con i valori delle piene storiche alle sezioni principali del fiume Po.

		Sezioni idrometriche 1/3 (monte)							
		Carignano		Crescentino		Ponte Valenza		Isola S. Antonio	
Evento		H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1994		4.71							
2000		6.29	1970			6.43		5.00	12100
2002									
2009		3.76	895	4.32	3005	4.52	5100	7.92	8280
2014		2.25	230	3.51	1630	3.23	4030	6.41	
2016 22 -30 Novembre	Oss	6.71	1890	5.86	6190	5.03	5810	8.55	9890
	Data	25-nov		25-nov		26-nov		26-nov	
	Ora	18:00		12:00		2:30		2:30	
		Sezioni idrometriche 2/3 (monte)							
		Becca		Spessa		Piacenza		Cremona	
Evento		H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1994		7.6	11500	“ ”	11500	9.98	11600	5.94	11300
2000		7.81	11600	8.94	11600	10.5	“ ”	6.15	12100
2002		4.96	7200	6.19	7000	7.18	7400	4.38	8100
2009		5.51	7800	6.47	7600	7.6	7500	4	8200
2014		5.23	-	6.37	7650	7.55	7500	4.35	8650
2016 22 -30 Novembre	Oss	5.75	7900	6.68	8100	7.54	7500	3.33	6900
	Data	26-nov		26-nov		27-nov		27-nov	
	Ora	15:30		20:00		4:20		14:20	
		Sezioni idrometriche 3/3 (valle)							
		Casalmaggiore		Boretto		Borgoforte		Pontelagoscuro	
Evento		H	Q	H	Q	H	Q	H	Q
1994		7.64	11300	8.42	10300	9.35	10800	3.04	8700
2000		8.01	12000	9.06	11800	9.92	11800	3.66	9600
2002		6.63	8300	7.75	8600	8.64	9200	2.61	8100
2009		6.47	8200	7.41	8100	8.07	8200	2.46	7700
2014		7.01	-	8.18	9070	8.83	9300	3.00	8350
2016 22 -30 Novembre	Oss	5.60	-	6.33	5800	6.76	5900	1.62	5700
	Data	28-nov		28-nov		28-nov		29-nov	
	Ora	6:40		10:00		20:10		10:00	

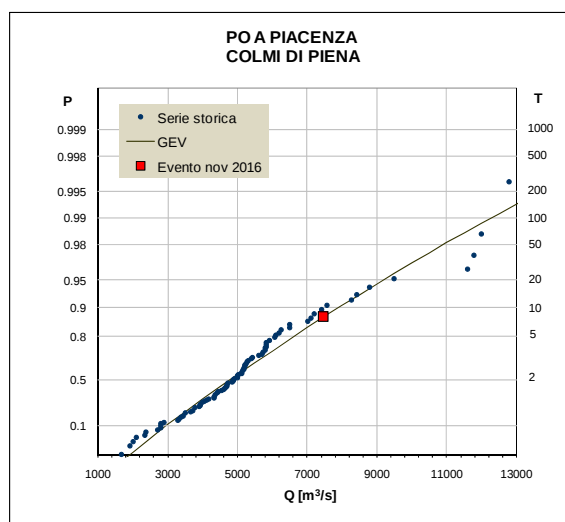
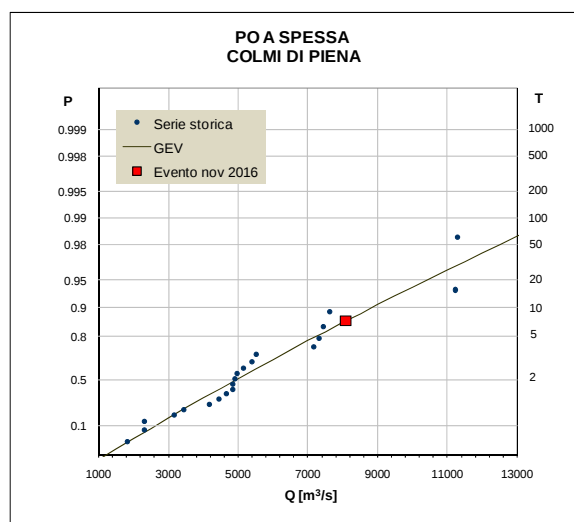
CARATTERISTICHE DELL'EVENTO DI PIENA IN ESAME

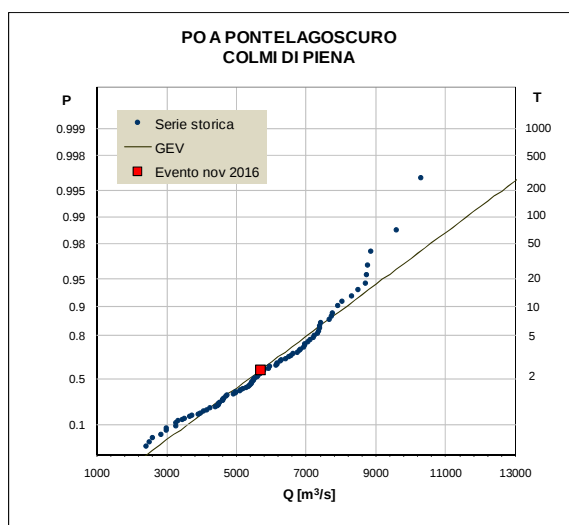
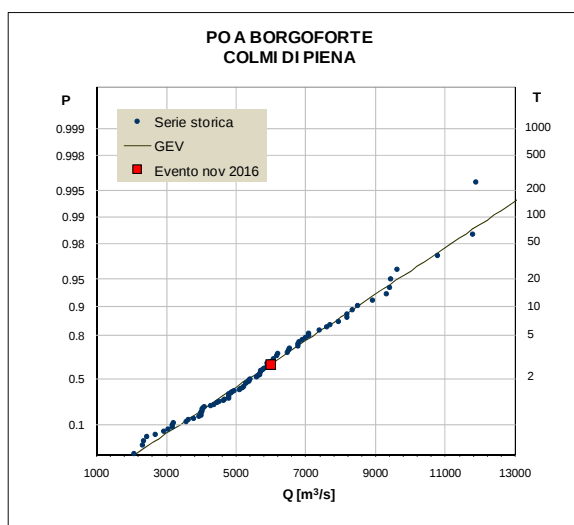
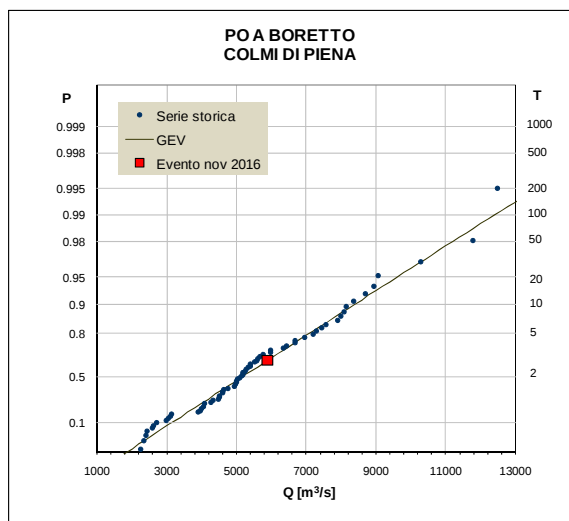
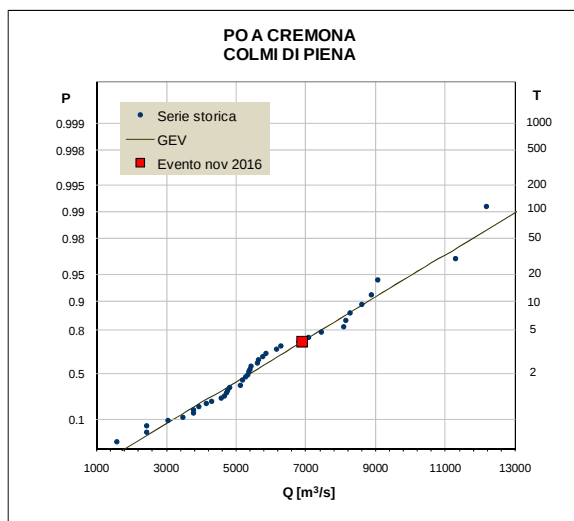
Vengono forniti di seguito alcuni risultati delle analisi statistiche condotte sulle piogge ragguagliate (P_{ragg}) ad alcune sezioni principali di Po e sui valori di portata al colmo corrispondenti.

Stazione	1 giorno		2 giorni		3 giorni		4 giorni		5 giorni	
	Pragg, mm	Tr, anni	Pragg, mm	Tr, anni	Pragg, mm	Tr, anni	Pragg, mm	Tr, anni	Pragg, mm	Tr, anni
Spessa Po	74	8.1	108	5.5	142	7.0	174	9.3	198	11.0
Piacenza	67	6.6	98	4.4	131	5.7	161	7.6	185	9.2
Cremona	56	3.7	83	2.7	113	3.8	140	4.9	165	6.4
Boretto	52	3.2	77	2.4	105	3.3	130	4.1	153	5.4
Borgoforte	46	2.5	70	2.0	94	2.6	117	3.3	139	4.3
Pontelagoscuro	41	2.0	63	1.8	84	2.1	106	2.8	125	3.6

Stazione	Q, m3/s	Tr, anni
Spessa Po	8100	7.3
Piacenza	7500	8.2
Cremona	6900	3.9
Boretto	5800	2.6
Borgoforte	5900	2.5
Pontelagoscuro	5700	2.4

Di seguito i valori di portata osservata vengono rappresentati in rosso su cartogramma probabilistico, in cui sono riportati il valore di portata in ascissa e il corrispondente valore di tempo di ritorno in ordinata.





Cartogrammi probabilistici con i valori di portata al colmo osservati

In tabella seguente si riportano i valori dei tempi e delle velocità di traslazione tra sezioni successive lungo l'asta del fiume Po.

Stazione	Bacino [km ²]	Progressiva [km]	Parziale [km]	Hmax [m]	Qmax [m ³ /s]	Giorno	Ora	Tempo di traslazione [h]	V traslazione [m/s]	V traslazione [km/h]	L1 [m]	L2 [m]	L3 [m]
Ponte Valenza	17331	208.4		5.03	5800	26-nov	2:30				2.7	3.3	4.8
Isola S. Antonio	25951	230.57	22.17	8.55	9900	26-nov	2:30				5.5	6.5	8.0
Ponte Becca	36770	269.21	38.64	5.75	7900	26-nov	15:30	13:00	0.83	2.99	3.5	4.5	5.5
Spessa Po	37372	280.69	11.48	6.68	8100	26-nov	20:00	4:30	0.71	2.56	4.5	5.5	6.5
Piacenza	42030	328.15	47.46	7.54	7500	27-nov	4:20	8:20	1.59	5.72	5.0	6.0	7.0
Cremona	50726	374.72	46.57	3.33	6900	27-nov	14:20	10:00	1.29	4.64	2.2	3.2	4.2
Casalmaggiore	53460	423.94	49.22	5.60		28-nov	6:40	16:20	0.84	3.02	3.6	4.6	5.6
Boretto	55183	440.4	16.46	6.33	5800	28-nov	12:00	5:20	0.86	3.10	4.5	5.5	6.5
Borgoforte	62450	472.11	31.71	6.76	5900	28-nov	20:10	8:10	1.08	3.88	5.0	6.0	7.0
Sermide	68724	529.21	57.10	8.18	6000	29-nov	7:00	10	1.59	5.72	7.0	8.0	9.0
Pontelagoscuro	70091	564.23	35.02	1.62	5700	29-nov	10:00	3	3.24	11.66	0.5	1.3	2.3

Principali caratteristiche della piena nelle diverse sezioni

EFFETTI AL SUOLO

Si riportano di seguito alcune informazioni relative alle attività di servizio di piena, pronto intervento idraulico e protezione civile messe in campo sul territorio del bacino del fiume Po.



Casale Monferrato - 25/11/2016 ore 15.00

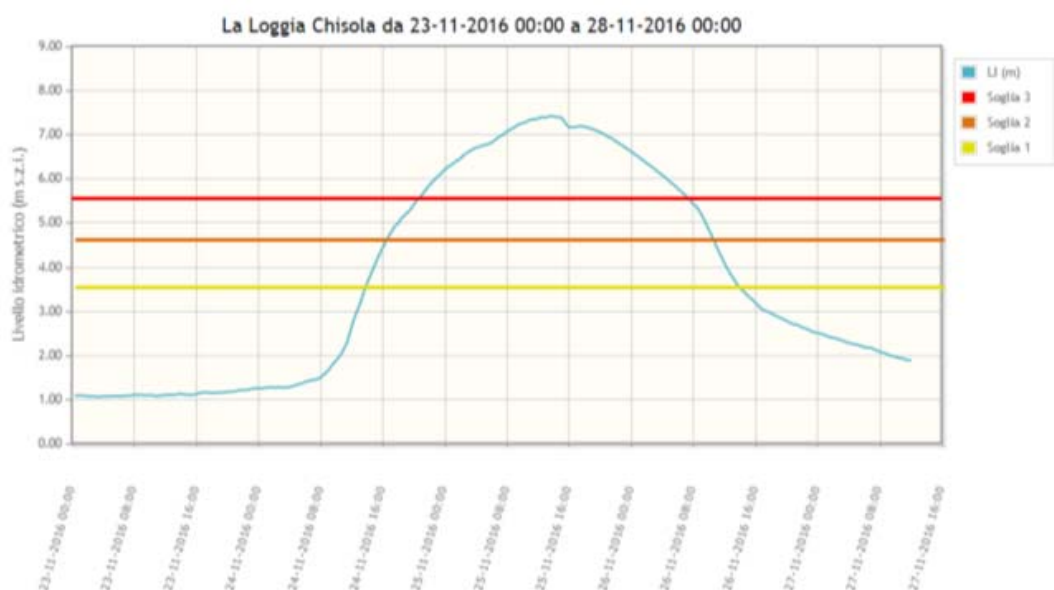
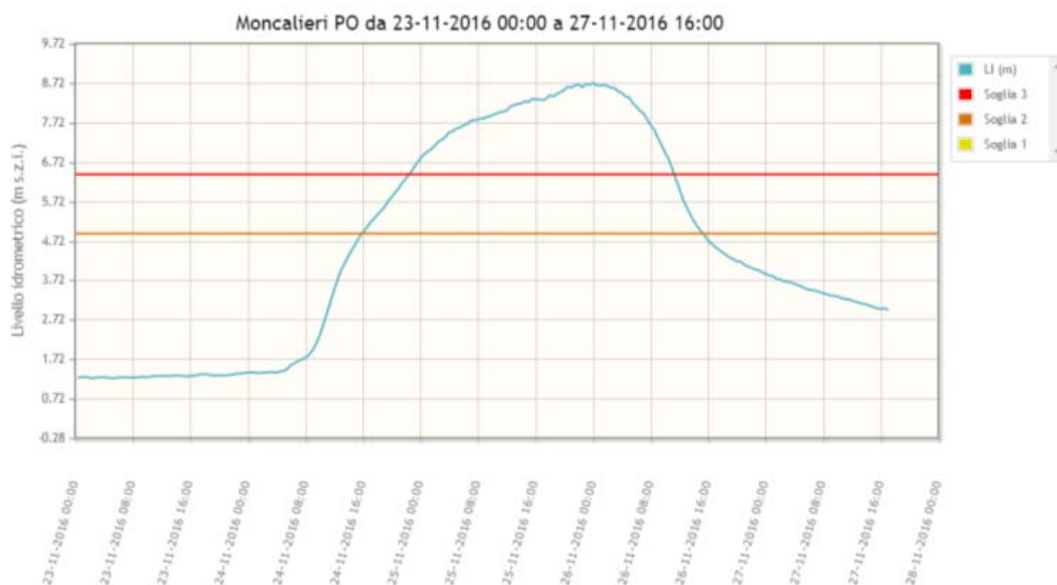


Po a Moncalieri - 25/11/2016 ore 13.15

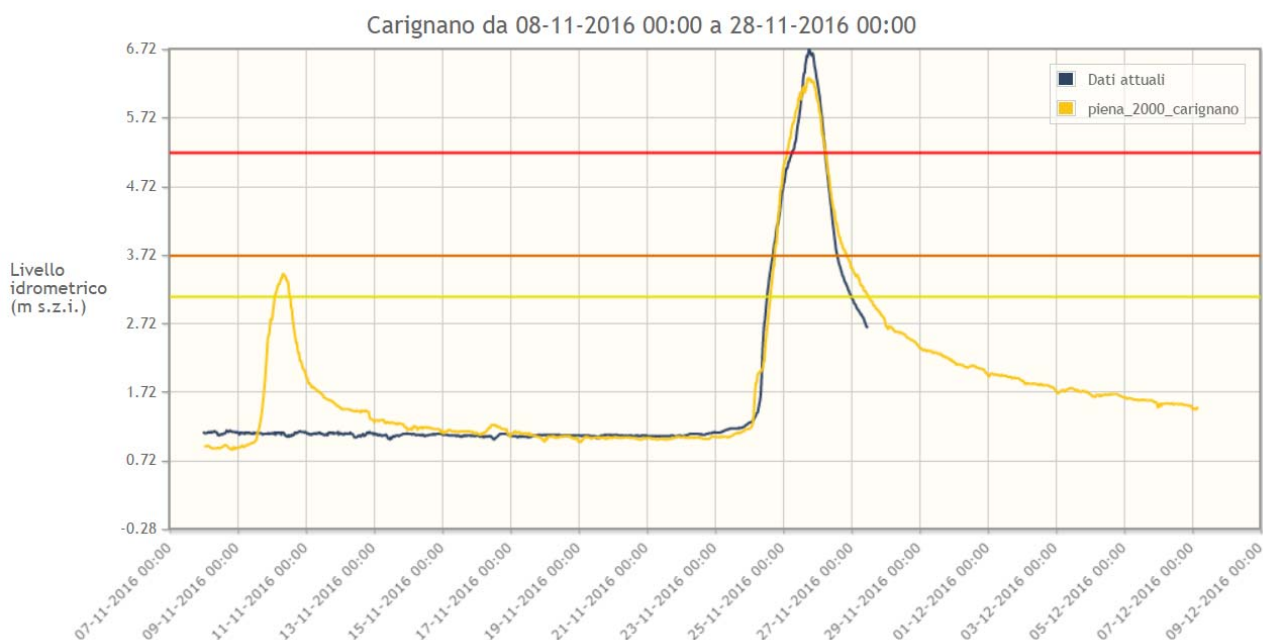
FIUME PO ED AFFLUENTI A MONTE DI TORINO

[AIPo Ufficio di Moncalieri e Ufficio Servizio di Piena]

Nel corso degli eventi di piena che hanno interessato il reticolo idrografico piemontese, a causa delle forti precipitazioni avvenute fra il 24 ed il 25 novembre nella fascia subalpina, si è verificata la piena concomitante del fiume Po (piena storica, superiore a quella dell'ottobre 2000 di quasi 50 cm all'idrometro regolatore di Carignano) e del torrente Chisola, che ha raggiunto il valore di m 7.41 s.z.i alle ore 14.00, ben m. 1.90 oltre la soglia 3 di criticità. Concomitanza di livelli, idrologicamente molto rara ed assolutamente imprevedibile (avente sicuramente un tempo di ritorno plurisecolare).



Onde di piena di Po e Chisola nell'evento in esame



Confronto fra la piena 2016 e quella dell'ottobre '2000 all'idrometro regolatore di Carignano (TO)

L'arginatura del torrente Chisola, risalente agli anni venti del secolo scorso, ma correttamente e continuamente mantenuta da AIPO, a partire dalla prima mattinata è stata prontamente e continuamente rialzata in via provvisoria dal personale dell'Ufficio Aipo di Moncalieri in collaborazione con Imprese locali e, fino alle prime ore del pomeriggio, è riuscita a sopportare l'elevatissimo carico. Purtroppo, l'ulteriore rialzo dei livelli del Po (colmo all'idrometro di Moncalieri m 8.72 s.z.i. alle ore 0:00 del 26.11) nella zona di rigurgito immediatamente a monte della confluenza, ha comportato la tracimazione della sommità arginale in più tratti e ha portato oltre il limite la resistenza del manufatto, che è venuto meno in due punti di rotta (argine sinistro a monte e valle del ponte di fraz. Barauda).

Il personale AIPO dell'Ufficio di Torino/Moncalieri fin dal mattino del giorno 24 novembre, prima che i livelli idrici raggiungessero la soglia 1, ha iniziato a svolgere le attività di sorveglianza e monitoraggio su tutto il reticolo di competenza, compreso, ovviamente, il torrente Chisola.

Nel corso della citata attività di sorveglianza sulle arginature del Torrente Chisola, in Comune di Moncalieri, nel primo mattino del 25 novembre è stato rilevato che i livelli idrici si erano innalzati sino a ridurre il franco idraulico al di sotto di 1 metro, fatto di cui l'Ufficio Aipo ha provveduto a dare immediata comunicazione agli organi competenti in materia di Protezione Civile, rappresentando tale soglia il limite di efficienza e sicurezza dell'opera idraulica.

Pur tuttavia, in presenza ormai della perdita delle condizioni di efficienza idraulica, i tecnici dell'ufficio hanno tentato di intervenire sulle arginature laddove queste presentavano i primi indizi di tracimazione in sommità, mediante la formazione di un rialzo arginale e agendo su alcuni fontanazzi al piede, fenomeni che nella tarda mattinata, stanti gli elevati carichi idrici, si sono estesi a tutta l'arginatura impedendo qualunque tipo di intervento.

Il tentativo, eseguito al limite della sicurezza del personale impiegato, ha avuto esito positivo in destra in corrispondenza della borgata Barauda che, fortunatamente, non è stata allagata. Va sottolineato come

l'impegno dei tecnici, del volontariato locale (abitanti della frazione) e delle imprese nello scongiurare la rotta in destra abbia evitato gravissimi danni. Infatti la frazione, trovandosi chiusa fra gli argini di Po, il canale della centrale IREN e gli argini del Chisola, in caso di rotta sarebbe stata investita da correnti di piena ed interessata (a differenza delle borgate limitrofe che non hanno vincoli di quote elevate a tergo) da livelli idrici molto elevati e tali da rendere estremamente rischiosa la permanenza ed inutilizzabili le abitazioni.

Per quanto riguarda le aree poste in sponda sinistra, oltre strada Carignano e la tangenziale, si fa osservare come esse risultassero già esondate dalla mattinata a causa di uscite dall'idrografia secondaria e dal torrente Chisola nel tratto non arginato, in loc. Tetti Rolle.

Sul tratto arginato, invece, le due rotte arginali avvenute attorno alle ore 15.30 c.a hanno allagato le aree depresse poste tra l'arginatura sinistra e il rilevato di strada Carignano, le quali rappresentano una sorta di area di laminazione, pur in presenza di alcune abitazioni ed attività.



Foto 1 – 25/11/2016 h 9:00: Vista da valle verso monte dell'argine sinistro del T. Chisola, il livello della piena lambisce la sommità arginale



Foto 2 - 25/11/2016 h 11:00: Vista da monte verso valle dell'argine sinistro del T. Chisola, il livello della piena ha raggiunto la sommità arginale ed è iniziata la tracimazione.



Foto 3 - 25/11/2016 h 14:20: Vista da Strada Carignano verso l'argine sinistro del T. Chisola fase di tracimazione.



Foto 4 - 26/11/2016: Rotta arginale a monte del ponte di strada Barauda – Situazione al termine dell'evento



Foto 5 - 26/11/2016: Area allagata dalla rotta di monte compresa tra Strada Carignano e l'argine sinistro del T. Chisola, a monte del Ponte di strada Barauda – Vista aerea.



Foto 6 - 26/11/2016: Idem come sopra – Vista aerea



*Foto 7 - 25/11/2016 h16:30: Rotta arginale a valle del ponte di strada Barauda su argine sinistro
Vista da valle verso monte*



*Foto 8 – 26/11/2016: Rotta arginale a valle del ponte di strada Barauda su argine sinistro
Vista da monte verso valle*



*Foto 9 – 26/11/2016: Rotta arginale a valle del ponte di strada Barauda su argine sinistro
Vista aerea*



*Foto 10 – 27/11/2016: Rotta arginale a valle del ponte di strada Barauda su argine sinistro
Situazione in corrispondenza della breccia alla conclusione dell'evento.*

Una volta conclusosi l'evento, quando i livelli in Po e in Chisola sono ritornati al di sotto dei livelli di golena, è stato possibile valutare l'entità del danno alle opere di difesa ed effettuare una rotta di rientro per consentire il rapido smaltimento delle acque esondate.



Foto 11 - 26/11/2016: Area allagata dalla rotta di valle compresa tra Strada Carignano e l'argine sinistro del T. Chisola, a valle del Ponte di strada Barauda.



Foto 12 - 26/11/2016: idem come sopra - veduta aerea.



Foto 13 - 26/11/2016: Idem come sopra - veduta aerea.



Foto 14 - 26/11/2016: Zoom della precedente



Foto 15 - 27/11/2016: Area allagata dalla rotta di valle compresa tra Strada Carignano e l'argine sinistro del T. Chisola, a valle del Ponte di strada Barauda.

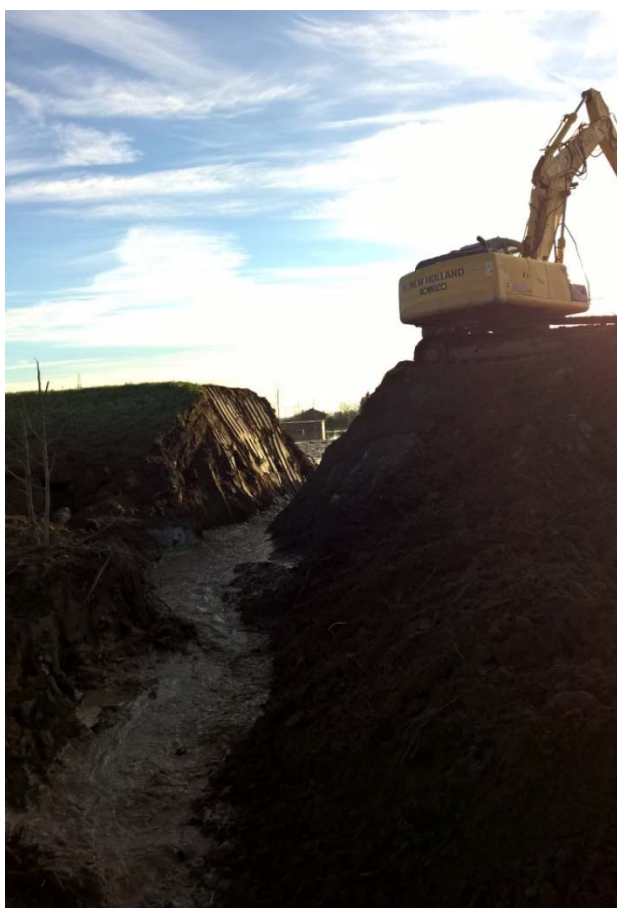


Foto 16 e 17 - 27/11/2016: Argine sinistro del T. Chisola, a valle del Ponte di strada Barauda, apertura di un varco per far defluire le acque comprese tra Strada Carignano e l'argine.

I lavori per la chiusura della rotta di rientro si sono conclusi nella giornata di ieri, 01.12.2016, mentre attualmente sono in corso di esecuzione, con la massima celerità possibile, i lavori per il ripristino degli argini tracimati e per la definitiva chiusura delle rotte arginali prodottesi durante l'evento.



Foto 18 - 01/12/2016: Argine sinistro del T. Chisola, a valle del Ponte di strada Barauda, chiusura del varco Aperto per far defluire le acque comprese tra Strada Carignano e l'argine.



Foto 19 - 30/11/2016: Argine sinistro del T. Chisola, a valle del Ponte di strada Barauda, lavori di chiusura della rotta arginale.



Foto 20 - 01/12/2016: Argine sinistro del T. Chisola, a monte del Ponte di strada Barauda, lavori di chiusura della rotta arginale.

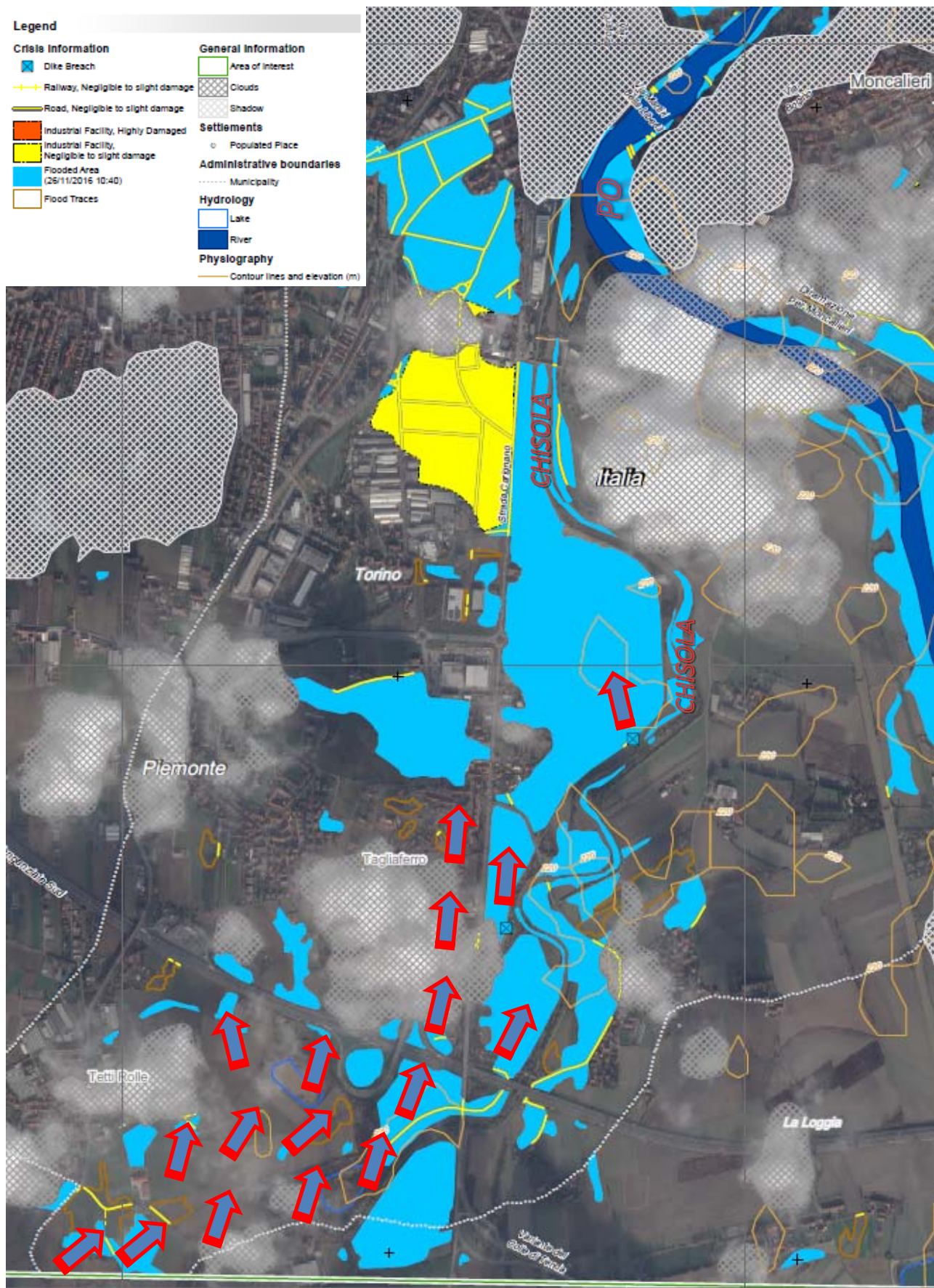


Immagine satellitare Copernicus del nodo idraulico Po-Chisola a Moncalieri (TO). Rielaborazione AIPO con indicazione dei probabili percorsi di esondazione.



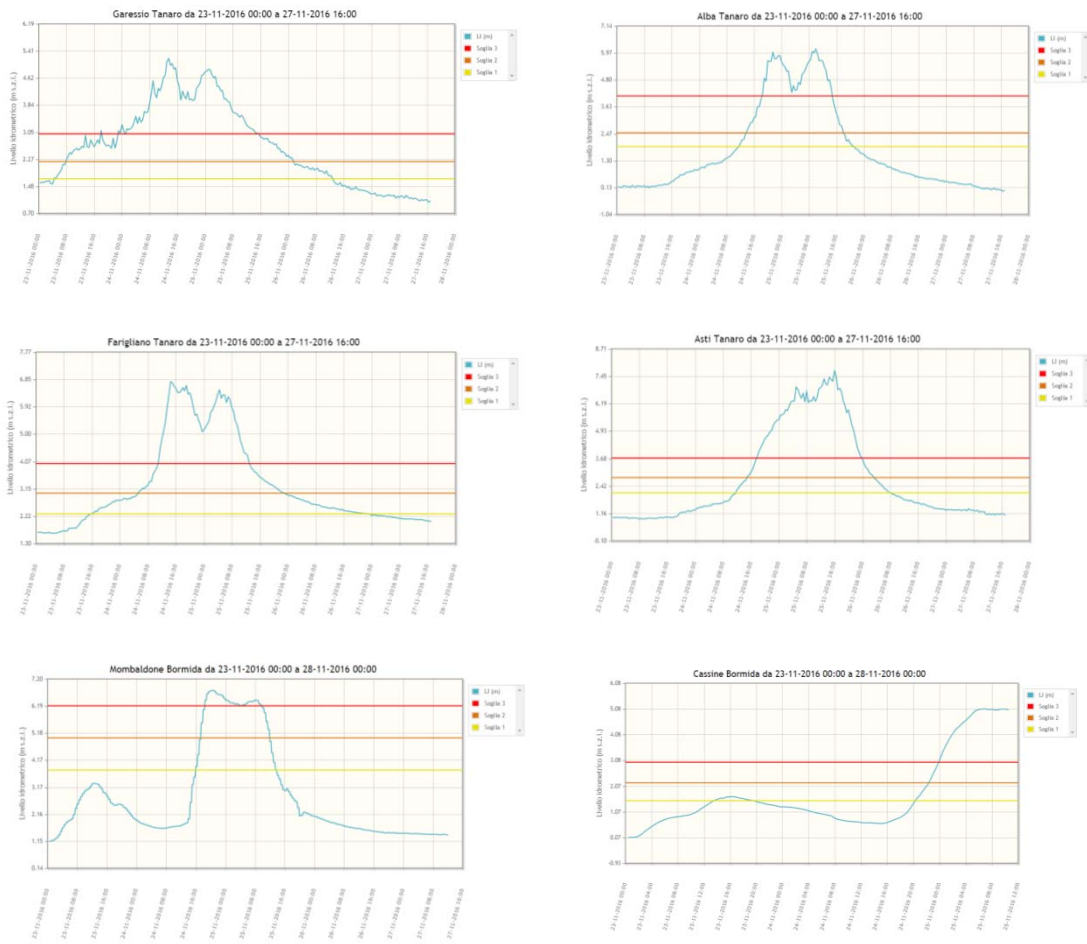
Foto 21 - 26/11/2016: Allagamenti diffusi per effetto dell'esondazione del T. Chisola in sinistra idrografica, a monte del tratto arginato. Vista aerea



Foto 22 - 26/11/2016: Allagamenti diffusi per effetto dell'esondazione del T. Chisola in sinistra idrografica, a monte del tratto arginato. Vista aerea

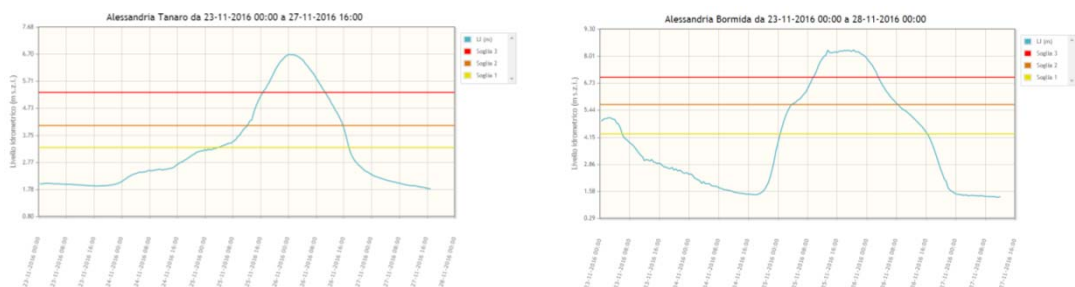
BACINO del TANARO

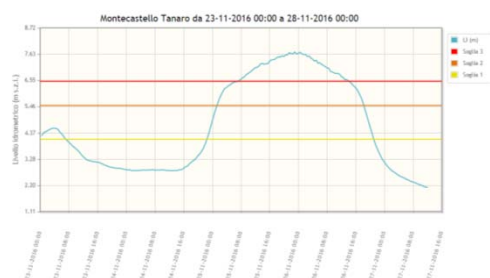
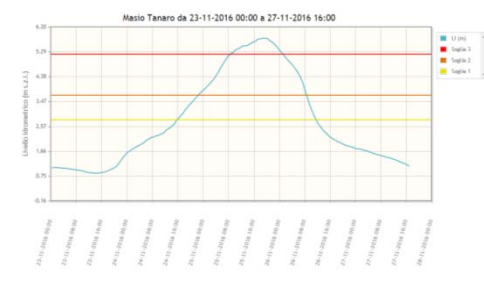
La significativa piena del Tanaro e del Bormida che già dalle prime ore del 24 ha interessato le sezioni di monte ha prontamente attivato il personale Aipo dell'Ufficio di Alessandria che ha immediatamente iniziato il servizio di vigilanza.



Evoluzione dell'onda di piena agli idrometri di monte di Tanaro e Bormida

L'onda di piena è poi defluita su livelli molto elevati in tutte le sezioni idrometriche di Tanaro e Bormida, senza tuttavia destare preoccupazione, anche grazie alle notevoli opere idrauliche realizzate dal Magistrato per il Po, da Aipo e dalla regione Piemonte, nei relativi bacini a seguito dei gravissimi eventi del novembre 1994.



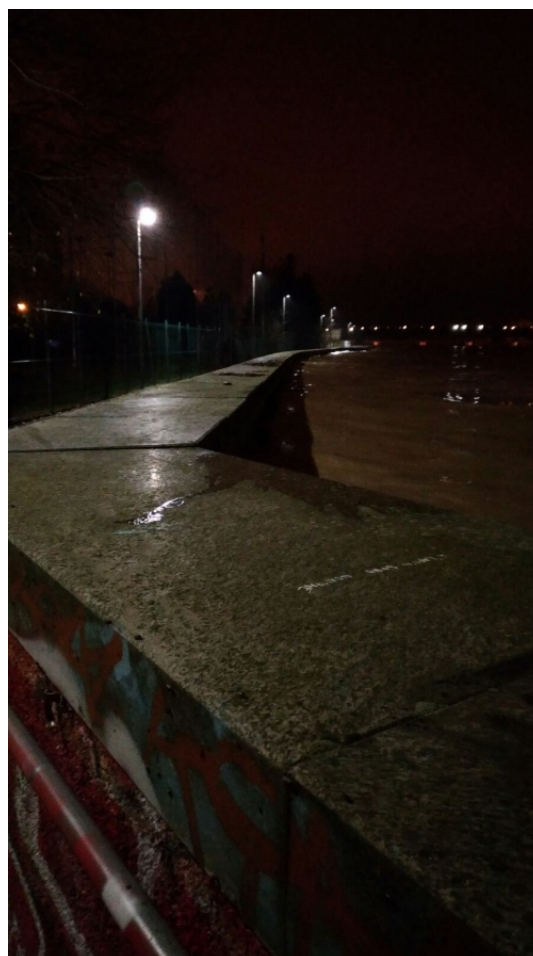
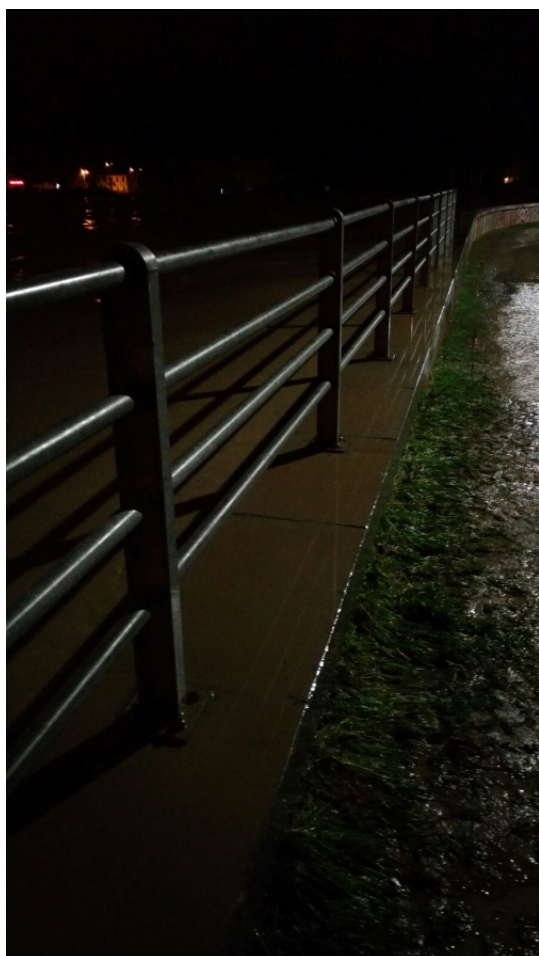


Evoluzione dell'onda di piena agli idrometri del tratto mediano e finale del corso di Tanaro e Bormida.

Le maggiori preoccupazioni sono state quindi rivolte al passaggio dell'onda di piena nel nodo idraulico di confluenza in corrispondenza della città di Alessandria nel quale sono state concentrate le maggiori azioni di vigilanza e protezione civile. A tale proposito già dal giorno precedente erano state predisposte le azioni di manovra delle opere d'intercettazione e pompaggio e la predisposizione dei materiali necessari.

Al fine di migliorare la possibilità di manovra ed ipotizzare un possibile scenario di evoluzione della piena nel tratto cittadino è stato elaborato in corso d'evento un modello numerico speditivo di valutazione di cui si dirà al paragrafo successivo.

La piena è defluita nella città di Alessandria nella notte tra il 25 e il 26 con livelli molto elevati ma non critici.



Tanaro ad Alessandria, transito colmo di piena - 26/11/2016 ore 03:15

CENNI SULLE ATTIVITA' OPERATIVE AIPo LUNGO L'ASTA PRINCIPALE

La piena del Po, formatasi quasi esclusivamente nella parte piemontese del bacino, è transitata nel tratto a valle di Torino mantenendosi su livelli di elevata criticità a Piacenza ed in alcune sezioni di rilevazione storiche a valle. Tali livelli hanno dato luogo all'apertura delle attività di Servizio di Piena sul territorio da parte di tutti gli Uffici Aipo da Moncalieri al Delta, con la messa in campo di tutto il personale tecnico, coadiuvato dal volontariato di protezione civile, per le attività di vigilanza e di verifica delle arginature e di ogni altra operazione necessaria in emergenza. Tra le molte azioni locali svolte, si citano, a titolo esemplificativo e non esaustivo, la chiusura nel tratto di competenza dell'Ufficio di Casale Monferrato delle 100 chiaviche del reticolo secondario che confluiscono in Po e la chiusura a Piacenza di varchi in alcune strade allagabili tramite panconature. Le strutture AIPo del territorio si sono continuamente interfacciate con le istituzioni locali per una gestione coordinata ed efficace delle operazioni. Sono state eseguite le manovre codificate sulle opere d'intercettazione nonché la messa in opera delle opere provvisionali, dove previste.



Chiusura di una chiavica lungo il Po nella zona di Casale

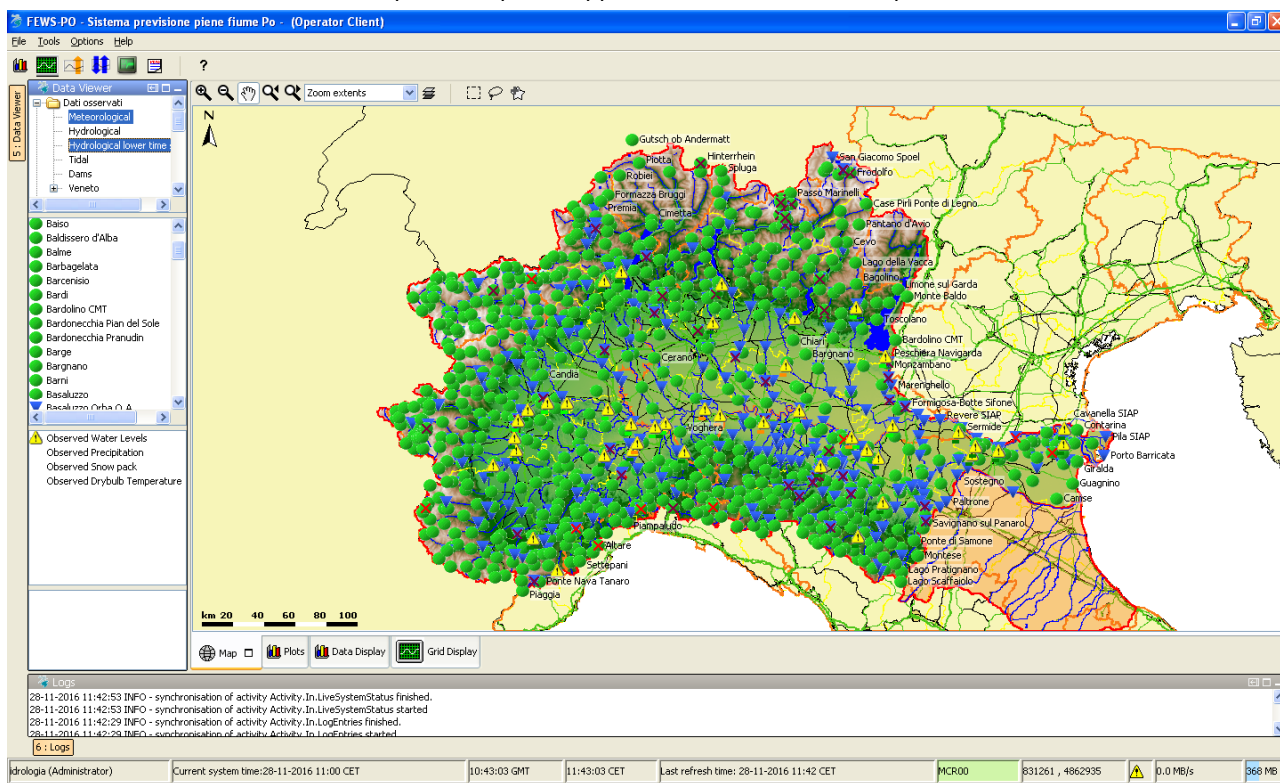


Po a Piacenza e provincia, chiusura varchi - 26/11/2016 ore 10.00

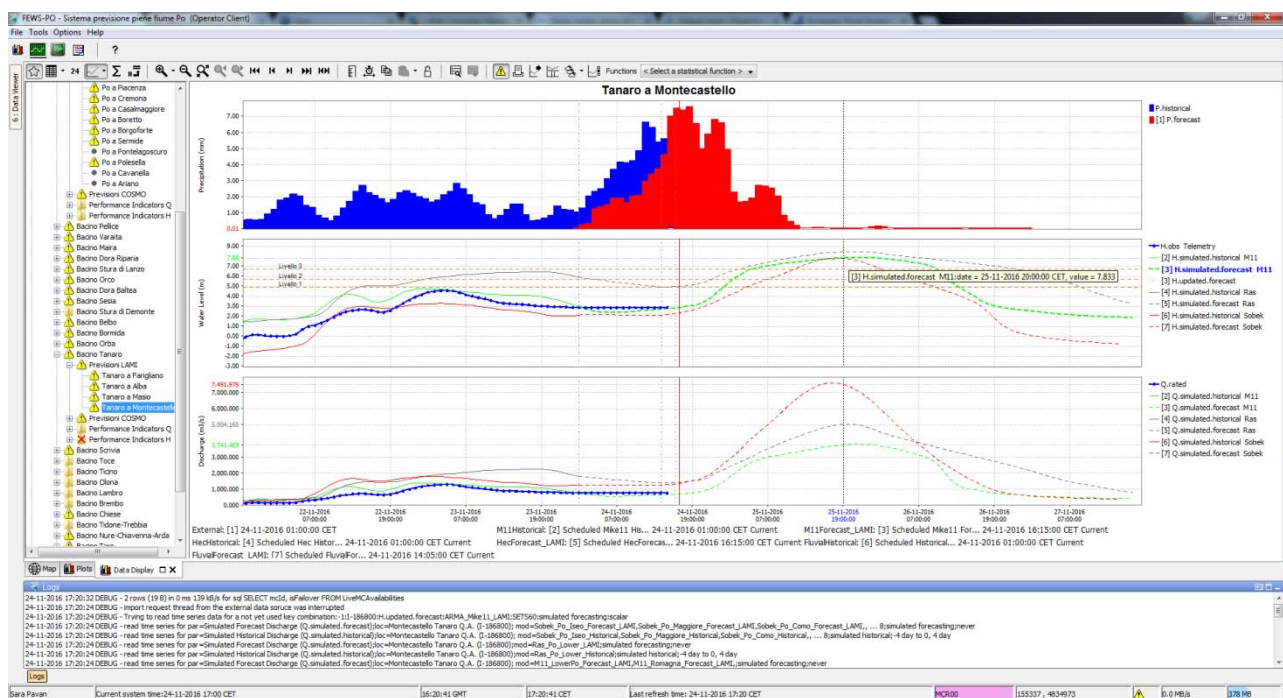
SISTEMA DI PREVISIONE DI PIENA DEL BACINO DEL PO E MODELLI SPEDITIVI DI DETTAGLIO

Come noto nell'ambito delle attività idrologiche e idrauliche del bacino del fiume Po è operativo un sistema di previsione e gestione delle piene fluviali basato su codici di simulazione numerica. In particolare, è mantenuta l'operatività di un ambiente di sistema che consente la gestione delle catene idrologiche e idrauliche per la previsione delle piene fluviali dei corsi d'acqua che interessano il territorio dell'intero bacino del fiume Po nell'ambito di un accordo tra il Dipartimento della protezione Civile Nazionale, l'Autorità di Bacino del fiume Po, l'Agenzia Interregionale per il fiume Po, la Regione Lombardia, la Regione Piemonte, la Regione Valle d'Aosta e la Regione Veneto reso operativo da ARPAE-SIMC Emilia-Romagna. Il sistema è particolarmente innovativo poiché costituisce un approccio multimodello, in cui le previsioni per ciascun bacino idrografico vengono realizzate da tre catene modellistiche in parallelo. Ciascuna catena è composta da un modello idrologico che simula la risposta dei bacini e da un modello idraulico per la propagazione delle piene fluviali. Le previsioni meteorologiche sono prodotte da un modello ad area limitata (COSMO I7), oltre che da un sistema di previsione di insieme (COSMO LEPS).

Il sistema di previsione, la cui interfaccia grafica è rappresentata nella figura successiva, è continuamente soggetto a nuovi sviluppi e ottimizzazioni ed ha fornito per la gestione dell'evento in esame un insostituibile strumento per la valutazione dei fenomeni in corso e previsti e per il supporto alle decisioni sul campo.



Interfaccia grafica del sistema di previsione e gestione delle piene fluviali

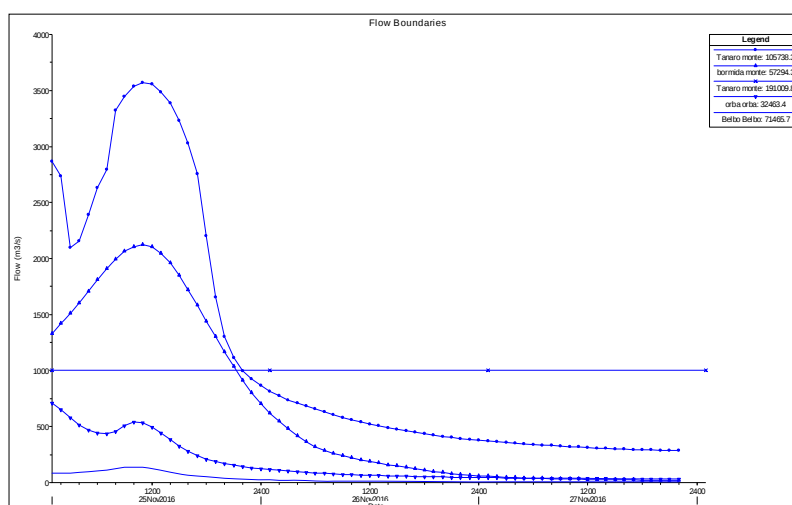


Esempio di rappresentazione della previsione alla sezione di Montecastello Tanaro

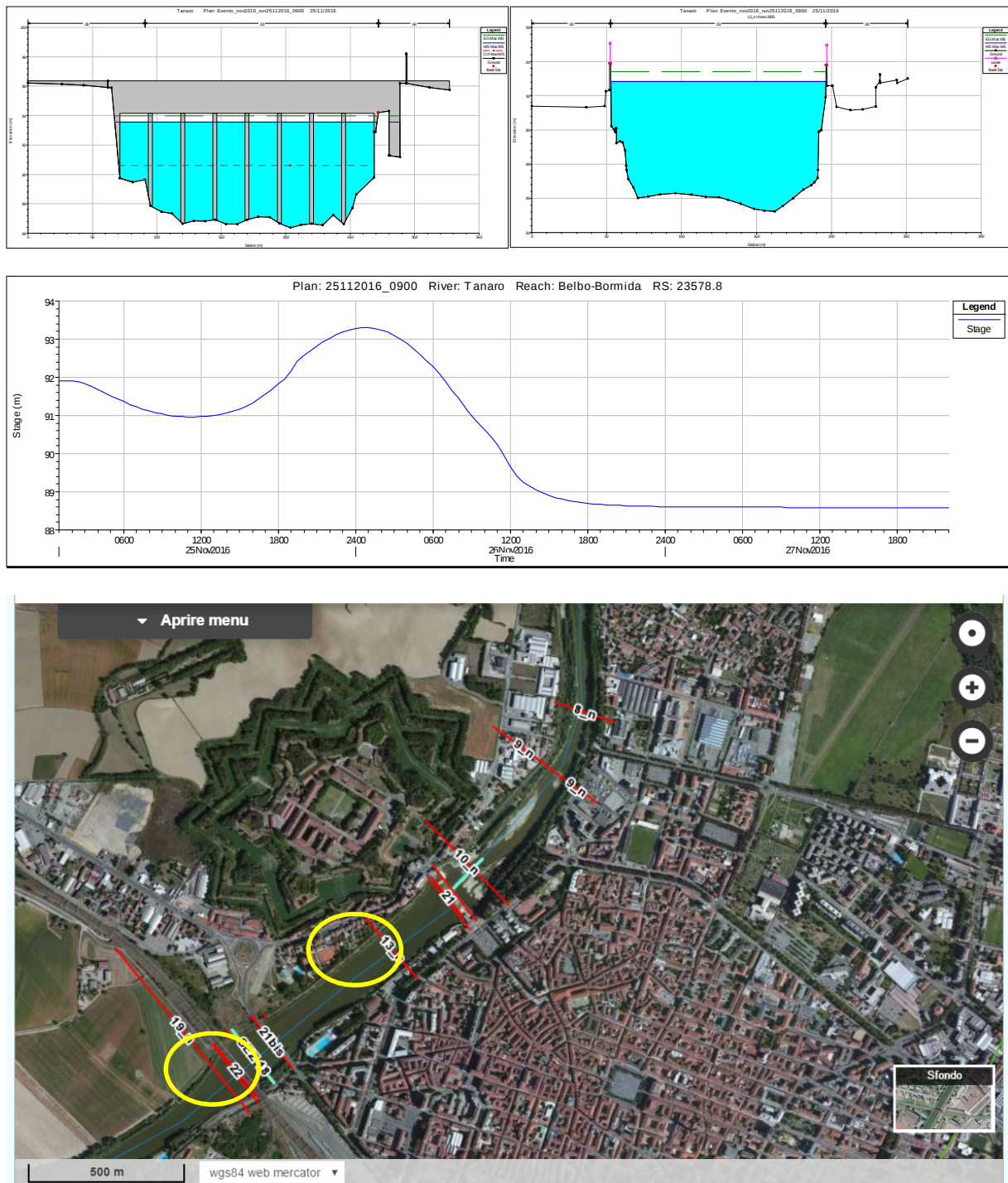
Tuttavia la grande estensione territoriale e la complicazione delle rete idraulica simulata nei diversi modelli talvolta rendono difficoltoso scendere ad una scala di dettaglio tale da poter compiutamente rappresentare le problematiche che possono presentarsi in specifici e limitati contesti territoriali o in corrispondenza di determinate opere idrauliche. A tal fine vengono spesso sviluppati all'occorrenza modelli di dettaglio, estratti dalla rete complessiva ed alimentati "a caldo" dalle condizioni iniziali ed al contorno provenienti da quest'ultima che costituiscono utili strumenti per valutazioni speditive di dettaglio in particolari situazioni.

MODELLO SPEDITIVO "ALESSANDRIA"

A partire dalle prime ore del 25.11 sono stati "staccati" dal network del sistema complessivo, alcuni modelli matematici eseguiti off-line per ricercare un maggior dettaglio in particolari contesti territoriali, fra i quali la città di Alessandria sulla base dei dati disponibili in quel momento.



Portate previste inserite nel modello speditivo per Tanaro ad Alba, Bormida a Cassine, Belbo a Catelnuovo e Orba a Casalcermelli



Risultati del modello speditivo nelle sezioni in corrispondenza del ponte della ferrovia e subito a valle di esso

I run di tali modelli, restituiti nel maggior dettaglio possibile, hanno consentito di elaborare valutazioni speditive circa la manovra ottimale di chiaviche e sistemi di pompaggio (Rio Loreto), installazione di opere provvisorie in corrispondenza di varchi arginali, oltre che di valutare la tenuta in quota complessiva del sistema di opere idrauliche poste a protezione della città di Alessandria.



Il Tanaro ad Alessandria dopo il passaggio della piena; è evidente sul muro il segno del livello raggiunto dall'acqua

I modelli infatti indicavano la presenza di un franco idraulico ridotto nel tratto cittadino, che si è puntualmente verificato come si può vedere dalla figura successiva. Si è però avuta una sottostima dei livelli nel tratto a valle della città, in prossimità della confluenza con la Bormida, dovuta alla contemporaneità, non prevista, delle onde di piena di Bormida, Tanaro e Po, e ad un'onda di piena del Belbo oltre il livello L3, anch'essa non prevista con i dati disponibili al mattino.

MODELLO SPEDITIVO GOLENE PO

Sempre a partire dal network principale del sistema e con le condizioni iniziali ed al contorno estratte dal medesimo nella serata del 27 è stato possibile eseguire un run sull'asta principale il cui "involuppo dei massimi livelli" è attualmente utilizzato, in confronto col profilo di dettaglio delle arginature maestre e golenali effettuato dopo la piena del novembre 2014, quale supporto decisionale per determinare le condizioni di sicurezza delle arginature maestre e di quelle golenali.

SPONDA SINISTRA												SPONDA DESTRA																
progressive sezioni 2014	sezioni 2014	immissione affluenti	località in sx	codice nomenclatura tecnica argine in sx	Quote argini					Franchi					immissione affluenti	località in dx	codice nomenclatura tecnica argine in dx	Quote argini					Franchi					
					Argine SX 2014 (m s.l.m.)	quota minima argine golenale	quota media argine golenale	franco argine maestro	franco minimo argine golenale rilevato	franco medio argine golenale rilevato	Profilo Q=7000 m/s	Argine DX 2014 (m s.l.m.)	quota minima argine golenale	quota media argine golenale				franco argine maestro	franco minimo argine golenale rilevato	franco medio argine golenale rilevato								
386908	0	527C		5008_A_16sx	38.800	35.49	36.10	3.74		1.04	35.058	FOCE ONGINA	TORR. ONGINA	0008_D_17dx	39.07	38.12	37.87	4.01	3.06	2.81								
389288	0	528	STAGNO LOMB.	5008_A_16sx	38.240	35.49	36.10	1.60	0.81	1.48	34.993		POLESINE		38.69			4.09										
391048	0	528BIS		5009_18sx	37.440	34.72	36.18	1.05		1.35	34.638			0010_19dx	38.41	36.22	33.73	4.02	1.83	-0.66								
394451	-1	528A	CA' DEI GATTI	5009_18sx	37.380	34.72	36.18	1.51		2.41	33.773		ZIBELLO	0011_20sx	37.20	35.12	35.54	1.43	1.35	1.15								
395981	0	529	S. DANIELE RO	5009_18sx	36.730	34.72	36.18	1.17	1.16	2.63	33.557		PIEVETTOVILLE	0011_20sx	37.15	35.12	33.43	1.59	1.56	1.33								
399201	0	530	IS. PESCAROLI	5010_21sx	35.960	31.33	33.33	2.79		33.171			RAGAZZOLA	0011_20sx	36.67	35.12	34.49	1.50	1.95	1.57								
401201	0	530A	PONTE VERDI	5012_21sx	35.560	31.33	33.33	2.79	-1.49	0.83	33.819		PONTE VERDI	0011_20sx	36.76	35.12	31.84	1.94	2.30	1.58								
402464	0	530B		5012_21sx	35.600	31.33	33.33	2.03	-1.24	0.75	32.373			0011_20sx	36.27	35.12	33.89	1.70	2.55	1.79								
403659	0	531	MOTTA BALUFFI	5012_21sx	35.410	31.33	33.33	2.94	-1.14	0.67	32.466		ROCCABIANCA		35.87			3.40										
406172	0	532		5013_22sx	35.010			2.88			32.126		STAGNO		35.74			3.41										
408175	0	532A		5013_22sx	34.950			1.10			31.846	FOCE TARO	FOCE TARO GRAMIGNAZZO		35.33			3.48										
409789	0	533	TORRICELLA DEL PIZZO	5013_22sx	34.950	32.3	31.84	3.21	0.96	0.10	31.738		TORRICELLA P. SE		34.90			3.16										
412742	0	533A	C. NA TAVERNELLE	5013_22sx	34.350	31	31.84	3.11	-0.24	0.60	31.236				34.43			3.19										
414804	0	533B	GUSSOLA	5013_22sx	33.160	30.01	31.84	2.20	-0.84	0.89	30.957		COLTARO	0014_23sx	34.43	31.50	30.6	1.47	0.56	-0.36								
418178	-1	533C		5013_22sx	32.950	31.25	31.84	2.59	-0.73	1.49	30.361		SANGUIGNA	0014_23sx	34.16	31.50	30.6	1.80	1.14	0.24								
419828	0	534	BORGOLUETO	5013_22sx	33.010	30.88	31.84	2.96	0.81	1.79	30.051		SACCA DI COLOMBO		33.70			3.65										
421265	0	534A		5013_22sx	32.880	30.4	31.84	3.27	0.79	2.23	29.614			0015_24sx	33.29	29.81	30.46	1.68	0.20	-0.10								
423943	0	535	CASALMAGGIORE	5015_24sx	32.350			3.02			29.331		SACCHETTA	0015_24sx	33.29	29.81	30.46	1.96	0.49	1.13								
424473	0	535A	PONTE F. PR-B5	5015_24sx	32.310			3.19			29.131		PONTE F. PR-B5	0015_24sx	33.28	29.81	30.46	1.15	1.68	1.33								
424819	0	535B	PONTE STR. ASOLANA	5015_24sx	32.180			3.12			29.064		PONTE STR. ASOLANA	0015_24sx	33.31	29.81	30.46	4.25	1.71	1.40								
428451	0	535C		5015_24sx	31.830			3.04			28.789		MEZZANO RONDANI	0015_24sx	33.95	29.81	28.52	4.16	1.50	-0.27								
429106	0	535D	FOSSACAPARRA	5015_24sx	31.300			2.87			28.425	FOCE PARMA	FOCE PARMA MEZZANO SUP.	0015_24sx	33.30	29.81	27.6	1.87	1.18	-0.81								
431153	0	535E	RONCARELLO	5016_25sx	31.050			3.00			28.053		MEZZANI	0016_25sx	33.85	29.81	27.24	1.80	1.01	-0.81								
431520	0	535F	CICCONARA	5016_25sx	30.610			2.81			27.786		MEZZANO INFERIORE	0016_25sx	33.27	29.81	26.5	1.47	1.01	-1.90								
434294	0	536	COGOZZO	5016_25sx	30.010			2.50			27.511	FOCE ENZA	FOCE ENZA (RE)	0016_25sx	33.27	29.81	26.5	1.47	1.01	-1.90								
436098	0	536A	VIADANA	5017_27sx	30.380			3.30			27.080		GHIAIOLE DI BRESCELLO	0016_A_26dx	30.63	29.58	28.9	3.55	2.50	1.82								
438394	0	537	VIADANA	5017_27sx	30.250	27.74	28.37	3.61	1.10	1.75	26.643		E. CROCE BORETTO		30.23			3.58										
438785	0	537BIS	PONTE ST. 358	5017_27sx	30.340	27.74	28.37	3.80	1.20	1.83	26.542		PONTE ST. 358		31.270			4.75										
439445	-1	537A	BUZZOLETTO	5017_27sx	29.980	27.74	28.37	3.56	1.32	1.95	26.423		BORETTO		30.150			4.30										
440404	0	537B		5017_27sx	29.840	27.74	28.37	3.53	1.45	2.08	26.294		BORETTO - idrom.		30.380			4.30										
441643	0	537C	BANZUOLO		29.800			3.89			25.911				29.780			3.87										
443287	0	538	POMPONESCO		29.550			4.04			25.512		PIEVE SALICETO		29.710			4.30										
445241	-1	538A			29.430			4.19			25.238			0018_28sx	29.240	28.63	25.66	4.00	1.38	0.41								
446042	0	538B			29.070			3.92			25.150			0018_28sx	29.200	28.84	25.66	4.00	1.69	1.13								
447010	0	538C	CORREGGIOVERDE		29.020			4.12			24.897	FOCE CROSTOLO	FOCE CROSTOLO	0018_28sx	28.970	28.84	22.8	4.07	1.95	-2.10								
447920	0	538D			29.000			4.11			24.688		GUASTALLA	0018_28sx	28.620	28.33	24.4	3.93	1.64	-0.29								
448453	0	538D_1	PONTE		29.210			4.63			24.340		PONTE	0019_29sx	28.650	26.33	24.4	4.11	1.75	-0.14								
449437	0	538E			28.690			4.27			24.421			0019_29sx	27.970	26.33	24.4	3.55	1.93	-0.63								
450647	0	539	DOSOLO		28.530			4.38			24.253		TAGLIATA	0019_29sx	28.260	26.33	24.4	4.01	2.08	0.15								
451935	0	539A	S. SABBIONI		28.180			4.11			24.075		CRIVETTE	0019_29sx	28.850	26.33	24.4	4.78	3.26	0.15								

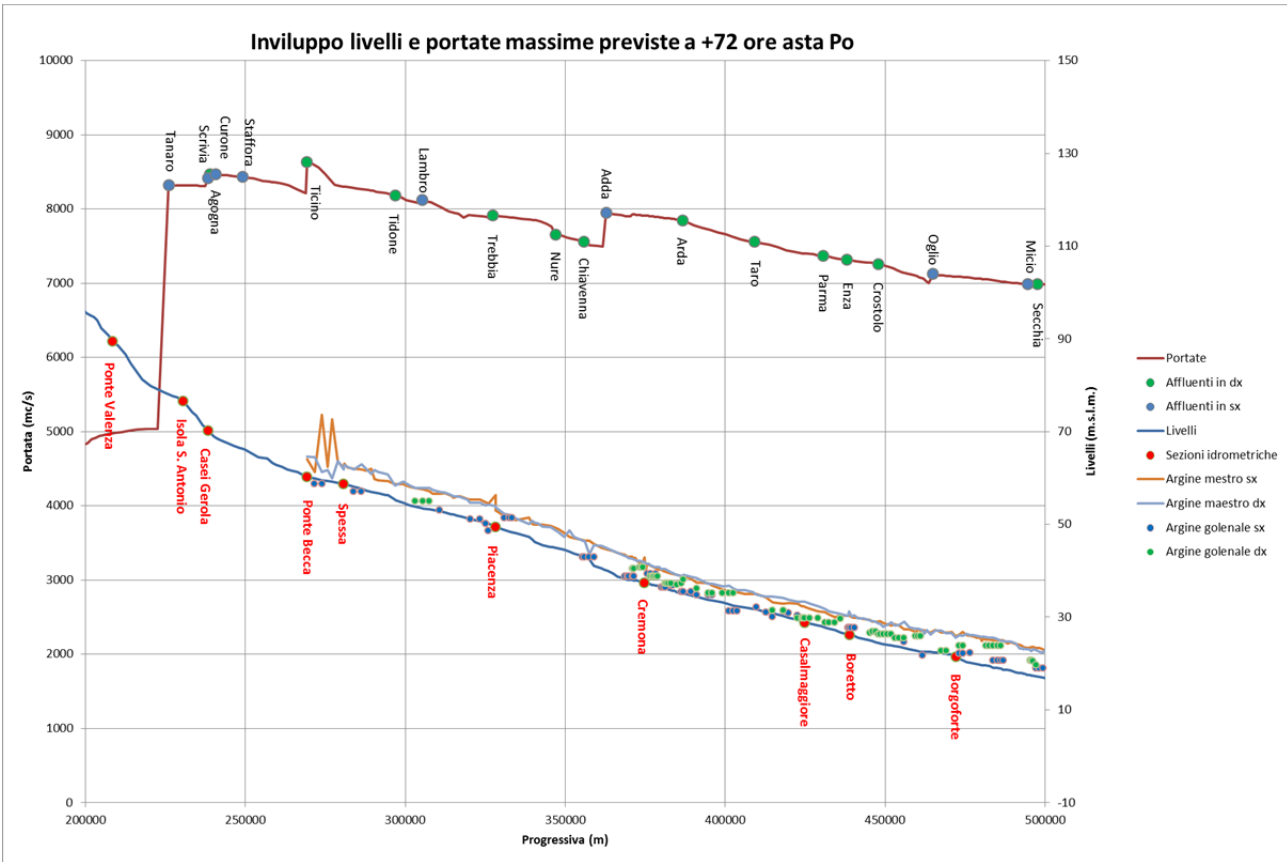


Tabella e grafico per la valutazione speditiva del possibile allagamento delle golene chiuse