



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

MAGISTRATO PER IL PO – PARMA

Regioni: Piemonte, Lombardia, Emilia- Romagna e Veneto

AGENZIA INTERREGIONALE PER IL FIUME PO – A.I.PO - PARMA

UFFICIO COORDINAMENTO SERVIZIO DI PIENA

RELAZIONE PRELIMINARE

sugli EVENTI del 14 novembre – 7 dicembre 2002

nel Bacino del Po

Ing. Mirella Vergnani

Ing. Veronica Galletta

L'Ingegnere Incaricato

Ing. Gianluca Zanichelli

INDICE

1	Introduzione	3
2	Situazione meteorologica e Pluviometria	3
2.1	Previsioni Meteo	3
2.2	Situazione Meteo	4
2.3	Precipitazioni	4
3	Aspetti idrologico-idraulici.....	8
3.1	Evoluzione della piena	8
3.1.1	Affluenti.....	8
3.1.2	Asta Principale	11
3.1.3	Invaso delle golene chiuse	13
3.1.4	Considerazioni sui Tempi di ritorno.....	14
4	Svolgimento delle Attività Istituzionali	15
4.1	Livello Periferico	15
4.2	Livello Centrale	16
4.2.1	Funzionamento della rete di monitoraggio	17
4.2.2	Il sistema di previsione di piena in tempo reale del fiume Po - EFFORTS.....	17
5	Principali fenomeni di dissesto a carico delle opere idrauliche.....	21
5.1	Situazioni sugli affluenti	21
5.2	Situazioni sull'asta principale.....	22
6	Conclusioni.....	24

SOMMARIO

Il presente lavoro rappresenta l'elaborazione dei primi dati disponibili sugli eventi alluvionali che hanno interessato il bacino del Po nel periodo che va dalla metà del mese di novembre alla prima settimana di dicembre. Tali fenomeni, diffusi su gran parte del bacino dove, in alcuni casi, hanno causato serie situazioni di dissesto, hanno prodotto un'onda di piena sull'asta principale che si è rivelata importante, soprattutto per l'elevata permanenza dei livelli.

1 INTRODUZIONE

La situazione meteo-pluviometrica che ha generato i fenomeni di piena in seguito descritti si presenta particolarmente complessa e prolungata. A partire dalla seconda decade di novembre diversi bacini degli affluenti sono stati investiti da piogge di notevole intensità e durata, si segnalano in particolare i primi significativi eventi sull'appennino ligure-piemontese, sul versante alpino e prealpino lombardo dai giorni 13-16 novembre ed il secondo più esteso ed intenso evento del 24-26 novembre che ha interessato in particolare i bacini: dell'Adda-Brembo-Serio, del Toce-Verbano, Olona-Seveso-Lambro, Oglio-Chiese-Iseo oltre ad altri localizzati ed intensi fenomeni sul bacino dell'Orba e dello Scrivia, su quelli del Trebbia e del Nure e, con minore intensità, su quelli del Tanaro-Bormida e del Sesia.

Tali eventi pluviometrici hanno dato origine, oltre a significativi fenomeni di piena sulle singole aste affluenti, ad una persistente e voluminosa onda lungo l'asta principale del Fiume Po, fenomeno non ancora completamente esaurito.

2 SITUAZIONE METEOROLOGICA E PLUVIOMETRIA

2.1 Previsioni Meteo

La durata del fenomeno non permette di fornire in modo dettagliato un rapporto di tutti gli avvisi e preallerta meteo che, a partire dal 14 novembre sono stati emessi dalla Presidenza del Consiglio dei Ministri - Dipartimento della Protezione Civile, dal Centro Meteorologico Regionale dell'Aeronautica – Milano Linate, dalla Regione Piemonte – Dir. Reg. Serv. Tecn. di Prevenzione, dalla Regione Emilia Romagna – Serv. Prot. Civile e ARPA SMR. Questi hanno però consentito un costante aggiornamento della situazione e la tempestiva attivazione della massima allerta da parte dell'Ufficio Coordinamento Servizio di Piena e di tutti gli Uffici Operativi dell'Istituto.

2.2 Situazione Meteo

Un intenso flusso di correnti meridionali umide, associato ad una vasta area depressionaria estesa dall'Europa nord-occidentale fino alle coste nord africane, ha determinato condizioni di mal tempo sul Piemonte e la Lombardia Occidentale con intense precipitazioni che iniziate venerdì mattina 14 novembre si sono protratte fino al 16. Il flusso da SW ha interessato, nelle ore successive, tutta la nostra penisola portando precipitazioni diffuse, più intense sul settore montano e pedemontano, con estensione dei fenomeni al settore nord-orientale. Nei giorni successivi non si è mai avuta una sostanziale cessazione dei fenomeni di pioggia che, anche se su aree limitate si sono manifestati fino al 24 novembre, data in cui una seconda, più intensa, perturbazione con dinamica evolutiva simile alla prima, ha interessato gran parte del nord Italia, come rappresentato nelle seguenti due composizioni di foto da satellite.

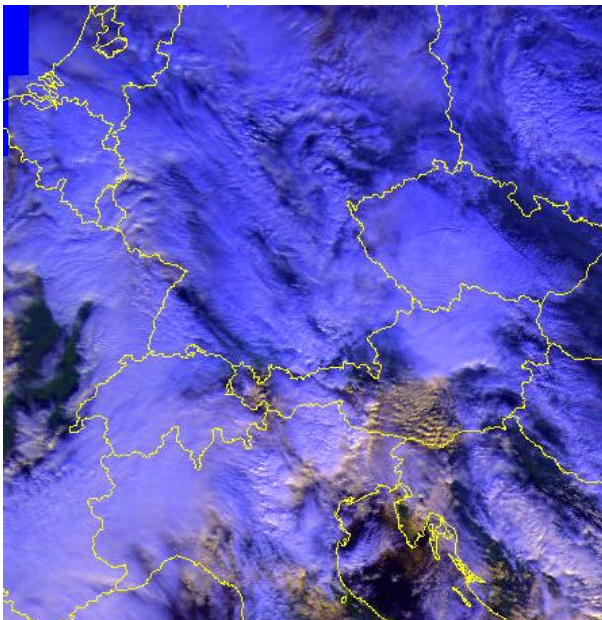


Fig. 1 frame satelliti polari – nord Europa –
25.11.2002 - h 9.09 UTC

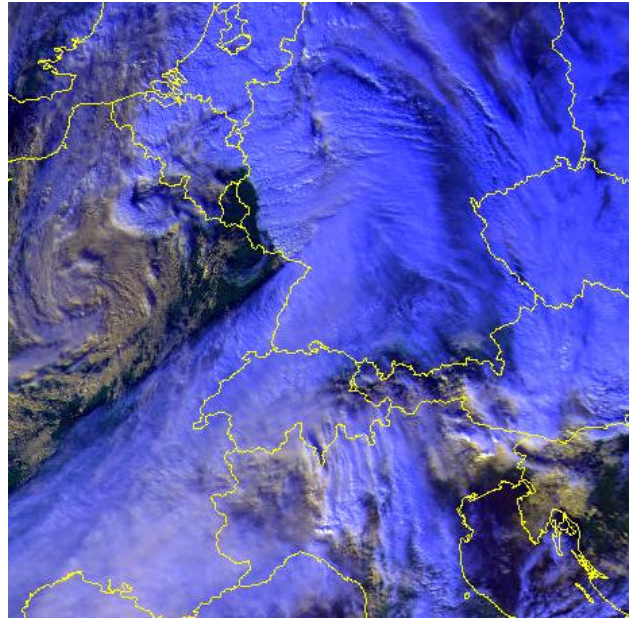


Fig. 2 frame satelliti polari – nord Europa –
25.11.2002 - h 13.05 UTC

2.3 Precipitazioni

Per avere un quadro riassuntivo, generale delle intense precipitazioni che hanno investito il bacino si riporta una tabella di sintesi con i valori di pioggia cumulata nel periodo dal 13/11 al 30/11 nei bacini maggiormente interessati.

Bacino	Sottobacino	Pluviometro	Cumulata dal 13/11 al 30/11	Cumulata giorni 14,15,16	Cumulata giorni 25,26	Cumulata giorni 24,25,26
Adda		Fuentes	527,0	257,0	142,0	
	Brembo	Valtorta	825,8	355,8	238,8	

Bacino	Sottobacino	Pluviometro	Cumulata dal 13/11 al 30/11	Cumulata giorni 14,15,16	Cumulata giorni 25,26	Cumulata giorni 24,25,26
	Serio	Bergamo	357,0	60,0	101,8	
Agogna		Bogomanero	477,0	187,0		144,0
Lambro		Caslino d'Erba	609,0	151,8		253,0
Olona		Ponte Vedano	542,0	170,0		182,0
Toce		Drugno	730,0	394,0		192,0
		Varzo	516,0	237,4		167,2
		Crodo	563,4	283,0		170,2
		Pizzanco	677,4	362,4		194,0
		Domodossola	585,4	286,2		173,2
		Fomarco	872,2	515,0		200,0
		Mottac	865,0	454,6		226,4
		Candoglia Toce	973,0	496,6		286,0
Sesia		Corcoforo	585,0	292,6		172,0
		Varallo	651,0	321,0		176,6
		Fobello	694,2	376,0		188,8
		Borgosesia	536,4	236,4		149,4
Tanaro		Diga della Piastra	371,0			
		Boves	265,0			
		Perlo	330,0			
		Colle San Bernardo	426,0			
		Upega	634,0			
		Monte Berlino	605,0			
		Farigliano	202,0			
		Mondovi	208,0			
		Somano	205,0			
	Bormida	Priero	349,0			
		Acqui Terme	307,0			
		Serole	186,0			
		Calizzano	470,0			

Bacino	Sottobacino	Pluviometro	Cumulata dal 13/11 al 30/11	Cumulata giorni 14,15,16	Cumulata giorni 25,26	Cumulata giorni 24,25,26
		Cairo Montenotte	430,0			
		Mombaldone	436,0			
		Alessandria Lobbi	254,0			
	Borbore	San Damiano	170,0			
	Belbo	Mombarcaro	129,0			
		Treiso	189,0			
		Castagnole Lanze	229,0			
		Nizza Monferrato	276,0			
	Orba	Capanne Marcarolo	762,0			
		Rossiglione	708,0			
		Ponzone	470,0			
		Ovada	510,0			
		Basaluzzo	358,0			
Scrvia		Spineto Scrivia	303,0			142,8
		Novi Ligure	344,8			155,8
		Gavi	473,8			205,0
		Arquata Scrivia	578,0			232,0
		Busalla	762,8			338,6
Trebba		Diga del Brugneto	806,0			
		Trebba Valsigara	460,0			
		S. Stefano d'Aveto	563,0			
		Cabanne	850,0			
		Torriglia	880,0			
		Bobbio	256,0			
Nure		Ferriere	310,0			
		Mangiarosto	312,0			
		Farini	220,0			
Taro		Nociveglia	373,2			

Bacino	Sottobacino	Pluviometro	Cumulata dal 13/11 al 30/11	Cumulata giorni 14,15,16	Cumulata giorni 25,26	Cumulata giorni 24,25,26
		Bedonia	340,0			
		Montegrosso	475,0			
		Borgotaro	315,0			
		Bardi	225,0			
Secchia		Frassinoro	183,0			
		Febbio	308,0			
		Farneta	160,0			
		Collagna	240,0			
		Villa Minozzo	146,0			
		Ponte Cavola	110,0			

3 ASPETTI IDROLOGICO-IDRAULICI

3.1 Evoluzione della piena

I deflussi conseguenti i citati eventi pluviometrici hanno interessato i principali corsi d'acqua del reticolo idrografico piemontese meridionale, lombardo occidentale ed emiliano. La conseguente onda di piena che ha interessato l'asta principale del Po è risultata di carattere eccezionale soprattutto per le elevatissime durate al colmo. A tutt'oggi, non può ancora dirsi del tutto esaurita nel delta padano.

3.1.1 AFFLUENTI

A causa dell'elevato numero di eventi di piena a carico degli affluenti nel periodo considerato, ci si limiterà a riassumerne le caratteristiche salienti in forma tabellare. Di seguito si riportano pertanto i livelli al colmo, raggiunti agli idrometri delle varie aste fluviali, suddivise per bacini e sottobacini.

Bacino	Sottobacino	Idrometro	Massimo colmo	data	ora	Secondo colmo	data	ora
Adda		S. Maria Lavello	5,28	28-nov	2.30	0,18	19-nov	1.00
		Lodi	3,42	27-gen	3.00			
		Boccaserio	7,40	27-nov	11.00			
		Pizzighettone	3,55	28-nov	1.30			
	Brembo	San Pellegrino	2,98	16-nov	17.00	2,53	26-nov	13.30
		Ponte Briolo	6,28	26-nov	14.30			
	Serio	Montodine	1,97	27-nov	5.00			
		Mozzanica	3,17	26-nov	19.00			
Agogna		Lomello	3,14	27-nov	7.00	2,85	17-nov	11.00
Lambro		Caslino d'Erba	2,58	26-nov	16.30			
		Peregallo	3,30	26-nov	19.30			
		Milano Parco Feltre	2,86	27-nov	1.00			
Olona		Ponte Vedano	2,11	26-nov	4.30			
		Castellanza	2,82	26-nov	20.00			
Toce		Crevola Diveria	2,73	16-nov	19.00	2,28	26-nov	9.00
		Pontetto I sorno	2,09	16-nov	11.00	1,12	26-nov	4.00
		Domodossola	2,50	16-nov	13.00	1,48	26-nov	4.00

Bacino	Sottobacino	I drometro	Massimo colmo	data	ora	Secondo colmo	data	ora
		Villadossola Ovesca	2,39	16-nov	18.30	1,86	26-nov	4.00
		Candoglia Toce	6,01	16-nov	17.00	3,38	26-nov	7.30
Lago Maggiore		Angera	3,27	17-nov	16.00	3,33	29-nov	18.30
		Miorina	3,88	17-nov	13.30	3,95	29-nov	22.00
Ticino		Vigevano	1,32	29-nov	23.30	1,28	19-nov	4.00
		Pavia	3,36	27-nov	6.30	2,67	17-nov	23.00
Sesia		Borgosesia	2,55	16-nov	11.00			
		Palestro Vercelli	4,83	16-nov	17.30			
Tanaro		Garessio	2,59	15-nov	5.00	2,12	26-nov	15.30
		Farigliano	4,01	16-nov	18.30	3,07	26-nov	20.00
		Alba	3,13	16-nov	21.30	2,00	26-nov	21.30
		Asti	4,83	17-nov	1.00	3,68	26-nov	22.00
		Masio	3,97	17-nov	7.00	3,03	27-nov	3.00
		Montecastello	6,79	17-nov	19.00	6,82	26-nov	21.00
	Stura di Demonte	Gaiola	1,43	16-nov	15.30			
		Fossano	2,81	16-nov	17.30			
	Bormida	Mombaldone	5,22	16-nov	10.30	4,01	26-nov	19.30
		Cassine	2,50	16-nov	13.00	2,32	26-nov	0.00
		Alessandria	7,57	26-nov	6.30	6,56	16-nov	19.30
	Borbore	San Damiano	2,13	18-nov	17.30			
	Belbo	Castelnuovo Belbo	4,28	16-nov	13.00	3,59	26-nov	22.00
	Orba	Casal Cermelli	4,36	26-nov	4.00			
Scivia		Serravalle Scivia	3,44	26-nov	8.00			
Trebbia		Trebbia Valsigiara	3,18	24-nov	18.00	2,03	16-nov	16.00
		Bobbio	4,59	24-nov	19.00	3,73	16-nov	17.00
Nure		Ferriere	1,58	16-nov	11.30	1,14	24-nov	16.00
		Farini	2,79	16-nov	14.00	2,70	24-nov	16.30
Taro		Borgotaro	3,89	16-nov	15.30			
		Varano	2,85	16-nov	15.30			

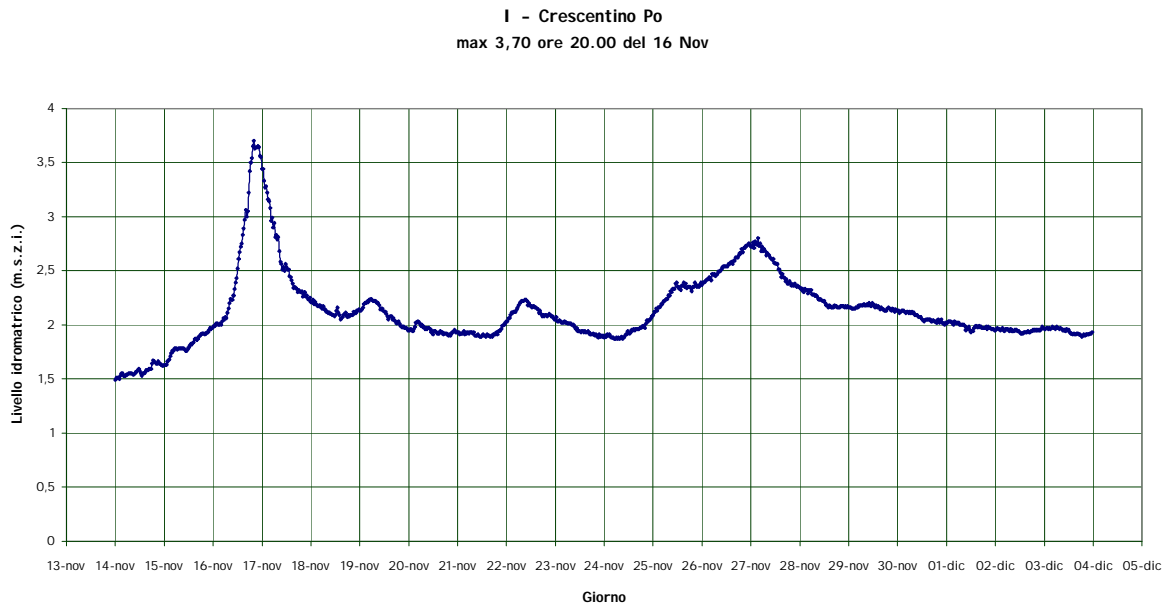
Bacino	Sottobacino	Idrometro	Massimo colmo	data	ora	Secondo colmo	data	ora
	Stirone	Fornovo	-					
		Fidenza	-					
Secchia		Ponte Dolo	1,90	18-nov	7.00			
		Lugo	1,44	18-nov	11.30			
		Ponte Veggia	11,53	18-nov	12.30			
		Rubiera	4,16	18-nov	14.00			
		Ponte Bacchello	8,85	19-nov	2.30			

Per quanto tutti i fenomeni elencati risultino significativi per le singole aste fluviali, ve ne sono alcuni che rivestono carattere di più marcata eccezionalità, si ricordano in particolare gli eventi:

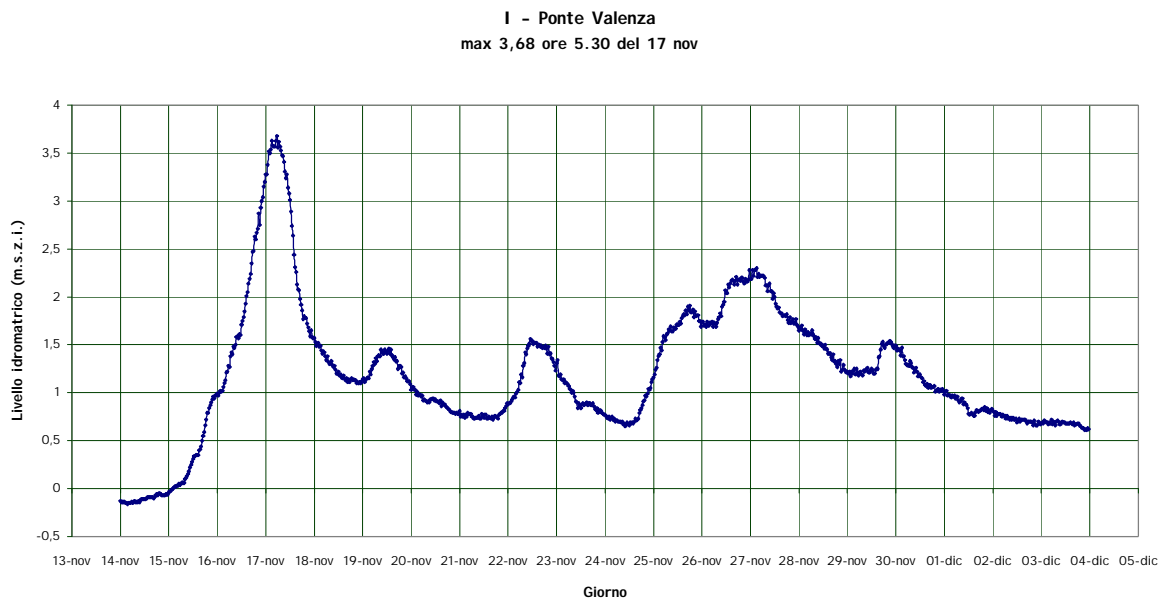
- del Tanaro, dapprima sull'alto bacino e poi nel tratto di pianura, dove i livelli idrometrici all'idrometro di Montecastello si sono mantenuti al di sopra del livello di guardia per oltre due giorni, in entrambi i fenomeni di piena, a causa degli elevati contributi, di tutto il bacino nel primo evento e, sostanzialmente, di Bormida ed Orba nel secondo;
- dell'Adda, la cui portata di piena defluente dal Lario (del quale aveva già provocato esondazione), stimata in oltre 800 m³/s, sommatasi a quella del Brembo (con ordine di grandezza simile), si è propagata a valle, ricevendo poi un cospicuo contributo anche dal Serio ed interessando l'asta principale, a monte di Cremona, praticamente in fase con l'onda di Po e provocando limitate esondazioni nella zona di Lodi. Anche nel tratto sopralacuale il bacino dell'Adda è stato interessato da ingenti fenomeni sia alluvionali che di versante (Val Sassina);
- dello Scrivia, la cui elevata portata nel secondo evento, stimata superiore ai 700 m³/s, in conseguenza della concentrazione delle precipitazioni su tutto il bacino, ha provocato diffuse erosioni spondali ed alcune esondazioni, oltre al cedimento di una pila del ponte tra Arquata Scrivia e Vignole Borbera;
- degli affluenti prealpini lombardi: Olona, Seveso, Lambro ed Agogna Terdoppio che hanno provocato danni sia alle aree contermini che alle opere idrauliche;
- del Toce, i cui livelli, anche se inferiori a quelli dell'ottobre 2000, insieme a quelli degli altri immissari, hanno provocato l'innalzamento oltre i limiti di esondazione del Lago Maggiore.

3.1.2 ASTA PRINCIPALE

L'onda di piena si è iniziata a formare nell'alto Po a partire dal 16 novembre per il contributo di Tanaro, Sesia e Ticino.



Fino alla stazione di Ponte Valenza il massimo colmo è stato registrato nella prima mattinata del 17 novembre, per la maggiore intensità globale del primo evento pluviometrico sui bacini piemontesi, mentre nelle sezioni a valle della confluenza Tanaro-Po i colmi si sono verificati dopo il 26.



L'analisi evolutiva dei livelli e dello sfasamento dei colmi sull'asta principale conferma, sostanzialmente, la distribuzione spaziale e temporale degli eventi sul bacino, mettendo in evidenza, dapprima, una crescita diffusa su tutta l'asta media, dovuta ai contributi distribuiti, poi una traslazione dell'onda, meno marcata che nei precedenti principali fenomeni di piena dell'ultimo secolo (maggio 1926, novembre 1951, novembre 1994, ottobre 2000), i quali avevano tutti una marcata componente traslativa, dovuta alla formazione, avvenuta principalmente su gran parte dei bacini piemontesi.

Di seguito si riportano, i valori al colmo delle suddette piene storiche in raffronto con quella del 2002, riferendo anche i livelli di guardia e le sezioni, storiche (Brioschi) o di recente individuazione a cui sono posti gli idrometri sull'asta principale:

Stazione	1926	1951	1994	2000	2002	Livello di guardia	Sezione di rif. sez. Brioschi e integrazione rilievi 1999
Po a Cardè	-	-	4.10	6.04	1.85	2.00	-
Po a Carignano	-	-	4.61	6.29	2.58	2.50	-
Po Torino Murazzi	-	-	5.19	5.72	1.50	2.70	-
Po a Crescentino	-	-	-	6.45	1.70	4.00	Sez. 03B2
Po a Casale Monferrato	-	-	4.15	5.39	-0.48	2.50	Sez. 02/1
Po Ponte Valenza	-	6.74	5.90	5.56	3.68	3.50	Sez. 01
Po Isola S' Antonio	-	-	12.00	9.30	7.11	6.50	Sez. 00B/1
Po Ponte Becca	7.88	7.85	7.60	7.81	4.96	4.50	Sez. 6
Po a Piacenza	9.63	10.25	9.98	10.50	7.18	6.00	Sez. 18A
Po a Cremona	5.20	5.94	5.94	6.15	4.38	4.19	Sez. 26
Po a Casalmaggiore	6.37	7.64	7.64	8.01	6.63	4.61	Sez. 35
Po a Boretto	-	8.59	8.43	9.06	7.75	5.50	Sez. 37B
Po a Borgoforte	-	9.96	9.28	9.93	8.64	6.00	Sez. 42
Po Sermide	-	10.38	-	10.71	9.73	5.50	Sez. 57
Po Castelmassa	-	-	15.65	16.06	15.26	13.03	Sez. 57
Po a Pontelagoscuro	3.70	4.28*	3.04	3.66	2.61	1.00	Sez. 65
Po a Polesella	-	12.60	8.51	10.05	10.10	9.27	Sez. 69
Po a Cavanella	-	7.19	5.02	5.28	4.59	3.40	Sez. 77
Ariano (Po di Goro)	-	7.86	5.80	6.08	5.37	3.55	(Po di Goro)
Pila	-	2.86	1.39	1.34	1.45	1.00	Sez. 87

*ultimo valore misurato prima della rotta di Occhiobello; stimato in 4.80 senza la rotta;

(-) valori non disponibili;

In corsivo i valori ricostruiti;

ed il consueto diagramma, in quote assolute, relativo all'evoluzione dei livelli di piena:

come si evince facilmente da quanto sopra riportato, l'onda di piena non è ancora del tutto esaurita nel Delta dove, condizioni di marea sfavorevoli hanno impedito un rapido deflusso dell'onda di piena, causando il permanere al di sopra del livello di guardia, per più di due settimane, lungo le sezioni a valle di Castelmassa ed anche oltre da Cavanella a valle.

3.1.3 INVASO DELLE GOLENE CHIUSE

A differenza di quanto avvenuto nella piena del 2000 la gran parte delle golene difese del Po non è stata invasa dalle acque di piena del fiume, né sono stati disposti dagli Uffici Operativi tagli artificiali degli argini golenali. Ciò nonostante alcuni di tali argini hanno ceduto sotto la spinta dei livelli idrici ed alcune zone golenali sono state invasate.

Di seguito si riporta la tabella riassuntiva delle golene chiuse invasate, di cui ad oggi si ha notizia:

Golene Ufficio Operativo	Posizione	Ha	Inizio invaso
<i>Ufficio Operativo di Piacenza</i>			
Testata Morandi in Com. di Castelvetro P.no)	dx Po	650	ore 11.00 del 27/11/2002
<i>Ufficio Operativo di Cremona</i>			
Stagno Lombardo (parte)	sx Po	-----	ore 07.00 del 28/11/2002
Motta Baluffi in Comune di San Daniele Po (parte)	sx Po	-----	ore 01.00 del 28/11/2002
Motta Baluffi in Comune di San Daniele Po (parte)	sx Po	-----	ore 14.00 del 28/11/2002
Casotti Barattino	sx Po	-----	ore 04.00 del 28/11/2002
<i>Ufficio Operativo di Parma</i>			
Ghiaie Bonvisi in comune di Mezzani	dx Po	369	
Mezzano Rondani	dx Po	500	ore 20.00 del 27/11/2002
Corte degli Oppi in comune di Mezzani	dx Po	43	
<i>Ufficio Operativo di Parma - Sezione di Reggio Emilia</i>			
Fogarino in comune di Luzzara	dx Po	233	ore 19.00 del 28/11/2002
Lorenzini in comune di Luzzara	dx Po	125	ore 19.00 del 28/11/2002
<i>Ufficio Operativo di Mantova</i>			
Boscone Garagna foce Oglio	sx Po	233	ore 04.00 del 28/11/2002
Cavallara a monte foce Oglio	sx Po	265	ore 08.00 del 28/11/2002
Restara di Sustinente e Serravalle Po)	sx Po	345	ore 18.15 del 28/11/2002
<i>Ufficio Operativo di Ferrara</i>			
Coronella Gamberone (foce Panaro)	dx Po	60	ore 17.00 del 27/11/2002

Per la quantificazione dei volumi invasati occorrerà attendere l'effettuazione dei rilievi per stabilire le altezze d'acqua riscontrate nelle varie zone.



- Fig. 3 Area golenale allagata – Mezzano Rondani (PR)

3.1.4 CONSIDERAZIONI SUI TEMPI DI RITORNO

Il confronto fra i valori di portata estratti dalle scale di deflusso (note in alcune stazioni di Po dalle elaborazioni dell'Ufficio Idrografico ed opportunamente corrette per le applicazioni numeriche di previsione) ed i valori estratti dalla "Direttiva Piena di Progetto" del P.A.I., mettono in luce la non eccezionalità dell'evento in termini di portate, se non per alcune sezioni (Borgoforte) in cui il tempo di ritorno si avvicina ai vent'anni. Diversa considerazione meritano i tempi di permanenza che, se confrontati con le piene storiche dell'ultimo secolo, pongono il fenomeno in esame fra i primi in assoluto.

Stazione	Livello 2002 (m s.m.m.)	Portata 2002 (m ³ /sec)	Q ₂₀ AdBPo	Q ₁₀₀ AdBPo	Q ₂₀₀ AdBPo	Sezione di rif. sez. Brioschi e integrazione rilievi 1999
Ponte Becca	59.91	6840	9290	12190	13600	Sez. 6
Piacenza	49.34	7094	8970	11550	13000	Sez. 18A
Cremona	38.72	8275	10090	13000	14300	Sez. 26
Boretto	27.70	8140	9380	12060	13700	Sez. 37B
Borgoforte	23.33	9634	9600	12260	13100	Sez. 42
Pontelagoscuro	10.82	8120	9470	12070	13000	Sez. 65

4 SVOLGIMENTO DELLE ATTIVITÀ ISTITUZIONALI

Ai sensi del D.P.R. 15 marzo 1998 n.112 le funzioni inerenti la progettazione, realizzazione e gestione delle opere idrauliche sono conferite alle regioni ed in tale ambito rientrano anche quelle relative al Servizio di Piena di cui ai R.D. 523/1904 e 2669/1937. Tenuto conto che le principali regioni del bacino del Po hanno istituito, ai fini della gestione unitaria dello stesso, l'Agenzia Interregionale per il Po, alla quale verrà trasferito il personale in forza al Magistrato per il Po che attualmente continua ad operare senza soluzione di continuità nelle proprie ordinarie mansioni, il Servizio di Piena relativo agli eventi in questione si è svolto come di consueto.

L'attività d'istituto legata ai fenomeni di piena è iniziata, sia a livello centrale che periferico, con l'istituzione del Servizio di Reperibilità sia in sede centrale (Ufficio Coordinamento Servizio di Piena) che locale (Uffici Operativi) alla notizia di condizioni meteorologiche avverse, già dai giorni precedenti l'inizio dei fenomeni di metà novembre, venendo poi sostituito, man mano che gli eventi si manifestavano a livello idrometrico con la progressiva attivazione del Servizio di Piena. Parallelamente all'attività di Servizio di Piena si è dispiegata, sia a livello centrale che locale, quella di consulenza tecnica alle Autorità di Protezione Civile ai sensi della L. 24 febbraio 1992 n.225.

4.1 Livello Periferico

Ai sensi del R.D. 25 luglio 1904 n. 523 art. 62 e R.D. 9 dicembre 1937 n.2669 art. 33, gli Ingegneri Incaricati degli Uffici Operativi, incaricati delle attribuzioni già spettanti all'Ingegnere Capo dell'Ufficio del Genio Civile, relativamente ai suddetti testi legislativi, hanno disposto, ciascuno per il proprio Circondario Idraulico di competenza, l'attivazione del Servizio di Piena sulle opere idrauliche di II cat. e su quelle di III cat. arginate (ex art. 4 c.10ter L. 677/96), al raggiungimento del livello di guardia agli idrometri regolatori.

Tale servizio è stato espletato, secondo i vari stadi previsti, con personale interno agli Uffici e con personale esterno per le funzioni di guardiania, sempre coordinato da funzionari e personale idraulico degli Uffici medesimi.

Tutta l'attività si è svolta in stretto contatto e collaborazione con le Autorità locali di Protezione Civile (Sindaci e Prefetti), col personale degli enti locali coinvolti e delle associazioni di volontariato. Il personale degli Uffici Operativi ha partecipato alle riunioni dei CCS presso le prefetture e dei COM, ove costituiti. Fra le principali azioni di concertazione con gli enti locali interessati dalle procedure di protezione civile va sicuramente ricordata l'evacuazione delle golene chiuse nel tratto del medio Po. Tale provvedimento, coordinato dalla Presidenza dell'Istituto, si è

reso necessario in quanto, pur avendo la consapevolezza che i livelli idrometrici raggiungibili non avrebbero sormontato le arginature delle principali golene, l'interessamento delle stesse da livelli comunque elevati, unito alla recente chiusura delle rotte del '2000, consigliava a titolo precauzionale, di evitare la permanenza di persone al loro interno. Tale scelta ha trovato conferma della propria validità in quanto alcuni argini golenali importanti (Mezzano Rondani -PR) sono stati sifonati, mentre altri sono stati mantenuti con notevole sforzo (Tombone - PR).

Nel corso del servizio sono stati disposti ed eseguiti interventi a salvaguardia delle opere idrauliche e della pubblica incolumità, dei quali si darà dettagliato conto non appena disponibili i relativi rapporti di piena.

L'attività degli Uffici Operativi, relativamente ai presenti fenomeni, si esaurirà con la picchettazione ed il rilievo dei massimi livelli di piena raggiunti sulle arginature dell'asta di Po, con la stesura delle relazioni e dei rapporti di piena, con l'ultimazione degli interventi disposti in corso d'evento e la stesura dei programmi d'intervento conseguenti lo stesso.

4.2 Livello Centrale

Il servizio si è dispiegato a livello centrale partendo dalla diffusione dei comunicati meteo precedenti gli eventi e con l'istituzione dei servizi di reperibilità, proseguendo con la sorveglianza del costante funzionamento dei sistemi di monitoraggio e di trasmissione radio, con il controllo del funzionamento e la diffusione dei dati del sistema di previsione di piena e con il mantenimento dei contatti con gli organismi nazionali e regionali di Protezione Civile.

Nel corso degli eventi, alle prime attivazioni del servizio di vigilanza, attivato il servizio di piena in maniera continuativa, da parte degli Uffici di monte, l'Ufficio Coordinamento ha costantemente seguito l'evoluzione dei fenomeni, prestando la richiesta assistenza, in termini di informazioni, aggiornamenti e previsioni, agli Uffici che ne avevano necessità, sia a livello generale, che a causa di malfunzionamenti dei sistemi di monitoraggio locale.

Il suddetto Ufficio si è occupato dell'organizzazione delle attività a livello centrale, specialmente in relazione ai sistemi di previsione ed al supporto decisionale alla Presidenza dell'Istituto per il coordinamento delle attività in periferia, oltre al mantenimento dei rapporti e delle comunicazioni con i COR dei servizi regionali di Protezione Civile e col Dipartimento Nazionale di Protezione Civile.

Quest'ultima attività si è concretizzata con costanti collegamenti telefonici e con l'emissione, a cadenze prestabilite in funzione della gravità dei fenomeni, di comunicati informativi

sull'evoluzione degli stessi sui risultati delle elaborazioni provenienti dal sistema informatico di previsione di piena sull'asta principale.

4.2.1 FUNZIONAMENTO DELLA RETE DI MONITORAGGIO

La rete di monitoraggio dei dati cui ha accesso l'Istituto, formata in parte da teleidrometri di proprietà (asta principale e regolatori dei principali affluenti) ed in gran parte da strumentazioni di altri enti, in maggioranza regionali, si è rivelata, nonostante la notevole complessità (397stazioni per oltre 1000 sensori), sufficientemente affidabile. Alcuni problemi si sono avuti nella provincia di Pavia per l'interferenza di apparati radio di protezione civile con le frequenze assegnate ai sistemi di monitoraggio, mentre sporadici ritardi nell'acquisizione dei dati si sono manifestati per alcune sottoreti a causa, probabilmente del malfunzionamento di alcuni ripetitori.

Il giudizio complessivo è nel complesso soddisfacente, la rete ha permesso in ogni momento di monitorare con sufficiente precisione gli eventi in corso, fornendo i necessari dati per le attività istituzionali.

4.2.2 IL SISTEMA DI PREVISIONE DI PIENA IN TEMPO REALE DEL FIUME PO - EFFORTS

4.2.2.1 Generalità

Il sistema di previsione in oggetto è stato sviluppato, per incarico del Magistrato per il Po, a partire dal 1992 da parte della Società ET&P del prof. Todini basandosi su dati di proprietà dello stesso Magistrato. Dopo la piena del 2000, sempre su incarico del Magistrato per il Po, lo stesso sistema è stato sottoposto ad una sostanziale revisione, puntualmente seguita dal personale di quest'Ufficio, aggiornando le sezioni topografiche ed aumentando le stazioni idrometriche sia in fase di input che di previsione.

Durante l'ultimo servizio effettuato le osservazioni periodiche del modello hanno permesso di valutarne solo parzialmente le relative potenzialità. Tali attività hanno comunque consentito di stabilire una discreta affidabilità sui livelli stimati nella parte medio-bassa dell'asta, per periodi di previsione limitati alle 10-12 ore evidenziando, in generale, una leggera sottostima dei tempi di propagazione del colmo, tendenza che è risultata comunque ammissibile, ai fini di protezione civile e servizio di piena, in quanto a favore di sicurezza.

4.2.2.2 Descrizione del modello

Il sistema è organizzato allo scopo di poter effettuare la previsione di piena in termini di portata e di livello alle stazioni di Ponte Valenza, Isola Sant'Antonio, Casei Gerola, Ponte Becca, Ponte Spessa,

Piacenza, Cremona, Casalmaggiore, Boretto, Borgoforte, Castelmasa – Sermide, Ficarolo e Pontelagoscuro.

Tale previsione viene effettuata con un anticipo temporale fino a 36 ore per le stazioni nella parte più a valle del tratto, ove i tempi del fenomeno di trasferimento delle piene consentono tale anticipo e fornisce, lungo tutto il tratto di Po considerato, la previsione dei livelli idrici nelle sezioni trasversali.

4.2.2.3 Funzionamento durante l'ultimo evento

Il modello ha rappresentato un valido ed importante strumento ai fini della comprensione dell'andamento e dell'evoluzione dell'evento di piena.

Questo ha permesso allo scrivente Ufficio di valutare alcune situazioni delicate in termini di rischio per la popolazione delle zone golenali, supportando le decisioni in merito.

Questo lavoro è stato effettuato sempre in stretta collaborazione con gli Uffici Operativi, ed ha permesso di valutare la bontà dei dati di previsione forniti attraverso verifiche sul campo e confronti basati sull'esperienza dei tecnici più anziani.

In generale, il modello si è comportato in maniera soddisfacente, fornendo delle previsioni in termini di livello il cui errore, per medi tempi di previsione, è stimabile in circa una decina di centimetri.

Nell'evoluzione della piena da monte a valle, esso ha mostrato qualche incongruenza che, studiata e valutata attentamente, ha consentito comunque di fornire delle indicazioni agli Uffici Operativi sia sui livelli che sui tempi di percorrenza. Ai fini di una corretta interpretazione dei risultati, ma anche di un'analisi critica che permetta in un futuro prossimo correzioni e miglioramenti al modello stesso, è necessario fare alcune considerazioni:

- la prima, di carattere generale, riguarda la taratura di un modello per un sistema complesso e ricco di variabili come quello del bacino del fiume Po. Infatti, il modello nella sua versione attuale è "tarato" sui dati degli eventi alluvionali del 1994 e del 2000, che sono stati sia meteorologicamente che idrologicamente abbastanza diversi da quello in esame.
- Gli eventi precedenti (1994 e 2000) erano stati entrambi caratterizzati da contributi rilevanti degli affluenti piemontesi (il fiume Tanaro nel 1994 e la Dora Baltea e la Dora Riparia nel 2000). Nel 2000 aveva inoltre contribuito il fiume Ticino, per il quale si erano avute portate molto elevate (dell'ordine dei 3000 m³/s).

- Il recente evento è stato caratterizzato da un contributo diffuso di diversi affluenti, tra i quali alcuni considerati “minori”, non sono inseriti direttamente in input nel modello, ma vengono valutati, a livello di contributi come differenza tra le portate di Po a valle e a monte della loro confluenza.

La “risposta idraulica” del sistema fisico (e quindi di quello numerico a cui si riferisce) è stata quindi evidentemente differente.

Tenendo conto che nella parte di monte (prima di Ponte Becca) le stazioni di misura inserite nel modello, pur avendo caratteristiche di previsione sono essenzialmente utilizzate ai fini di input e di verifica, in quanto l’intervallo temporale di affidabilità della previsione è molto breve, le incongruenze maggiori si sono verificate nel tratto a valle della stazione di Cremona. Analizzando più in dettaglio il funzionamento del modello si può suddividere il funzionamento come segue:

- a monte della stazione di Cremona:

in tale tratto il modello ha tendenzialmente sotto stimato anche se non in maniera rilevante i livelli idrici, ed anche i tempi di percorrenza. Tale sottostima può essere attribuita sia alla mancanza di dati nel modello che tengano conto dei contributi del reticolo lombardo che del torrente Scrivia, che al diverso comportamento delle aree golenali.

- A valle della stazione di Cremona:

La valutazione dei livelli in tale tratto è stata fortemente influenzata innanzitutto dall’apporto del fiume Adda, che ha raggiunto livelli eccezionali. La stima delle portate di deflusso sul fiume Adda si basa sulla conoscenza della scala di deflusso a Lavello (fornita dal Consorzio dell’Adda). A valle di tale stazione esistono due importanti affluenti entrambi attivi nell’evento per portate dell’ordine di grandezza di quelle dell’asta in cui si immettono.

- Nel delta ed in particolare dalla stazione di Pontelagoscuro:

Mentre inizialmente vi era una certa omogeneità negli idrogrammi previsti, man mano che ci si avvicinava al colmo a Pontelagoscuro, il sistema iniziava a sovra stimarne il valore ed a ritardarne il raggiungimento. Tale anomalo comportamento può essere in parte dovuto all’inadeguatezza della scala di deflusso in tale sezione ed in parte alle correzioni che il sistema effettua per mantenere la convergenza ai valori misurati.

Alla luce di tutto ciò appare evidente come un simile strumento, al momento puramente sperimentale ed ancora troppo poco testato, sia certamente utile ma abbia bisogno di ulteriori affinamenti e, per un suo uso immediato, dell’interpretazione critica di utenti che ne conoscano la

storia in tutte le peculiarità. In grado quindi di interpretare correttamente i dati in uscita discriminandone la validità secondo i casi e gli scenari d'evento. I margini di miglioramento sono comunque ampi sia per quanto riguarda l'integrazione con nuovi punti di afflusso che come miglioramento della bontà dei dati di input, per i quali occorrerebbe una campagna di misure di portata su vasta scala al fine di rendere più sicure le scale di deflusso disponibili ed integrarle ove mancanti.

5 PRINCIPALI FENOMENI DI DISSESTO A CARICO DELLE OPERE IDRAULICHE

Stanti gli elevati livelli idrici tuttora insistenti su gran parte dell'asta principale, non è ancora possibile stilare un quadro esaustivo dei dissesti a carico di tutte le opere idrauliche di competenza, si indicheranno quindi di seguito soltanto le sintesi che è stato possibile ricavare dai dati fino ad oggi acquisiti.

5.1 Situazioni sugli affluenti

I principali dissesti, ad oggi rilevati sugli affluenti, si sono verificati in Lombardia e parte del Piemonte, in particolare si sono resi necessari interventi, da parte degli Uffici Operativi di Milano, Pavia, Cremona ed Alessandria.

Regione Lombardia

Gli eventi meteorici dei giorni 23, 24, 25, 26 novembre 2002 hanno provocato eventi di piena di notevole intensità sull'intero reticolo idraulico milanese. Per sgravare la situazione idraulica del Seveso, dell'Olona e dei colatori minori è stata convogliata nel Canale Scolmatore Nord-Ovest la massima portata di progetto da scaricare in Ticino.

Gli elevati livelli idraulici del Ticino non hanno permesso un rapido deflusso delle acque ed in corrispondenza del Salto della Casalina hanno generato una serie di turbolenze idrauliche instabilizzando le pile di un ponticello e le sponde in terra del canale, le quali dopo aver subito forti erosioni sono collassate per un tratto di circa 50 metri, deviando per intero attraverso le campagne la portata del canale e allagando gran parte del comune di Abbiategrasso.

Sul Ticino si sono verificate due erosioni di sponda una in Comune di Turbigo (MI), località "Mulino del pericolo" ed una in Comune di Bernate Ticino (MI) località Lanca, causando l'allagamento delle aree limitrofe e dei rilevati stradali.

Altre due erosioni si sono verificate lungo il Torrente Terdoppio a monte del Ponte dell'Autostrada A4, località Fontana Serponti (NO) ed Agogna a monte del ponte del provinciale località cascina Rinalda nel Comune di Cavaglietto (NO).

Per quanto riguarda l'Adda ed i suoi sottobacini non sono ancora terminati i sopralluoghi dei tecnici per il rilievo dei dissesti che paiono comunque fra i maggiori riscontrati nell'intero bacino del Po. In particolare in Val Sassina (Adda sopralacuale) sono di grande estensione.

Regione Piemonte

Sullo Scrivia si sono verificate esondazioni in Comune di Castelnuovo S. in sinistra a monte del ponte provinciale, mentre tra Vignole Borbera ed Arquata Scrivia è stato danneggiato il ponte in muratura a cinque archi, sostenuto da quattro piloni in alveo, uno dei quali è sprofondata provocando l'abbassamento della sede stradale e la rottura delle tubazioni del metano e della linea elettrica dell'Enel causando l'interruzione dell'erogazione del servizio.

Sono state inoltre segnalate erosioni spondali sul torrente Curone in Comune di Monleale e Volpedo (AL) e sul torrente Vermenagna in Comune di Vernante (CN).

Regione Emilia-Romagna

Sono per il momento segnalate situazioni di erosione di sponda localizzata sul fiume Trebbia.

5.2 Situazioni sull'asta principale

Per quanto riguarda l'asta principale, premesso che in nessun punto si sono avute carenze di franco, a riprova della non eccezionalità in termini di livelli massimi, si può al momento riferire soltanto dei dissesti osservabili e quindi dei fenomeni di filtrazione a campagna e dei fontanazzi, oltre ad alcune frane a fiume, visibili dalle sommità arginali. Da questo punto di vista la presente piena, stante l'elevata permanenza, ha riattivato praticamente soltanto i fenomeni storici conosciuti, in particolare:

- nel parmense (Sacca di Colorno, con intensità estremamente inferiore a quella del 2000 e, soprattutto ad una distanza maggiore dall'argine maestro, grazie sicuramente all'intervento di diaframmatura nel frattempo realizzato);
- nel reggiano, in particolare a Boretto, dove si è manifestato un fontanazzo di particolare intensità;
- nel mantovano a Foce Oglio (riattivazione dei fontanazzi già circondati con coronelle permanenti, che ne hanno tenuto sotto controllo l'evoluzione, attivazione di qualche nuova venuta d'acqua);
- nel Delta, con violenza maggiore rispetto ai tratti precedenti, in quanto i livelli abbastanza consistenti, accompagnati dalla elevata permanenza, hanno messo a dura prova l'impermeabilità del sistema arginale e di fondazione, riproponendo fenomeni consistenti in sei siti già noti sul Po di Venezia e sul Po di Goro, su tutto il ramo ed in particolare nei tratti prossimi al Canal Bianco e nel corpo arginale di fronte all'abitato di Goro. Tali situazioni erano già note in precedenza, ma la scarsità di finanziamenti non ha consentito di realizzare

o terminare opere di diaframmatura ed adeguamento in sagoma già programmate e progettate dopo il 2000.



- **Fig.4** Fontanazzo – Sacca di Colorno



- **Fig.5** Infiltrazione all'unghia a campagna – Foce Oglio

Per completezza si rappresenta che nella parte terminale del Delta, a seguito delle brusche variazioni di livello indotte dalle escursioni di marea e delle mareggiate, occorse nei giorni immediatamente successivi il 15 novembre, si sono avute erosioni e principi di frana su alcuni paramenti arginali (prontamente arrestati con interventi tumultuari) dei quali non è ancora possibile valutare l'entità a causa dell'attuale sommersione, oltre a vere e proprie rotte delle arginature a mare della Sacca di Scardovari.

6 CONCLUSIONI

I fenomeni di piena che si sono recentemente conclusi, ma che non sono ancora del tutto esauriti (è della scorsa settimana la cessazione del Servizio di Piena da parte dell'Ufficio Operativo di Rovigo, mentre un ennesimo fenomeno di discreta entità è in corso sul Secchia), pur non essendo in generale eccezionali in termini di intensità, tranne che per alcuni bacini affluenti, hanno comunque messo a dura prova sia le opere idrauliche che il personale dell'Istituto.

Per quanto riguarda gli affluenti i dissesti sono dovuti all'intensità dei fenomeni localizzati.

Per quanto riguarda l'asta principale i maggiori problemi si sono avuti a causa della elevata permanenza dei livelli e delle condizioni di marea (Delta Po). I principali dissesti conseguenti a carico delle opere idrauliche (ad oggi noti) si sono manifestati nei riguardi dei problemi di filtrazione.

Per quanto riguarda infine i sistemi di monitoraggio si ribadisce un sostanziale giudizio positivo sul loro funzionamento e sul contributo che essi possono dare alla prevenzione del rischio per la pubblica incolumità, mentre per quanto riguarda quelli di previsione in senso stretto (modelli numerici di simulazione), vista la notevole complessità del sistema fisico ed i numerosi scenari possibili, si è avuto modo di testarne solo parzialmente l'affidabilità e l'efficacia. Occorreranno quindi ancora tempo ed applicazione per migliorarne l'affidabilità fino ai limiti possibili.

Quanto sopra descritto e quanto riferito dagli Uffici periferici ed ancora in fase di elaborazione, porta a concludere che, nonostante i fenomeni non siano stati di eccezionale intensità, come lo furono quelli del '94 e del '2000, il mancato completamento di alcune opere e l'insufficiente livello di manutenzione, dovuti alle ben note carenze di finanziamenti, li ha resi particolarmente insidiosi, sia per la stabilità delle difese idrauliche che, conseguentemente, per la pubblica incolumità.

Parma, 10 dicembre 2002

L'Ingegnere Incaricato dell'Ufficio
Coordinamento Servizio di Piena
(Dott. Ing. Gianluca Zanichelli)