



REGIONE PIEMONTE

ASSESSORATO AMBIENTE, ENERGIA, PIANIFICAZIONE E GESTIONE
DELLE RISORSE IDRICHE, LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL SUOLO
PROTEZIONE CIVILE

Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione

EVENTI ALLUVIONALI IN PIEMONTE

2-6 novembre 1994

8 luglio 1996

7-10 ottobre 1996

Le previsioni meteorologiche
Gli interventi in corso d'evento
Gli studi e le ricerche sui processi geologici
Le attività di monitoraggio
Gli interventi a supporto delle scelte urbanistiche
Le cartografie tematiche

TORINO
1998

In determinati campi della scienza la crescita della conoscenza è intimamente e forzatamente legata allo studio delle manifestazioni naturali che comportano pericolo o danno, siano esse legate direttamente all'Uomo come persona fisica sia al tessuto urbano in cui Egli vive.

Nel campo delle Scienze della Terra solo attraverso l'analisi delle relazioni che intercorrono tra i processi di instabilità geologica e l'attività umana si può tentare di ricomporre, o almeno rendere accettabile, una conflittualità sempre più evidente.

Nei momenti in cui si lavorava alla edizione di questo testo altre popolazioni erano colpite, in Campania, da una nuova "catastrofe" naturale, apparentemente imprevedibile, che andava ad aggiungersi al lungo elenco dei problemi legati al dissesto territoriale.

Quest'ultimo caso, come quelli che in luoghi vari del territorio nazionale l'hanno preceduto, impongono, come priorità, un continuo e definitivo spirito di collaborazione e fiducia tra Tecnici e pubblici Amministratori affinché si possano in qualche modo ridurre, certo non del tutto azzerare, i rischi naturali.

È con rispetto quindi, e con partecipazione ai problemi delle popolazioni che hanno subito i dannosi effetti degli eventi naturali qui descritti, che ho il compito di presentare questo testo.

Ugo Cavallera

Assessore all'Ambiente, Energia, Pianificazione e Gestione Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo - Protezione Civile

COORDINAMENTO

Gianfranco SUSELLA

Rapporti per la parte editoriale:

Gianfranca BELLARDONE,
Matteo BROVERO, Italo COLOMBO,
Paola MAGOSSO, Nicoletta NEGRO,
Cinzia PICCIONI, Carlo TROISI,
Elena TURRONI, Anna ZILIANI

Rapporti per la parte informatica:

Gianfranca BELLARDONE,
Gianfranco SUSELLA

Coordinamento scientifico e redazione editoriale

Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi

Ferruccio FORLATI, Manlio RAMASCO,
Gianfranco SUSELLA

Archivio immagini

Silvia SICARDI

Predisposizione editoriale e revisioni grafiche

M. Grazia GALLO (*), Giuseppina MOLETTA (*)

(*) Collaboratore esterno, CSI-Piemonte - Direzione Territorio
Ambiente

Elaborazione dei dati e predisposizione della cartografia numerica:

CSI-Piemonte - Direzione Territorio Ambiente

Marcella ALIBRANDO, Marco CAVAGNOLI,
Enzo CIARMOLI, Riccardo FERRARI,
Barbara PEIRETTI, Rocco PISPICO.

È doveroso ringraziare:

Il **Dipartimento dei Servizi Tecnici Nazionali**
per lo scambio dei dati ai sensi del protocollo di
intesa del 24-4-1996.

Fabio LUINO, Ornella TURITTO
(**CNR-IRPI, Torino**) per la collaborazione nelle
ricerche sul campo di inondazione del fiume
Tanaro, area di Alba.

L'**Amministrazione Provinciale di Torino**, nella
persona di Donatella AIGOTTI e
l'**Amministrazione Provinciale di Biella**, per i dati
gentilmente concessi.

Il **1° Nucleo Elicotteri Carabinieri** di Volpiano,
per i sopralluoghi aerei sulle aree danneggiate.

Brunello MAFFEO per il materiale documentario
inerente il territorio del Biellese,
Giuseppe GALLIANO per i dati relativi alle aree
del Monregalese,
Erika CHIECCHIO e Lucia SIMEONI
per il materiale fotografico gentilmente concessi.

Le Amministrazioni Locali e le persone che hanno
fornito testimonianze sui diversi accadimenti.

REGIONE PIEMONTE

ASSESSORATO AMBIENTE, ENERGIA,
PIANIFICAZIONE E GESTIONE DELLE RISORSE IDRICHE,
LAVORI PUBBLICI E TUTELA DEL SUOLO
PROTEZIONE CIVILE

**Direzione Regionale
Servizi Tecnici di Prevenzione**

Testo redatto con i contributi di:

Vincenzo COCCOLO, Direttore

**Settore studi e ricerche geologiche
Sistema informativo prevenzione rischi**

Ferruccio FORLATI

Gianfranca BELLARDONE, Stefano CAMPUS,
Lidia GIACOMELLI, Ferdinando TAMBERLANI,
Andrea PIANO (*), Claudia PEGORARO (**)

Manlio RAMASCO,
Cinzia PICCIONI, Claudia GIAMPANI (*),
Sede di Biella,

Gianfranco SUSELLA,
Silvia SICARDI, Flavio BAUDUCCO (*),
M. Grazia GALLO (*), Enzo LATAGLIATA (*),
Giuseppina MOLETTA (*), Stefano RINALDI (*),
Sede di Mondovì

(*) *Collaboratore esterno, CSI-Piemonte - Direzione Territorio
Ambiente*

(**) *Collaboratore esterno, Politecnico di Torino - Dipartimento
Ingegneria Strutturale*

Settore meteoidrografico e reti di monitoraggio

Stefano BOVO

Secondo BARBERO, Marco CORDOLA,
Claudio MARCHISIO, Luca MENSIO,
Elena TURRONI, Renata PELOSINI (*)

(*) *Collaboratore esterno, CSI-Piemonte - Direzione Territorio
Ambiente*

con il contributo di:

Michele BUFFO, Luisa VAILATI - *Società Risorse
Idriche*

**Settore progettazione interventi
geologico-tecnici e sismico**

Andrea LAZZARI

Daniele DRAGO, Vittorio GIRAUD,

Nicoletta NEGRO, Raffaele PERRONE,
Silvana RAFFONE, Giovanni RUBERTO,
Carlo TROISI

**Settore di prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Torino, Novara e Verbania)
Indagini geotecniche ed idrogeologiche**

Giuseppe BEN

Marco BELFIORE, Mimma FALLANCA,
Guido GENNARO, Paola MAGOSSO,
Marco PONZA, Paolo TONANZI

Luigi Andrea BEDONI, Rinaldo PESCIO,
Sede di Novara

**Settore prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Asti, Vercelli, Biella)**

Lorenzo MASOERO

Danila BAROZZI, Roberto BORGOGNO,
Italo COLOMBO, Alberto SERVENTI

**Settore prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Cuneo)**

Enrico GANDINO

Matteo BROVERO, Luca SALSOTTO,
Marina ZERBATO

**Settore prevenzione territoriale del rischio
geologico (area di Alessandria)**

Roberto OBERTI

Carlo PICCINI, Franca TRUCCO, Anna ZILIANI

con il contributo di:

Marco PIERI - *Parco Fluviale del Po e dell'Orba*

**DIREZIONE REGIONALE
SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE**

Via Pisano 6 - 10152 TORINO - ITALIA
Tel. +39.011.4321381 - Fax +39.011.4323535
E-mail: Direzione20@regione.piemonte.it

Premessa

Esperienze recenti e del passato evidenziano, in modo sempre più chiaro, come la difesa dai pericoli naturali, la tutela delle risorse naturali e della pubblica incolumità non possano essere viste solo in funzione dell'efficienza operativa attuata mediante interventi di emergenza in corso d'evento, ma debbano basarsi anche, e soprattutto, su una metodica opera di prevenzione.

Di grande aiuto alle attività finalizzate alla protezione civile è la consapevolezza che i processi di instabilità si manifestano sul territorio ciclicamente, in un ripetersi cadenzato da pulsazioni di maggiore o minore intensità, ma con meccanismi spesso simili.

Ovviamente esistono processi più prevedibili perchè soggetti a leggi di comportamento meglio consolidate, come ad esempio i processi fluviali, altri meno prevedibili, come determinati complessi movimenti di versante i cui meccanismi sono ancora poco conosciuti o dipendenti da una vasta serie di fattori concomitanti ed interagenti.

Allo stato attuale delle conoscenze è possibile formulare, con ragionevole approssimazione spaziale e temporale, previsioni sulle condizioni meteorologiche scatenanti gli eventi calamitosi.

Molto più problematica è la previsione degli effetti territoriali provocati da quelle specifiche condizioni meteo-climatiche, in quanto dipendenti dalle complesse interrelazioni tra molteplici fattori, sia naturali che antropici.

Solo una migliore conoscenza dei caratteri geologico-tecnici del territorio e delle dinamiche evolutive dei fenomeni d'instabilità, frutto di esperienze maturate dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, nel corso di venti anni di attività, ha permesso di formulare ipotesi anche in quest'ultimo campo, riducendo quegli aspetti di fatalità ed eccezionalità culturalmente legati al verificarsi degli eventi naturali come quelli che in modo parziale o totale hanno coinvolto il Piemonte di recente.

In questo senso le linee di ricerca della Direzione,

e le stesse attività di gestione, oltre che essere rivolte alla analisi e alla soluzione di problemi contingenti tendono a dare risposta alle esigenze degli Organi tecnici delle varie Amministrazioni, centrale e locali, che sono chiamate a compiti di difesa del suolo e di programmazione e pianificazione territoriali.

In quest'ottica si è dimostrata necessaria e positiva la creazione, messa a punto negli anni '80 e poi ufficialmente attivata nel 1990, della Banca Dati Geologica regionale che vede ormai implementati i dati relativi a oltre 50.000 processi naturali che sono o possono diventare fonte di pericolo per l'uomo e per le sua attività.

Quanto contenuto in questa pubblicazione ha il compito di rappresentare i gravi processi, sia meteorologici che geologici, che hanno interessato il territorio regionale in questi ultimi quattro anni.

Nei capitoli a seguire è analizzato il quadro fisico che ha prefigurato e condizionato l'evolversi di situazioni eccezionali, visto l'ampio coinvolgimento di settori antropizzati e la gravità dei danni.

La vastità del territorio colpito e l'articolata realtà dei fenomeni di dissesto hanno di fatto creato una sorta di "laboratorio" tuttora aperto alla ricerca dei dati ancora mancanti o a necessari approfondimenti su tematiche particolari.

Questa pubblicazione risponde ad un duplice scopo:

- quello di *fornire un quadro conoscitivo* sugli eventi alluvionali del 1994 e del 1996, e dei processi e danni associati,
- in secondo luogo quello di *presentare le varie attività* d'istituto della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, e *le metodologie* messe in opera per lo studio e la comprensione dei vari tematismi attivatisi, offrendo per ciascuna di esse i relativi prodotti tabellari ed esempi cartografici nelle scale più opportune.

f.f. g.s.

Sommario

PREMESSA	pag. 17
--------------------	---------

ATTIVITÀ ISTITUZIONALI DELLA DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE	» 19
---	------

■ L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-6 NOVEMBRE 1994

Le condizioni meteorologiche e idrometriche	» 27
Il quadro a scala provinciale dei processi d'instabilità geologica e degli effetti associati	» 63
Processi sulla rete idrografica primaria	» 127
Processi sulla rete idrografica secondaria	» 215
Processi d'instabilità sui versanti	» 233
Sistemi di controllo ed interventi di mitigazione del rischio su fenomeni franosi	» 317
Interventi a supporto delle scelte urbanistiche	» 339

■ L'EVENTO ALLUVIONALE DELL'8 LUGLIO 1996

Le condizioni meteorologiche	» 347
Quadro dei fenomeni di instabilità geologica	» 351
Considerazioni conclusive	» 369

■ L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7-10 OTTOBRE 1996

Le condizioni meteorologiche e idrometriche	» 373
Processi d'instabilità geologica ed effetti	» 385

■ CARTOGRAFIE FUORI TESTO

Premessa	» 410
Schema dell'ubicazione delle tavole tematiche sul territorio regionale piemontese	» 411
Note alle carte tematiche	» 412

Indice generale

PREMESSA	pag.	17
--------------------	------	----

ATTIVITÀ ISTITUZIONALI DELLA DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE

Vincenzo COCCOLO

La conoscenza dei rischi naturali per una corretta gestione territoriale	»	19
Prevenzione dei rischi	pag.	19
Processi morfodinamici in Piemonte	»	20
Previsione degli eventi	»	20
Gestione e mitigazione del rischio	»	21
Interventi a seguito degli eventi alluvionali del 1994-1996	»	21

L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 2-6 NOVEMBRE 1994

1 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E IDROMETRICHE

Premessa	»	27
1.1 Analisi meteorologica	»	27
<i>Renata PELOSINI, Elena TURRONI</i>		
Introduzione	pag.	27
Situazione sinottica	»	32
1.2 Analisi pluviometrica	»	42
<i>Claudio MARCHISIO</i>		
1.3 Confronto con eventi precedenti	»	48
<i>Claudio MARCHISIO</i>		
1.4 Considerazioni sull'intensità delle precipitazioni	»	51
<i>Secondo BARBERO, Claudio MARCHISIO</i>		
Premessa	pag.	51
Metodologia utilizzata	»	51
Analisi regionale	»	51
1.5 Rilievi idrometrici relativi all'evento di piena	»	53
<i>Michele BUFFO, Luisa VAILATI</i>		
Situazione idrologica nel periodo precedente l'evento	pag.	53
Dinamica dell'evento di piena	»	53
Riferimenti statistici e confronto con eventi precedenti	»	57
1.6 Previsione dell'evento e monitoraggio	»	58
<i>Stefano BOVO</i>		
Riferimenti bibliografici	»	61

2 IL QUADRO A SCALA PROVINCIALE DEI PROCESSI D'INSTABILITÀ GEOLOGICA E DEGLI EFFETTI ASSOCIATI

Introduzione		pag.	63
<i>Matteo BROVERO, Gianfranco SUSELLA</i>			
2.1 Provincia di Cuneo		»	81
<i>Matteo BROVERO, Enrico GANDINO</i>			
Processi legati alla dinamica fluviale		pag.	81
Processi legati alla dinamica di versante		»	84
2.2 Provincia di Asti		»	86
<i>Italo COLOMBO</i>			
Processi legati alla dinamica fluviale		pag.	86
Processi legati alla dinamica di versante		»	86
2.3 Provincia di Alessandria		»	89
<i>Roberto OBERTI, Anna ZILIANI</i>			
Processi legati alla dinamica fluviale		pag.	89
Processi legati alla dinamica di versante		»	93
2.4 Provincia di Torino		»	95
<i>Luigi Andrea BEDONI, Marco BELFIORE, Giuseppe BEN, Domenica FALLANCA, Guido GENNARO, Paola MAGOSSO, Rinaldo PESCIO, Marco PONZA, Paolo TONANZI</i>			
Premessa		pag.	95
Aree maggiormente coinvolte		»	96
2.5 Provincia di Biella e Vercelli		»	109
<i>Cinzia PICCIONI, Manlio RAMASCO</i>			
Premessa		pag.	109
Processi legati alla dinamica di versante		»	110
Processi legati alla rete idrografica		»	118
L'evento alluvionale su Mongrando		»	120
Riferimenti bibliografici		»	125

3 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA PRIMARIA

Premessa		»	127
3.1 Il fiume Tanaro		»	132
Inquadramento morfologico		pag.	132
<i>Ferruccio FORLATI, Maria Grazia GALLO, Gianfranco SUSELLA</i>			
Premessa, p. 132 - Territorio cuneese, p. 132 - Territorio astigiano, p. 133 - Territorio alessandrino, p. 135.			
Cronistoria del processo di piena		pag.	135
<i>Gianfranco BELLARDONE, Italo COLOMBO, Ferruccio FORLATI, Claudia GIAMPANI, Roberto OBERTI, Carlo PICCINI, Manlio RAMASCO, Gianfranco SUSELLA</i>			
Considerazioni sul processo di piena lungo il fiume Tanaro		pag.	171
<i>Ferruccio FORLATI, Giuseppina MOLETTA, Gianfranco SUSELLA</i>			
Propagazione dell'onda di piena: elaborazione dei dati spazio-temporali, p. 171			
Influenza e interferenza degli attraversamenti e dei rilevati annessi, p. 172 - Stato dei ponti sul fiume Tanaro a seguito della piena, p. 174 - Conclusioni, p. 175.			
3.2 Il fiume Po		»	178
Cronistoria del processo di piena		pag.	178
<i>Italo COLOMBO, Luca MENSIO, Carlo PICCINI, Marco PIERI</i>			

3.3 Il fiume Bormida di Millesimo	pag. 190
Cronistoria del processo di piena	pag. 190
<i>Flavio BAUDUCCO, Claudia GIAMPANI, Carlo PICCINI, Manlio RAMASCO, Gianfranco SUSELLA</i>	
3.4 Il torrente Belbo	» 202
Inquadramento geologico e morfologico	pag. 202
Cronistoria del processo di piena	» 202
<i>Gianfranca BELLARDONE, Matteo BROVERO, Carlo PICCINI</i>	
Considerazioni finali	» 211
<i>Gianfranca BELLARDONE</i>	
Riferimenti bibliografici	» 212

4 PROCESSI SULLA RETE IDROGRAFICA SECONDARIA

4.1 Aspetti significativi legati all'attività torrentizia	» 215
<i>Gianfranco SUSELLA</i>	
4.2 Le Valli monregalesi	» 218
Torrente Ellero	pag. 220
Torrenti Corsaglia, Casotto e Mongia	» 221
<i>Gianfranco SUSELLA</i>	
4.3 L'area del Monferrato	» 224
Torrenti Bobore e Triversa	pag. 224
<i>Italo COLOMBO, Andrea PIANO</i>	
Torrente Banna	» 230
<i>Marco BELFIORE, Italo COLOMBO, Andrea PIANO</i>	
Riferimenti bibliografici	» 231

5 PROCESSI D'INSTABILITÀ SUI VERSANTI

Premessa	» 233
<i>Ferruccio FORLATI, Manlio RAMASCO, Gianfranco SUSELLA</i>	
5.1 Processi d'instabilità nell'area delle Langhe	» 233
Cenni geologico-strutturali	pag. 233
Processi d'instabilità dei versanti durante l'evento	» 234
Indagini e studi	» 235
5.1.1 Frane per scivolamento planare	» 238
Identificazione del processo, p. 238 - Studi e risultati, p. 240	
Caratterizzazione tipologica, p. 244 - Dinamica ed evoluzione, p. 245 - Caratteristiche geometriche e giaciture, p. 249 - Ruolo delle discontinuità subverticali, p. 250 - Circolazione idrica, p. 250 - Danni alle opere antropiche, p. 252	
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Cinzia PICCINI, Manlio RAMASCO</i>	
Aspetti fisico-meccanici, p. 254	
Premessa, p. 254 - Classificazione geotecnica delle Marne oligo-mioceniche, p. 254	
Risultati, p. 255	
<i>Ferruccio FORLATI, Ferdinando TAMBERLANI</i>	
5.1.2 Frane per mobilizzazione delle coperture detritiche	» 266
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Gianfranco SUSELLA, Ferdinando TAMBERLANI</i>	
Premessa, p. 266 - Identificazione del processo, p. 266 - Indagini e studi, p. 266	
Aspetti previsionali, p. 274 - Geomorfologia ed elementi geomorfici, p. 274	
Condizionamenti di natura antropica, p. 280 - Uso del suolo, p. 282 - Danni, p. 282	

Interpretazione in chiave fisico-meccanica, p. 283 - Casi particolari territorialmente significativi, p. 284

5.2 Studio propedeutico alla valutazione della pericolosità geologica inerente l'instabilità dei versanti mediante tecniche GIS ed approccio statistico multivariato	pag. 288
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Claudia PEGORARO</i>	
Premessa	pag. 288
Criteri generali	» 288
Fasi operative	» 289
Area di studio e dati disponibili, p. 290 - Identificazione dei parametri, p. 290	
- Strutturazione delle variabili e discretizzazione del dominio, p. 291	
Tecniche di analisi statistica multivariata	» 292
Conclusioni	» 294
Glossario	» 295
5.3 Frane per mobilitazione delle coperture detritiche nell'area dell'Anfiteatro morenico di Ivrea	» 296
<i>Luigi Andrea BEDONI, Marco BELFIORE, Paola MAGOSSO, Paolo TONANZI</i>	
Cenni geomorfologici sull'areale coinvolto e sul processo	pag. 296
Caratteristiche geotecniche dei depositi morenici, prime valutazioni	» 297
Casi particolari territorialmente significativi	» 300
5.4 Analisi delle relazioni tra altezze di pioggia e fenomeni franosi	» 303
<i>Stefano CAMPUS, Ferruccio FORLATI, Luca MENSIO</i>	
Premessa	pag. 303
Identificazione dell'area oggetto di studio	» 304
Frane per mobilitazione e colamento delle coperture detritiche	» 306
Modalità operative ed analisi generale dei dati, p. 306 - Elaborazione dei dati dell'evento 1994, p. 307	
Frane per scivolamento planare	» 312
Elaborazione dei dati dell'evento 1994, p. 312	
Considerazioni conclusive	» 313
Riferimenti bibliografici	» 314

6 SISTEMI DI CONTROLLO ED INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO SU FENOMENI FRANOSI

Andrea LAZZARI, Nicoletta NEGRO, Carlo TROISI

6.1 Attività nella provincia di Cuneo	» 317
Sistemi di controllo, p. 317 - Sistemi di controllo installati, p. 317 - Risultati delle prime misurazioni, p. 323 - Problemi di interpretazione, p. 324 - Gestione dei sistemi di controllo, p. 325	
6.2 Interventi di mitigazione del rischio	» 325
6.3 Sistemi di controllo ed interventi nelle provincie di Asti ed Alessandria	» 326
6.4 Linee guida per gli interventi di sistemazione	» 327
Riferimenti bibliografici	» 327

7 INTERVENTI A SUPPORTO DELLE SCELTE URBANISTICHE

Matteo BROVERO, con il contributo di Giuseppe BEN, Italo COLOMBO, Enrico GANDINO, Paola MAGOSSO, Roberto OBERTI, Anna ZILIANI

7.1 Riferimenti normativi	» 339
7.2 Le modalità di applicazione dei provvedimenti cautelari previsti dall'art. 9 bis della L.R. n. 56 del 5 dicembre 1977	» 340

7.3	L'applicazione dei provvedimenti cautelari previsti dall'art. 9 bis a seguito dei fenomeni alluvionali:	
	– settembre-ottobre 1993	pag. 340
	– novembre 1994	» 340
	– luglio 1996	» 342
7.4	Riflessioni conclusive	» 342

L'EVENTO ALLUVIONALE DELL'8 LUGLIO 1996

1 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE

Secondo BARBERO, Claudio MARCHISIO

1.1	Premessa	pag. 347
1.2	Le precipitazioni dell'8 luglio 1996	» 347
	Analisi meteorologica, p. 347 - Previsione meteorologica, p. 347 - Dati pluviometrici, p. 348	
	Valutazione sulla frequenza delle precipitazioni, p. 348	

2 QUADRO DEI PROCESSI DI INSTABILITÀ

Luigi Andrea BEDONI, Giuseppe BEN, Daniele DRAGO, Andrea LAZZARI, Paola MAGOSSO, Nicoletta NEGRO, Raffaele PERRONE, Rinaldo PESCIO, Marco PONZA, Giovanni RUBERTO, Carlo TROISI

2.1	Dati storici pregressi	» 351
2.2	Analisi dell'evento	» 351
	Comune di Baveno (VCO), p. 354 - Comune di Gravellona Toce (VCO), p. 356 - Comune di Omegna, p. 357 - Comune di Pettenasco (NO), p. 363 - Comune di Verbania (VCO), p. 364 - Comune di S. Bernardino Verbano (VCO), p. 365 - Comune di Cossogno (VCO), p. 365	
2.3	Attività di pronto intervento	» 365
2.4	Attività di ripristino	» 366
	Individuazione e quantificazione delle opere di sistemazione, p. 366 - Proposte di rilocalizzazione, p. 366 - Analisi dei progetti di sistemazione, p. 367 - Proposte di prevenzione e pianificazione urbanistica, p. 368	

3 PROCESSI IN CONOIDE E PRESENZA ANTROPICA: RAPPORTO CONFLITTUALE

Carlo TROISI

3.1	Considerazioni	» 369
	Riferimenti bibliografici	» 370

L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7-10 OTTOBRE 1996

1 LE CONDIZIONI METEOROLOGICHE E IDROMETRICHE

Secondo BARBERO, Marco CORDOLA, Claudio MARCHISIO, Luca MENSIO, Elena TURRONI

1.1	Inquadramento meteorologico	pag. 373
1.2	Distribuzione delle precipitazioni	» 373
1.3	Analisi idrologica	» 377
1.4	Deflussi registrati	» 380

2 PROCESSI D'INSTABILITÀ GEOLOGICA ED EFFETTI

	Premessa	» 385
2.1	Analisi degli effetti dell'evento sul territorio alpino	» 385
	Bacini idrografici alpini compresi tra i torrenti Germanasca e Pesio	pag. 386
	<i>Marina ZERBATO</i>	

Bacini idrografici alpini compresi tra i torrenti Ellero e Tanaro	pag. 401
<i>Flavio BAUDUCCO, Maria Grazia GALLO, Enzo LATAGLIATA, Gianfranco SUSELLA</i>	
2.2 Analisi degli effetti nei territori di pianura per la provincia di Asti	pag. 402
<i>Italo COLOMBO</i>	
2.3 Analisi degli effetti nei territori di pianura per la provincia di Alessandria	» 403
<i>Carlo PICCINI</i>	
Riferimenti bibliografici	» 408

CARTOGRAFIE FUORI TESTO

Gianfranco SUSELLA

● Premessa	pag. 410
● Schema dell'ubicazione delle tavole tematiche sul territorio regionale piemontese	» 411
● Note alle tavole tematiche	» 412
Cartografia relativa all'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994	pag. 412
Cartografia relativa all'evento alluvionale dell'8 luglio 1996	» 414

L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7-10 OTTOBRE 1996



*Comune di Cuneo. Ottobre 1996.
L'attività erosiva legata alla piena del torrente Gesso ha provocato la distruzione
del ponte ferroviario della linea Cuneo-Mondovì.*

Le condizioni meteorologiche e idrometriche

1.1. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

Nel corso del giorno 6 ottobre 1996 una profonda saccatura depressionaria ha interessato l'Europa occidentale provocando afflusso di aria fortemente instabile sulle regioni italiane.

Nella giornata del 7 ottobre l'estremità della saccatura si è isolata originando un vortice depressionario centrato sulle isole Baleari. La posizione del vortice è rimasta pressochè invariata per oltre 48 ore e ciò ha causato il perdurare di condizioni di instabilità sul Mediterraneo occidentale e la formazione di una densa copertura nuvolosa chiaramente visibile sulle immagini del satellite METEOSAT (Fig. 2). A partire dalla serata del giorno 8 il vortice ha iniziato un rapido spostamento verso Est-Sud-Est; la copertura nuvolosa infatti si è progressivamente diradata a partire dalla notte tra il giorno 8 ed il giorno 9 e alle 12:30 del giorno 9 il cielo sull'Italia nord-occidentale si presentava totalmente sgombro da corpi nuvolosi.

Il livello dello zero termico (Fig. 1) nei giorni 6-10 si è in un primo tempo abbassato per l'arrivo delle masse d'aria atlantica legate alla propagine meridionale della saccatura depressionaria, portandosi dai 2700 metri del giorno 6 ottobre ai 2500 metri del giorno 7. Nei giorni successivi però (8 e 9 ottobre) lo zero termico si è rialzato portandosi sui 2900 metri a causa dell'afflusso di masse di aria provenienti dal Mediterraneo meridionale. A causa della quota elevata dello zero termico si sono avute quasi esclusivamente precipitazioni allo stato liquido; precipitazioni nevose sono state registrate soltanto nel cuneese

(in valle Stura di Demonte) al confine con la Provenza francese.

1.2. DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

L'evento è durato circa 60 ore e ha colpito quasi esclusivamente le provincie di Cuneo, Torino e Asti. Sulle restanti provincie si sono avute, nel complesso, soltanto precipitazioni di scarsa entità (inferiori ai 50 mm).

La provincia più colpita è stata quella di Cuneo dove si sono registrati totali di precipitazione sull'intero evento superiori ai 200 mm. Le località dove il totale ha superato questo valore sono ubicate nella zona alpina compresa tra il bacino del torrente Corsaglia, e il bacino del torrente Pellice. Precipitazioni comprese tra i 100 e i 200 mm sono state registrate nella fascia pedemontana che parte dall'alto bacino del Tanaro e termina in Valle Susa. Le precipitazioni sono iniziate nella notte tra il giorno 6 e il giorno 7 inizialmente con intensità deboli. Intorno alle ore 12:00 l'intensità è aumentata nella fascia maggiormente colpita fino a raggiungere i 10 mm/ora circa. Tale intensità si è mantenuta sino alla tarda serata quando i fenomeni si sono lievemente attenuati in quasi tutti i siti. Soltanto nel monregalese l'intensità non ha mostrato sensibili flessioni. Le mappe delle isoiete riportano la distribuzione delle piogge registrate dalle stazioni automatiche.

Le aree maggiormente colpite il 7 ottobre sono state le Valli Germanasca, Pellice, Po, Grana, Pesio e Vermanagna dove i totali di pioggia hanno superato i 100 mm.

Le figure 3 e 4 mostrano la distribuzione nel tempo del totale e dell'intensità di precipitazione registrati da alcune stazioni presenti nei bacini interessati.

Il giorno 8 l'intensità di precipitazione si è nuovamente elevata portandosi ancora sui 10 mm/ora, valore che si è mantenuto pressochè costante per tutta la giornata. I fenomeni si sono in questa giornata spostati più a sud interessando maggiormente la Valle Grana, la Val Vermanagna e le Valli Monregalesi (Corsaglia e Pesio). I totali del giorno 8 hanno localmente superato in tali zone i 200 mm.

Soltanto in tarda serata (intorno alle ore 24:00 locali) i fenomeni si sono attenuati, cessando nella notte tra il giorno 8 ed il giorno 9.

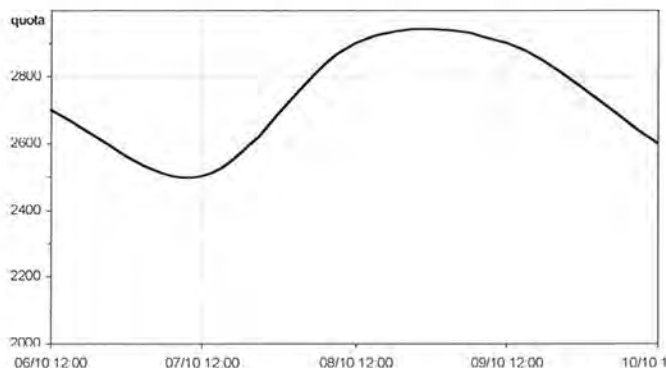
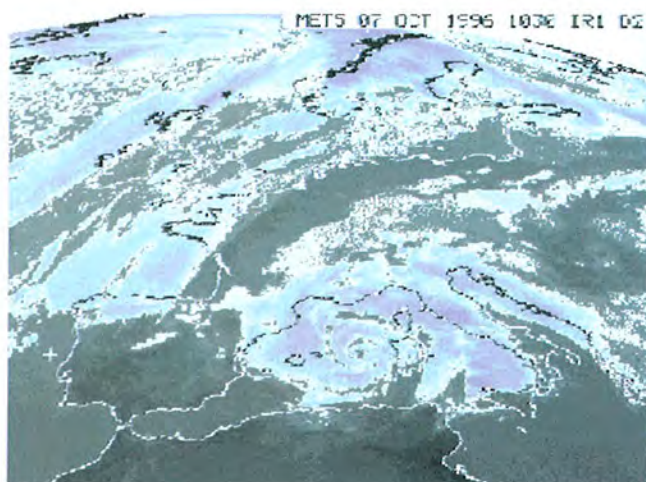
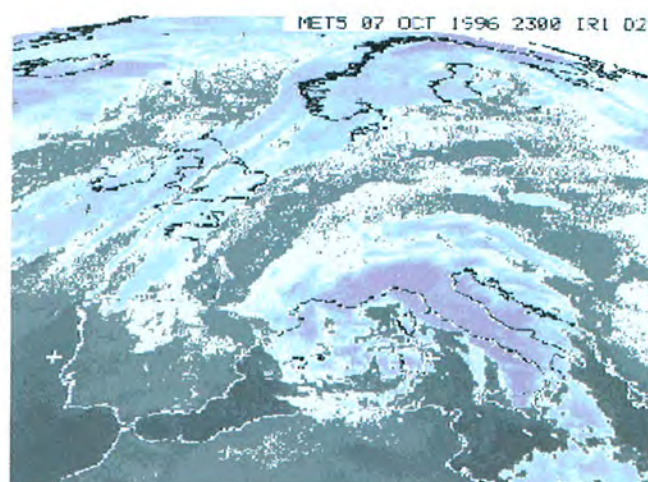


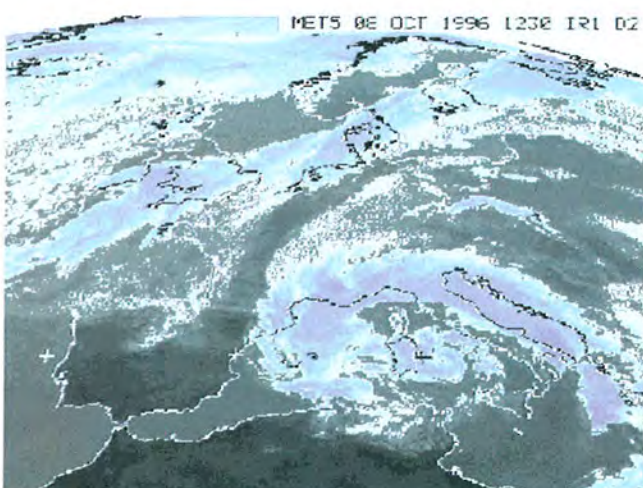
Fig. 1. Andamento dello zero termico nei giorni 6-10 ottobre 1996.



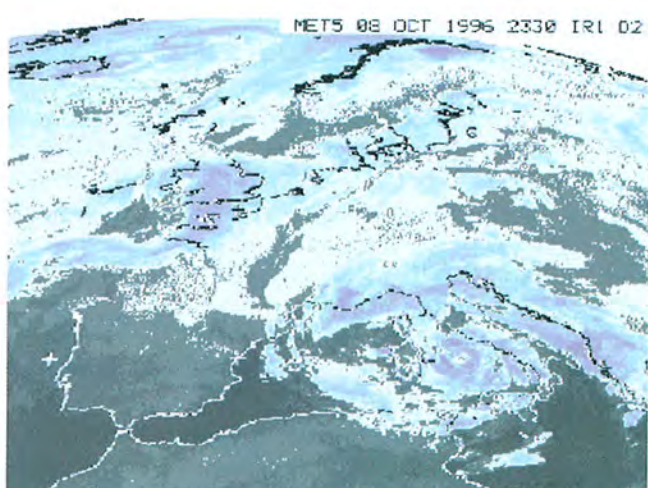
7 ottobre 1996 ore 10:30



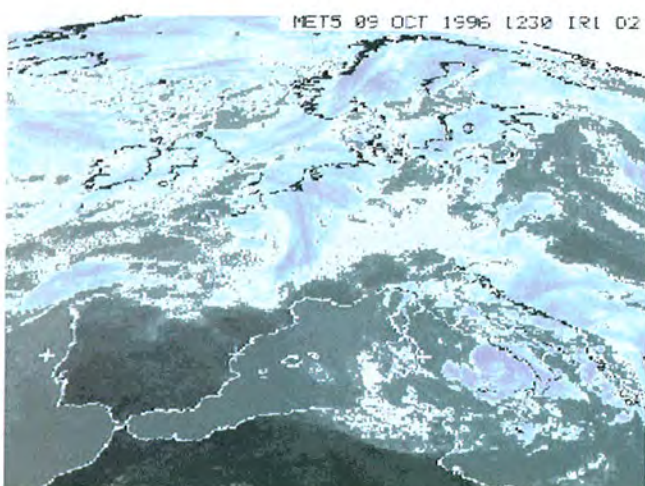
7 ottobre 1996 ore 23:00



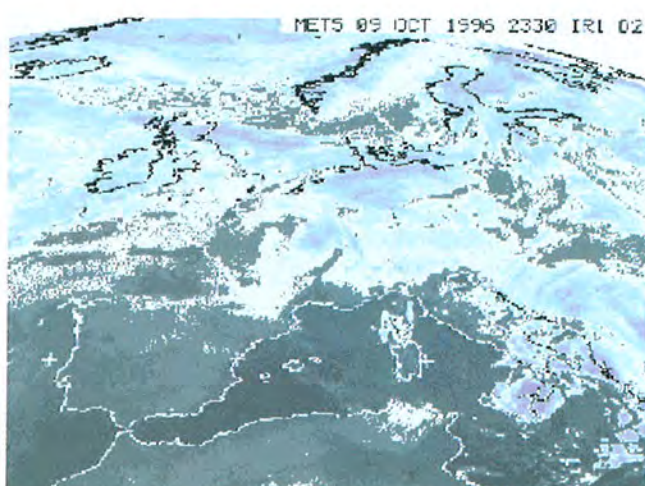
8 ottobre 1996 ore 12:30



8 ottobre 1996 ore 23:30



9 ottobre 1996 ore 12:30



9 ottobre 1996 ore 23:30

Fig. 2. Immagini dal satellite METEOSAT per i giorni 7, 8 e 9 ottobre 1996.

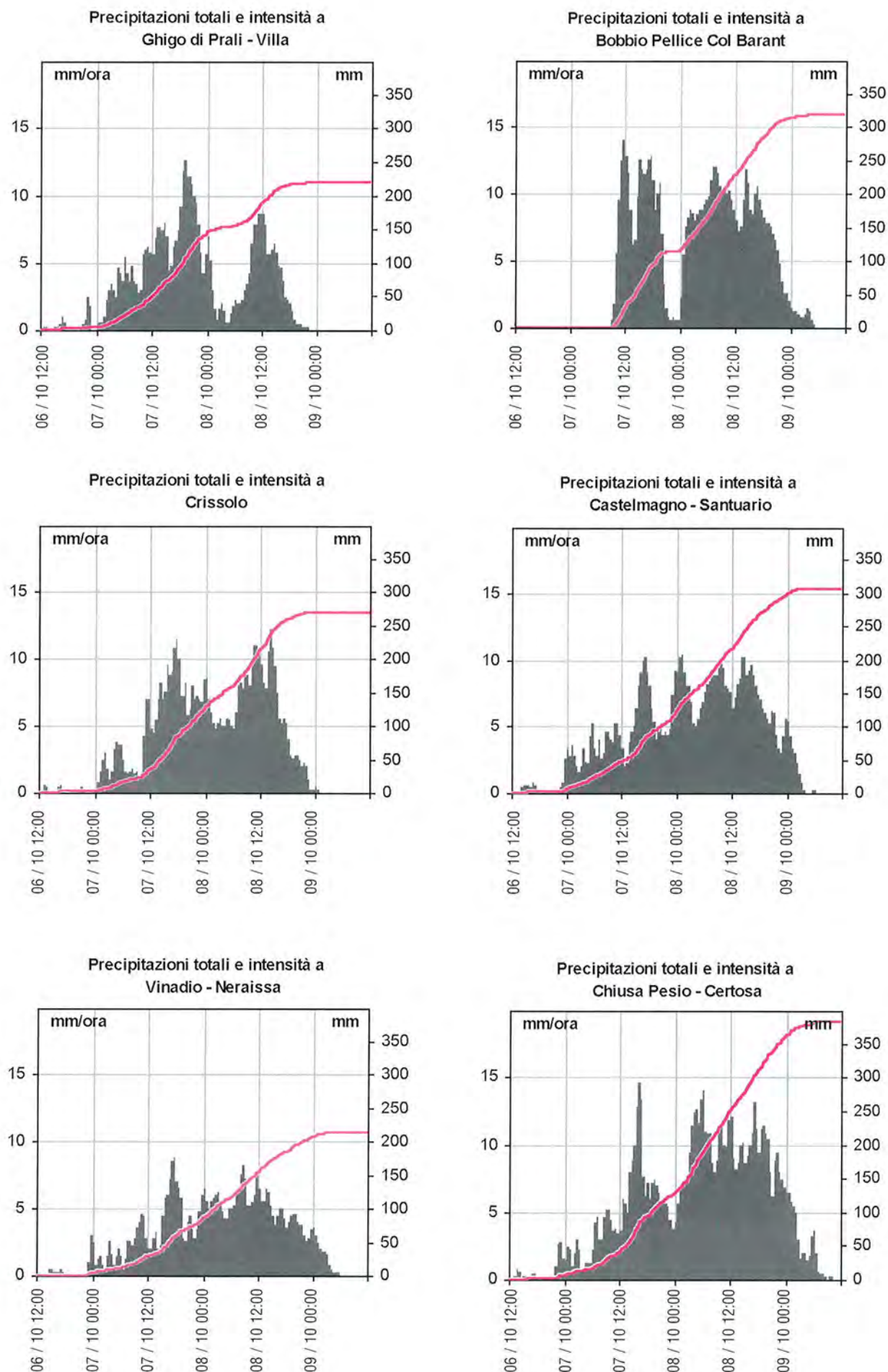


Fig. 3. Precipitazioni totali ed intensità oraria in alcune stazioni di misura.

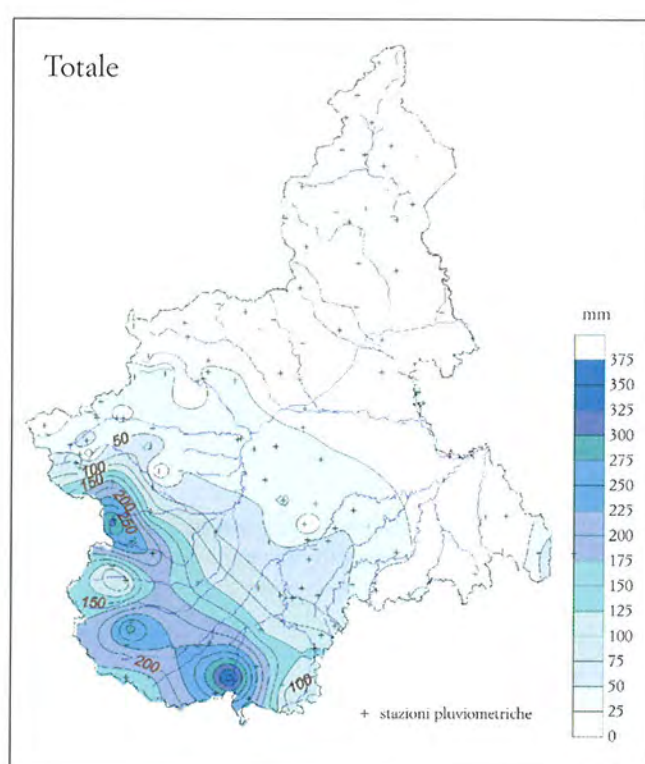
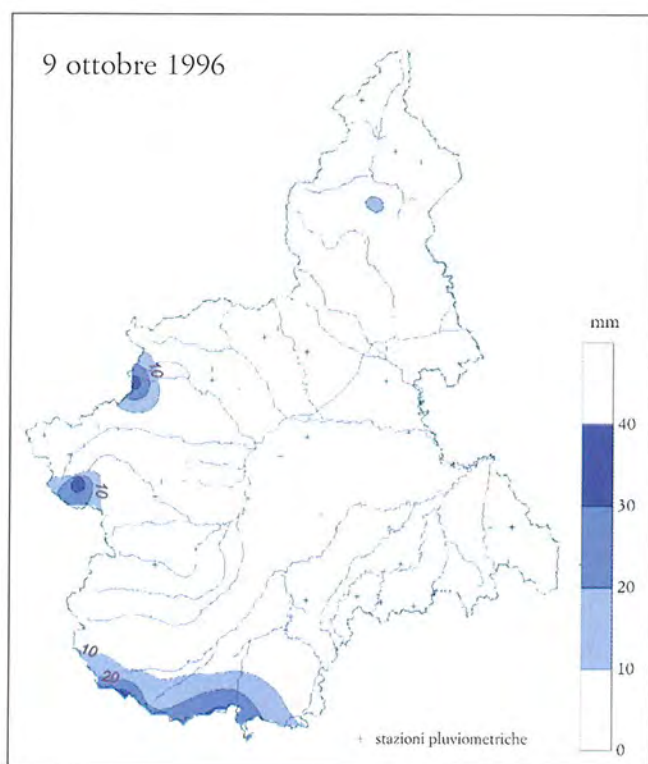
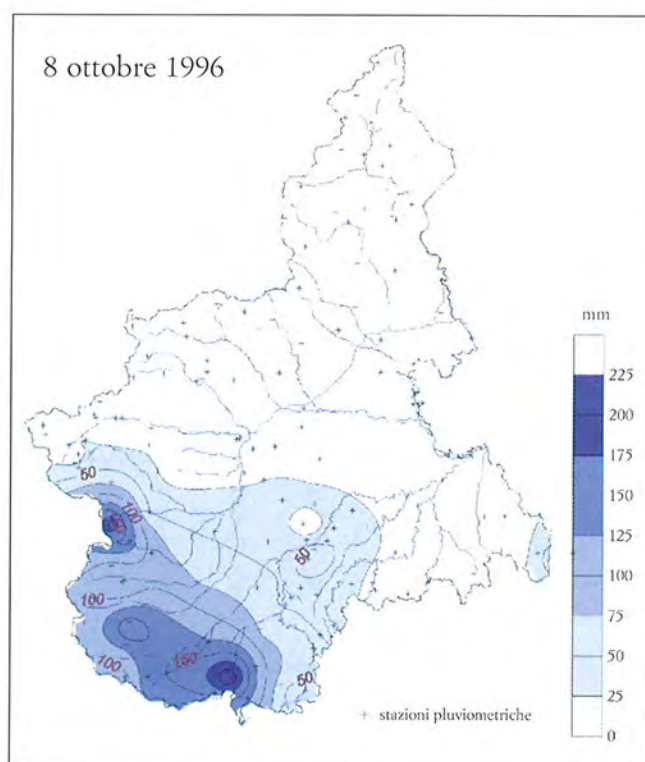
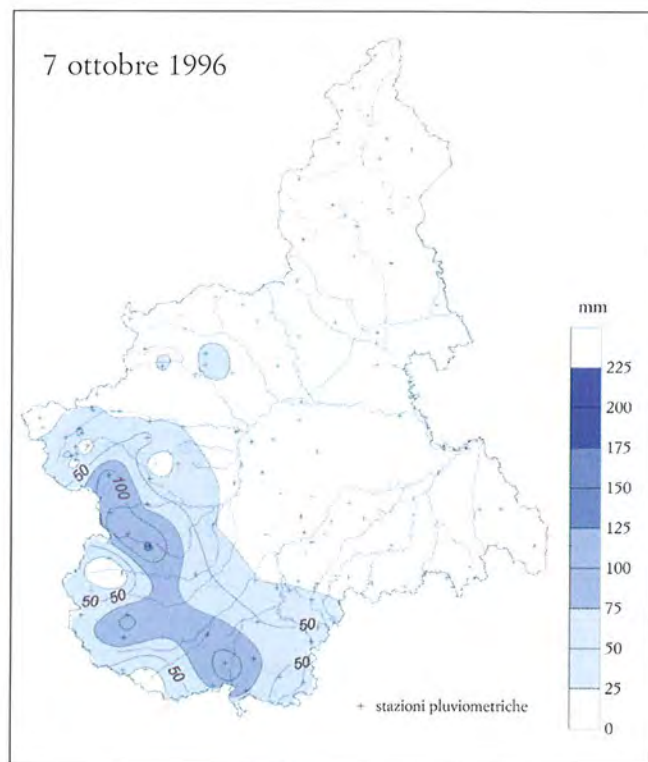


Fig. 4. Distribuzione delle precipitazioni nei giorni 7-9 ottobre 1996 in Piemonte.

Complessivamente nell'arco dell'intero evento sono stati superati i 300 mm in alta Valle Pellice, in Val Grana e in Valle Pesio.

1.3. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica dell'evento assume come riferimento le indicazioni fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po in merito alla suddivisione del Piemonte in aree pluviometriche omogenee. La Regione risulta infatti ripartita in 23 zone e l'area interessata dall'evento del 7-8 ottobre 1996 comprende le zone 17 (Alto Tanaro e tributari di destra della Stura di Demonte), 16 (alti bacini della Stura, Maira e Varaita), 14 (Alto Po e Pellice) e 13 (Chisone e Germanasca). La citata ripartizione in zone è riportata in figura 5.

In base all'analisi idrologica effettuata dall'Autorità di Bacino sono note le caratteristiche in base alle quali calcolare, per ciascuna zona pluviometrica, le altezze di precipitazione di assegnata durata e assegnata probabilità di accadimento. Merita ricordare che, con riferimento ai valori massimi annuali di precipitazione o di portata osservati in un sito e in una popola-

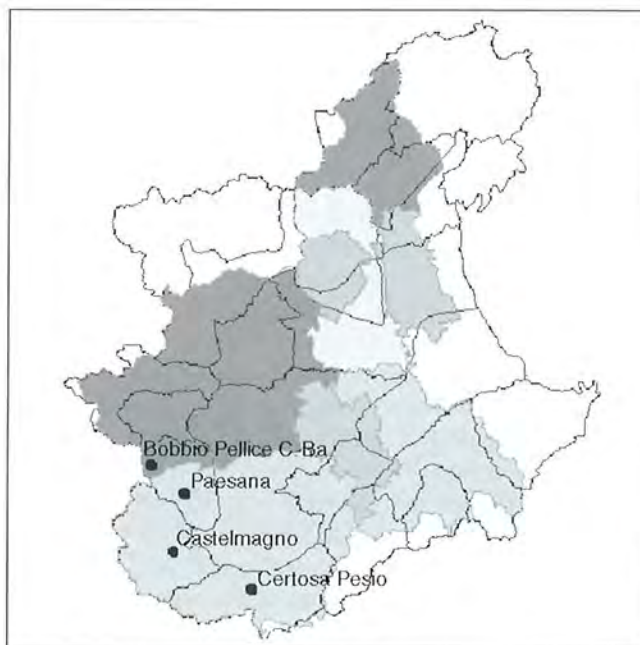


Fig. 5. Suddivisione in zone pluviometriche proposta dall'Autorità di Bacino del Po per il settore alpino occidentale, ubicazione delle quattro stazioni regionali considerate nel testo e province regionali.

Tab. 1. Precipitazioni registrate dalle stazioni meteopluviometriche regionali (valori in mm).

Stazione	Bacino	Precipitazione dei giorni				Totale
		4/6-11-1994	7-10-96	8-10-96	9-10-96	
Salbertrand Le Selle	Dora Riparia	188.8	63.0	28.6	—	91.6
Sestriere Colle	Chisone	n.d.	61.4	23.0	—	84.4
Sestriere Borgata	Chisone	n.d.	55.6	21.2	—	76.8
Prali Villa	Chisone Germanasca	n.d.	122.2	71.8	—	194.0
Porte S. Martino	Chisone	n.d.	43.6	33.0	—	76.6
Bobbio Pellice C. Barant	Pellice	211.6	114.4	196.8	4.4	315.6
Luserna Pralafera	Pellice	259.4	68.0	51.6	—	119.6
Crissolo Serre	Po	n.d.	123.4	140.6	—	264.0
Paesana Bric Barsaia	Po	151.6	132.0	93.6	—	225.6
Sampeyre P. Baracche	Varaita	124.8	n.d.	72.2	1.2	73.4
Pontechianale Castello	Varaita	100.6	6.0	80.2	0.6	86.8
Costigliole Saluzzo	Varaita	94.4	59.0	76.4	—	135.4
Castelmagno Santuario	Grana	n.d.	112.6	187.0	6.6	293.2
Argentera Grange	Stura di Demonte	n.d.	68.4	106.8	7.0	182.2
Vinadio C. Lombarda	Stura di Demonte	n.d.	33.0	76.6	29.0	138.6
Vinadio Neraissa	Stura di Demonte	n.d.	79.2	119.4	6.4	205.0
Valdieri Terme	Gesso	n.d.	n.d.	143.2	13.2	156.4
Limone P.te Pancani	Vermentagna	226.8	68.8	131.6	31.0	231.4
Chiusa Pesio Certosa	Pesio	n.d.	119.8	230.4	20.2	370.4
Boves Capoluogo	Pesio-Colla	144.8	94.0	132.8	3.6	230.4
Frabosa M. Malanotte	Ellero	225.8	82.4	118.6	11.2	212.2
Garessio M. Berlino	Tanaro	265.2	36.0	46.8	7.6	90.4
Perlo Bricco	Tanaro	315.4	56.6	69.2	6.0	131.8
Priero C.na Borgna	Tanaro	329.6	62.4	49.0	2.2	113.6
Mondovì Capoluogo	Tanaro	154.2	53.0	72.6	2.0	127.6

zione infinita di valori ovvero in un campione significativo di osservazioni, vale la relazione

$$F = \frac{1}{T}$$

essendo T l'intervallo medio in anni fra eventi di ugual entità e F la probabilità di trovare, in ciascun anno, un evento di entità superiore a quello in esame.

Tenendo presente tale definizione, si deve sottolineare l'opportunità di esprimere la relativa rarità di un evento non tanto facendo riferimento al tempo medio di ritorno, quanto piuttosto alla probabilità di superamento annuale. Infatti un evento con tempo medio di ritorno 200 anni risulta caratterizzato dalla probabilità annua di essere uguagliato o superato pari a 0.005 (5 per mille), l'evento con 30 anni di tempo di ritorno assume la probabilità annua di 0.033 (3.3 per cento). Tale modo di esprimersi evita l'instaurarsi della convizione, insita nel tempo medio di ritorno, che tra due intervalli gravi intercorra un significativo lasso di tempo (ciò è vero *in media*, ma può non esser tale nella realtà).

L'analisi idrologica è stata effettuata con particolare riferimento ai valori di probabilità di accadimento assunti quale riferimento dal citato P.S. 45. A tali suggerimenti conviene fare riferimento nel giudizio circa la gravità degli eventi idrologici, per il conseguente effetto sul territorio e sulle tipologie dei provvedimenti di difesa da attuare. Vale la pena di segnalare che il citato Piano stralcio P.S. 45 è, allo stato attuale, lo strumento di indirizzo degli interventi di ricostruzione nelle aree colpite da eventi calamitosi e degli interventi di difesa nel caso di nuove opere.

La stessa Autorità di Bacino ha proposto di assumere come evento di riferimento per la delimitazione delle aree di pertinenza fluviale la portata con 200 anni di tempo medio di ritorno, individuando una fascia (Fascia A) entro la quale deve essere assicurato il deflusso di almeno l'80% della portata con tempo di ritorno 200 anni, assunta quale riferimento, ed una ulteriore Fascia B (di esondazione) entro la quale deve defluire l'intera portata di riferimento (AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO, 1996). L'analisi dell'Autorità di Bacino si completa con l'introduzione di una terza fascia delimitante l'area che può essere interessata da eventi catastrofici a cui si attribuisce, quale riferimento, la probabilità del 2 per mille (tempo medio di ritorno: 500 anni).

Il Servizio Meteorografico della Regione Piemonte

ha inoltre adottato il criterio di assumere il superamento del valore di precipitazione con probabilità 0.10 (10 %) per le varie durate quale riferimento per lo stato di allerta.

Il valori registrati in occasione dell'evento dell'ottobre 1996 sono stati esaminati tenendo presente quanto esposto sopra e, pertanto, si espongono i risultati con specifico riferimento a:

1. superamento della soglia avente probabilità 0.100 (tempo medio di ritorno: 10 anni) avente il significato di avvio dello stato di allerta.

2. raggiungimento di altezza aventi probabilità 0.050 (tempo medio di ritorno: 20 anni): avente il significato di evento in grado di generare portate al limite ammesso per il dimensionamento delle difese in territori agricoli o in presenza di infrastrutture non primarie

3. raggiungimento di altezza avente probabilità 0.005 (tempo medio di ritorno: 200 anni): avente il significato di evento in grado di generare portate superiori alla capacità di convogliamento della fascia di esondazione (Fascia B) e quindi in grado di interessare zone vulnerabili dal punto di vista della piena catastrofica.

L'evento dell'ottobre 1996, in sintesi, risulta caratterizzato da intensità orarie di precipitazione modeste, ma da apprezzabile durata. Con riferimento alle stazioni più significative fra quelle riportate sopra, si deve infatti osservare che i valori di precipitazione per le durate di 24, 36 e 48 ore sono ragguardevoli, mentre le intensità sulla base di 30 o 60 minuti sono trascurabili (meno di 10 mm/ora).

Gli intervalli presi in considerazione sono pertanto pari a 12, 24, 36 e 48 ore consecutive di precipitazione. Vale la pena segnalare che tutte le stazioni prese in esame non presentano interruzioni di precipitazione. I risultati dell'elaborazione sono riportati nella tabella 2.

Risulta opportuno richiamare l'attenzione sui seguenti aspetti:

1. La regionalizzazione delle caratteristiche pluviometriche proposta dall'Autorità di Bacino è fondata sui valori di precipitazione osservati, nei decenni scorsi, presso le stazioni dell'Ufficio idrografico del Po e pertanto risente della distribuzione spaziale dei siti di misura. È pertanto possibile l'esistenza di aree

Tab. 2. Valori massimi di precipitazione di durata 12, 24, 36 e 48 ore nelle stazioni esaminate e valori stimati di tempo di ritorno.

Stazione	12 ore		24 ore		36 ore		48 ore	
	mm	Tr	mm	Tr	mm	Tr	mm	Tr
Ghigo di Praly - Villa	96.6	8	143.8	13	198.8	30	216.4	25
Paesana - Bric Barsaia	101.8	6	165.6	15	211.4	22	229.2	18
Castelmagno - Santuario	103.0	200	185.0	>500	253.2	>500	294.2	>500
Limone Piemonte - Pancani	70.0	3	134.0	7	184.2	12	227.2	18
Chiusa Pesio - Certosa	128.0	27	234.0	123	321.0	350	365.2	370

non adeguatamente descritte, soprattutto nel caso in cui un sito si trovi esposto a situazioni particolari, che lo differenziano dal resto della regione circostante. Il grado di sviluppo della rete regionale e la classe degli strumenti installati permetteranno, in tempi ragionevoli, di mettere in evidenza tali situazioni provvedendo a migliorarne la caratterizzazione. A tale condizione potrebbe appartenere il sito di Castelmagno, dando ragione di una eventuale sovrastima dei tempi di ritorno elevatissimi che sono stati attribuiti, in base all'analisi normale, alle precipitazioni ivi misurate. L'attribuzione di questo sito a un'area adiacente induce una forte riduzione della stima come si dimostra nella figura 6 nella quale le massime precipitazioni registrate vengono confrontate con le curve di possibilità pluviometrica delle zone 14 (Col Barant e Paesana) e 17 (Castelmagno e Certosa Pesio).

2. La valutazione delle caratteristiche pluviometriche di un sito, in funzione della topografia circostante, dell'altitudine, dell'esposizione, della distanza da elementi fisici importanti (mare, creste montuose, etc.), risulta operazione non facile ed esposta a risultati contrastanti. La Regione Piemonte ha in corso di attuazione un programma di approfondimento delle caratteristiche pluviometriche basato sulla legge di distribuzione a quattro parametri TCEV. Si può ritenere prossimo l'ulteriore affinamento delle informazioni disponibili sulla pluviometria, indispensabile soprattutto al fine di correttamente collocare la dipendenza degli effetti sul territorio dall'entità dei processi idrologici.

3. la durata dell'evento è all'origine dell'ingente deflusso verificatosi nei corsi d'acqua intravallivi. Il prolungato stato idrometrico elevato, con le conse-

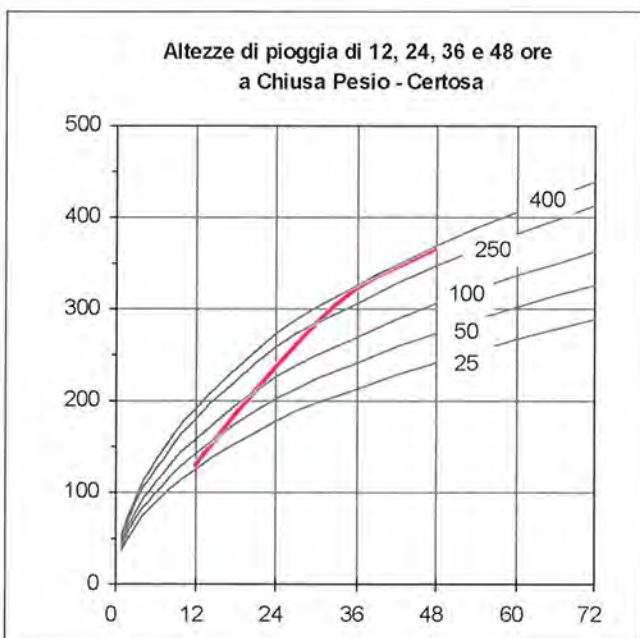
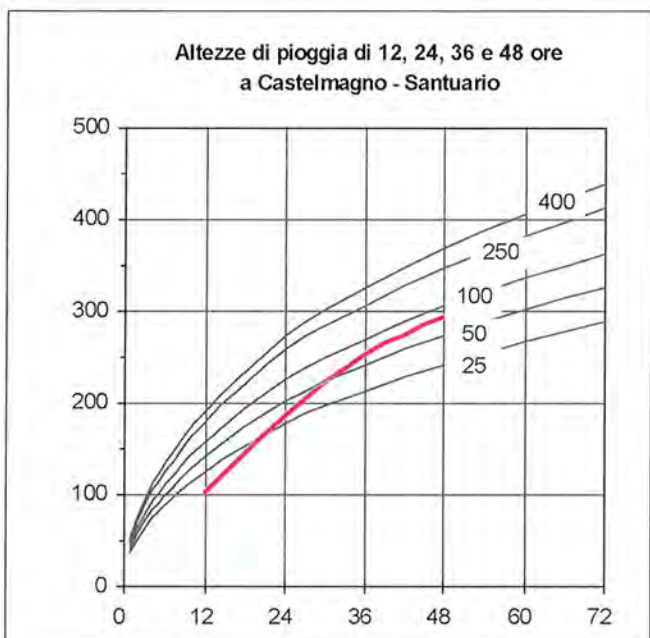
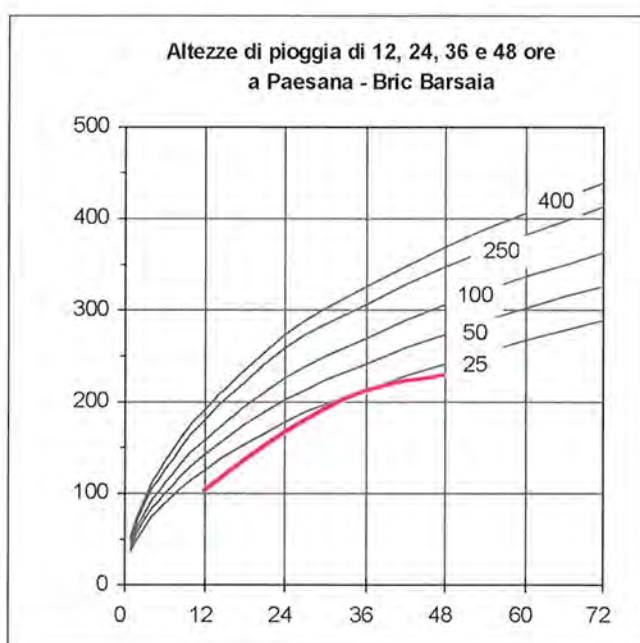
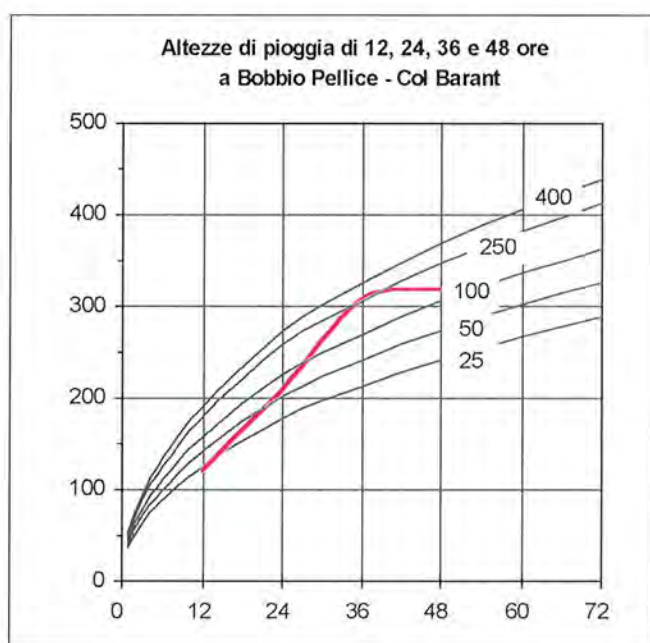


Fig. 6. Altezze di pioggia misurate a confronto con valori calcolati per tempi di ritorno di 25, 50, 100, 250 e 400 anni.

Tab. 3. Ora di inizio del superamento del valore con tempo di ritorno (Tr) 10 anni.

Stazione	Ora di inizio del superamento del valore con Tr 10 anni		Stazione	Ora di inizio del superamento del valore con Tr 10 anni	
	24 ore	36 ore		24 ore	36 ore
Praly	23.30 (7)	9.00 (8)	Pontechianale	13.30 (8)	13.00 (8)
Colle Barant	4.30 (8)	7.30 (8)	Castelmagno	19.00 (7)	0.00 (8)
Crissolo	8.00 (8)	9.00 (8)	Limone Piemonte	—	19.30 (8)
Paesana	3.30 (8)	9.30 (8)	Certosa di Pesio	4.30 (8)	5.00 (8)

guenti azioni sul materiale sciolto presente in alveo, potrebbe spiegare il collasso dei ponti. La gravità dell'evento risulta dal fatto che il valore di precipitazione con tempo di ritorno 10 anni è stato superato per le durate superiori alle 24 ore in tutte le stazioni, anche in alta quota. La tabella 3 riunisce gli orari dell'inizio del superamento mostrando, in pratica, come nella mattinata del giorno 8, tutte le stazioni (eccetto Pontechianale) avessero segnalato la presenza di un evento caratterizzato da persistenti precipitazioni. L'attendibilità del preannuncio, in siffatte condizioni, può ancora migliorare considerevolmente tenendo conto del volume affluito (per esempio, costruendo i topoietai relativi a ciascuna stazione).

1.4. DEFLUSSI REGISTRATI

L'evento è stato caratterizzato da significative altezze idrometriche nei corsi d'acqua del settore sud-occidentale del Piemonte e, in particolare, da prolungata permanenza intorno ai valori massimi.

La rete regionale di stazioni idrometriche, congiuntamente con i dati pervenuti dalle stazioni del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, ha reso possibile valutazioni preliminari.

In particolare nel bacino dell'alto Po (Fig. 7, Tab. 4):

1. il Torrente Chisone a S. Martino raggiunge il primo colmo intorno all'una del giorno 8 ed il secon-

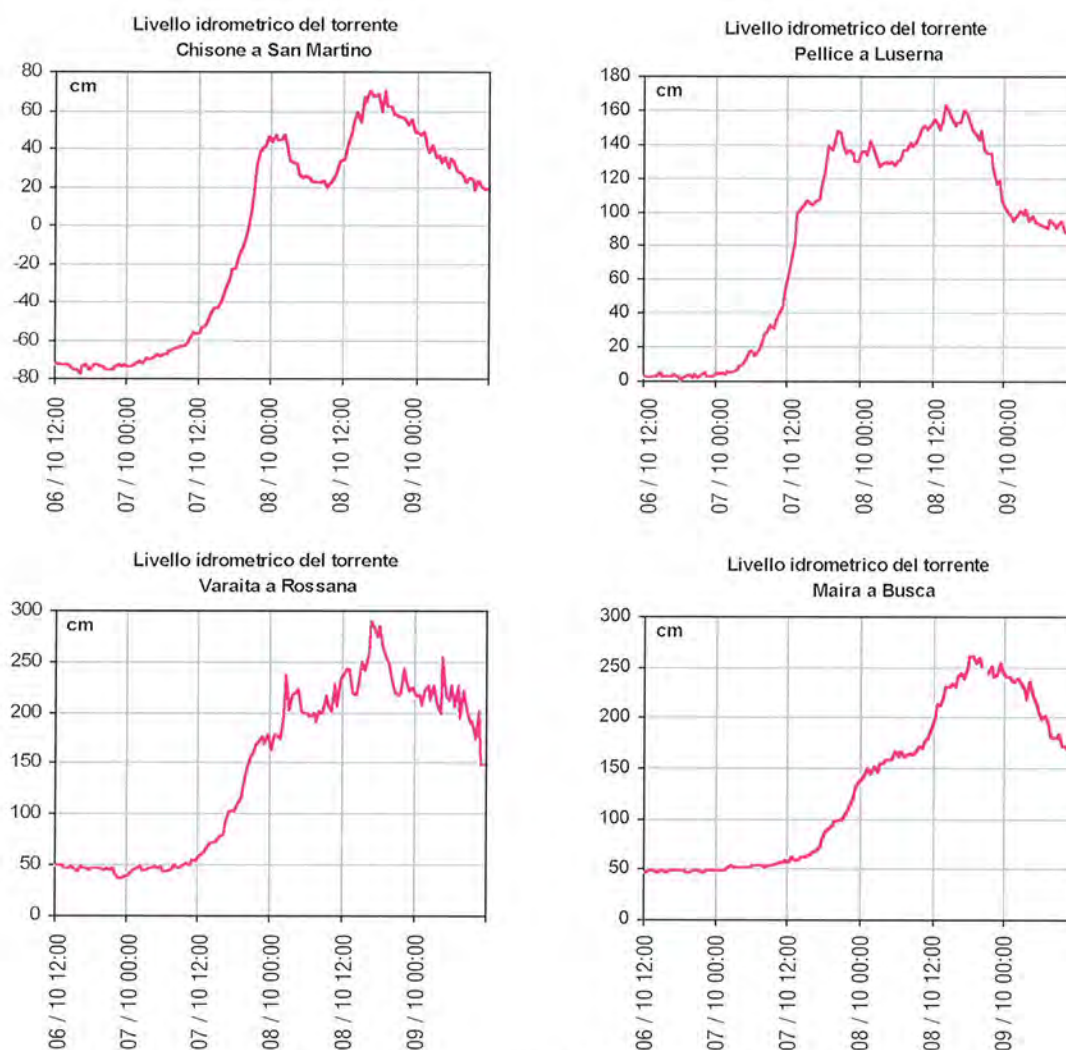


Fig. 7. Livelli idrometrici degli affluenti del Po.

do colmo nel primo pomeriggio ; dopodichè entra in una prolungata fase di stanca. I valori idrometrici sono modesti ed il contributo prevalente deriva presumibilmente dal Germanasca dove il pluviografo di Praly indica che le precipitazioni di durata 36 ore hanno superato la soglia con 20 anni di tempo di ritorno alle ore 12.00 del giorno 8. L'idrogramma del Chisone sembra pertanto disporsi di conseguenza;

2. il Pellice a Luserna mostra il primo colmo già alla sera del giorno 7. Il livello scende per alcune ore poi perviene al massimo nel corso di un lungo periodo tra le 11 e le 21 del giorno seguente. La precipitazione al Colle Barant supera i valori con tempo di ritorno 10 e 20 anni per le durate di 24, 36 e 48 ore a cavallo del mezzogiorno del giorno 8 e pertanto danno ragione della prolungata fase di stanca che caratterizza il livello idrometrico.

3. il Varaita a Rossana raggiunge il primo colmo al mattino del giorno 8 e la massima altezza idrometrica si registra intorno alle 18:30 dello stesso giorno. Durante tale arco di tempo i totali delle precipitazioni di 24 e 36 ore superano la soglia con tempo di ritorno 10 anni alla stazione di Pontechianale. Tra le 10 e le 12.30 l'intensità di precipitazione si mantiene costantemente al di sopra dei 5 mm/ora;

4. il Po a Cardè passa da un livello di circa 1 metro a circa 4,87 metri alle ore 12 del giorno 8 e a 5.01 alle ore 23 dello stesso giorno (il livello registrato nel novembre 1994 è stato di 4.10 metri, mentre nell'aprile 1995 si sono raggiunti i 5.17 metri) poi nelle prime ore del pomeriggio si registra una temporanea diminuzione a seguito della diminuzione degli afflussi;

5. il Po a Carignano raggiunge il livello di 4.39 m alle ore 7:30 del giorno 9 con un colmo sfasato di 10 ore rispetto a quello di Cardè.

L'onda di piena del Po non ha creato particolari problemi di deflusso perchè i contributi degli affluenti a valle della confluenza con il torrente Maira sono stati poco significativi.

Nel bacino del Tanaro l'onda di piena ha suscitato maggiori preoccupazioni legate a possibili esondazioni nel tratto a valle della confluenza con il torrente Stura di Demonte, già duramente colpito nell'alluvione del 1994; in particolare (Fig. 9, 10 - Tab. 5):

1. il Tanaro a Farigliano mostra una prima intumescenza poco prima della mezzanotte tra il giorno 8 ed il 9;

2. la piena si manifesta ad Alba verso l'1:30 del mattino ovvero 5 ore dopo, incrementata dal contri-

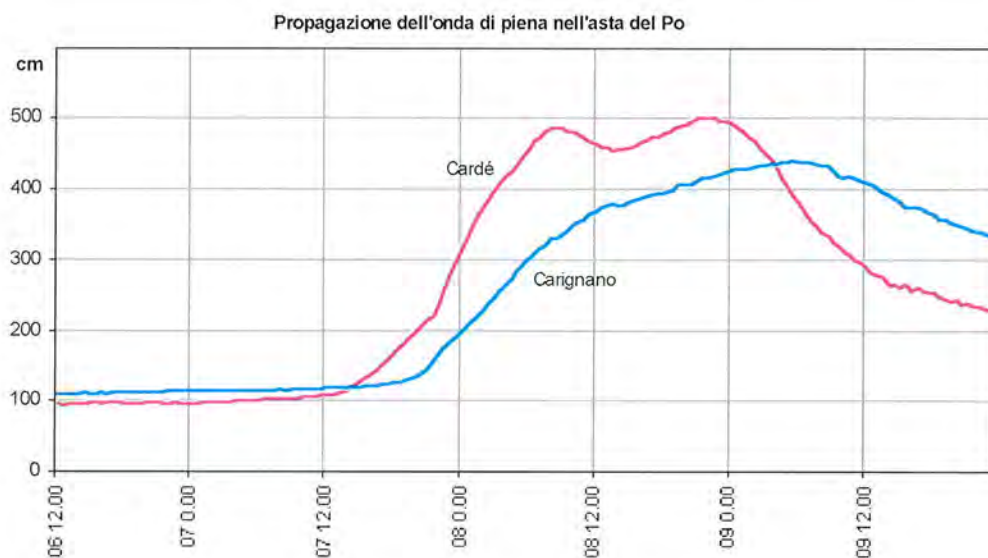


Fig. 8. Livelli idrometrici del Po a Cardè e Carignano.

Tab. 4. Massimi livelli registrati dagli idrometri presenti sull'alto bacino del Po e sui suoi affluenti.

Stazione	Livello di attenzione	Livello massimo raggiunto	Data e ora del raggiungimento del valore massimo	
Maira a Busca	1.20	2.60	8/10/96	20:00
Varaita a Rossana	1.30	2.89	8/10/96	18:30
Pellice a Luserna	1.20	1.62	8/10/96	16:00
Chisone a San Martino	0.70	0.69	8/10/96	18:00
Po a Cardè	2.00	5.01	8/10/96	23:30
Po a Carignano	2.40	4.39	9/10/96	7:30

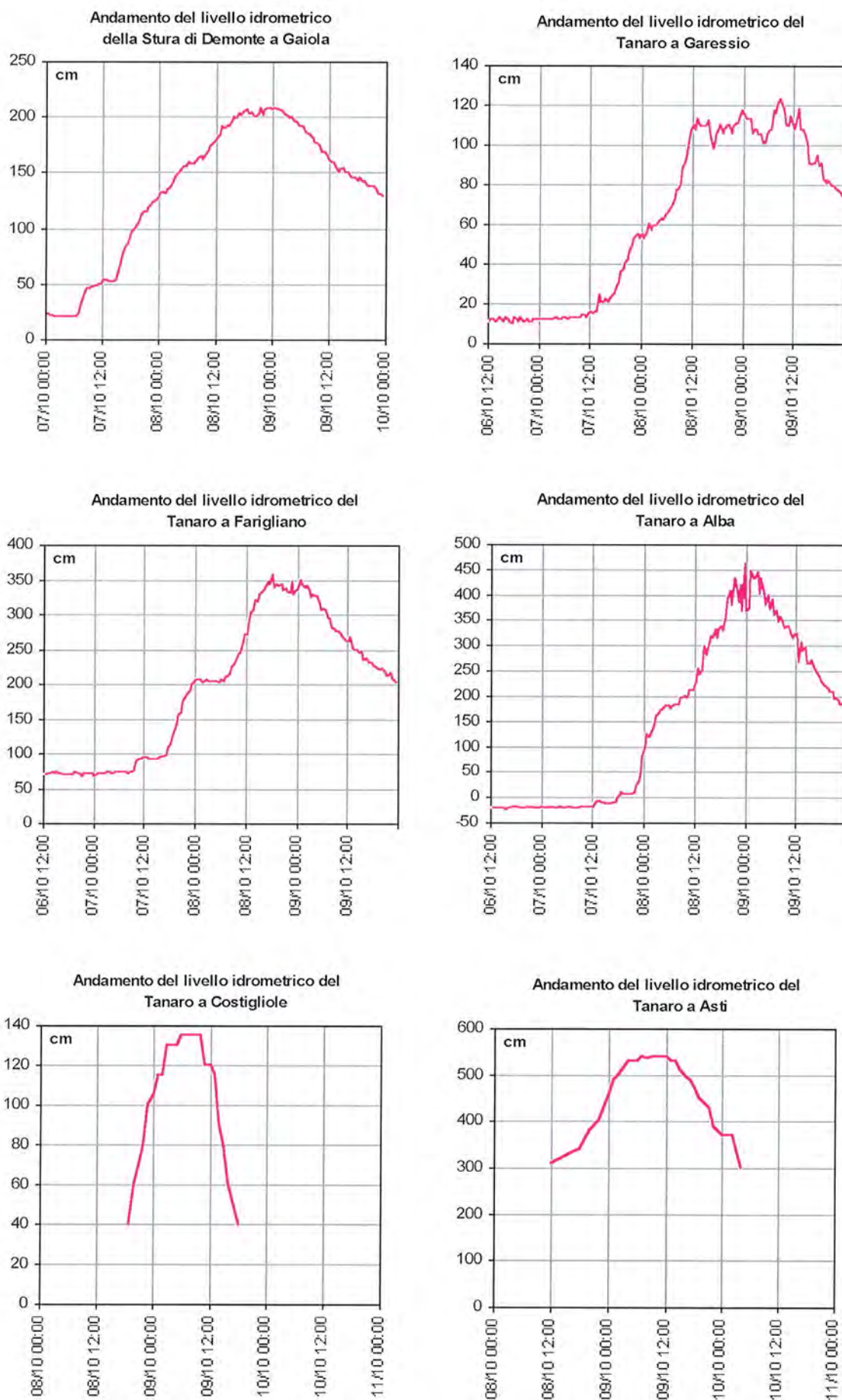


Fig. 9. Livelli idrometrici del Tanaro e dei suoi affluenti.

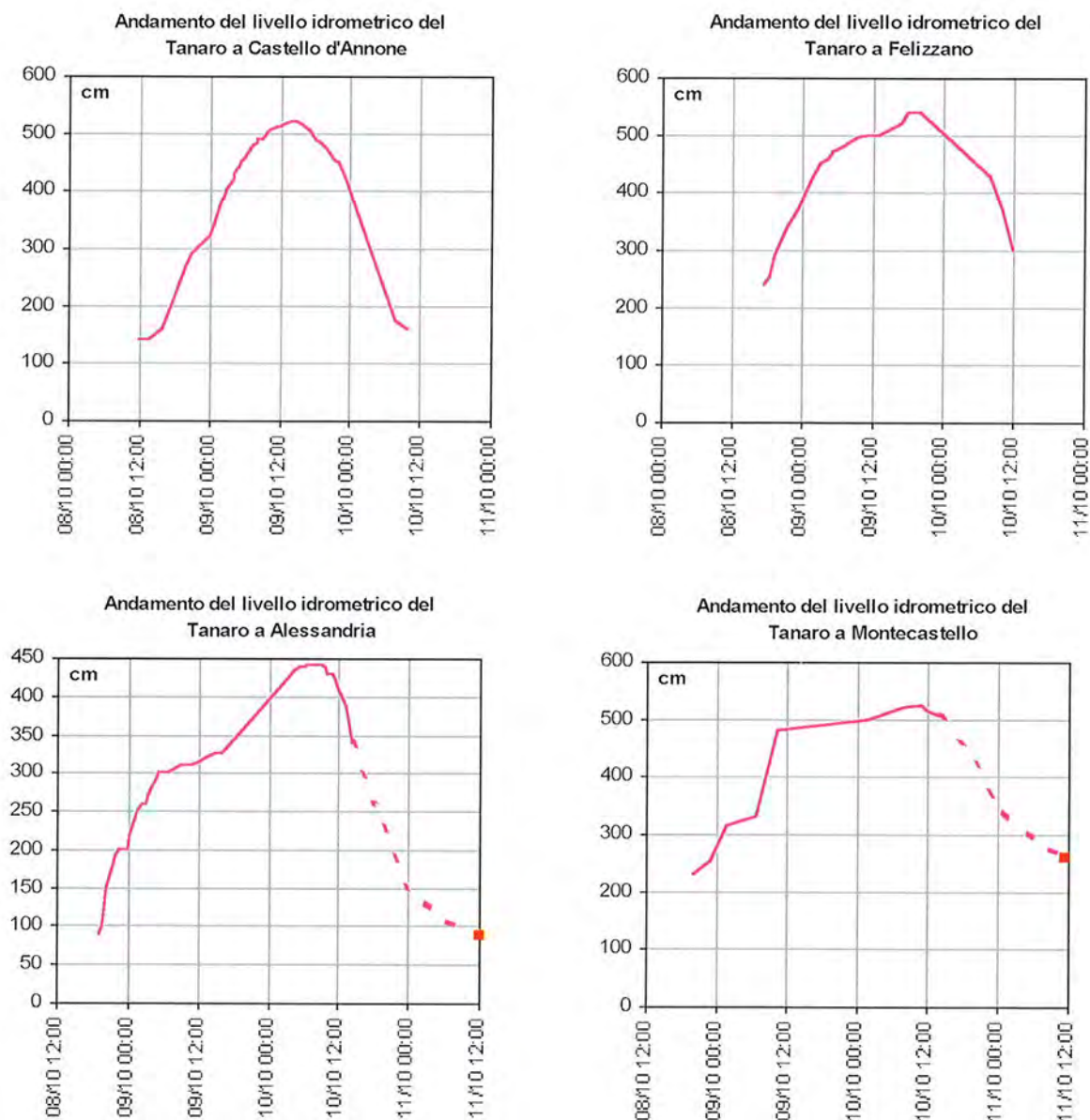


Fig. 10. Livelli idrometrici del Tanaro e dei suoi affluenti (nelle sezioni di Alessandria e Montecastello il tratteggio indica la probabile coda di esaurimento sino all'ultimo valore misurato indicato dal quadratino).

Tab. 5 - Massimi livelli registrati dagli idrometri presenti sul Tanaro e sui suoi affluenti e dalle rilevazioni manuali effettuate durante il periodo di vigilanza.

Stazione	Tipo di misura	Livello minimo dell'8-10-96	Livello massimo raggiunto	Incremento	Data e ora raggiungimento del valore massimo	
Garessio	automatica	0.55	1.23	0.68	8/10/96	10:30
Piantorre	automatica	5.71	6.37	0.66	8/10/96	18:30
Stura di D. a Gaiola	automatica	0.20	2.08	1.88	9/10/96	1:30
Farigliano	automatica	2.00	3.58	1.58	8/10/96	20:00
Alba	automatica	0.79	4.62	3.83	9/10/96	1:30
Costigliole d'Asti	manuale	0.00	1.35	1.35	9/10/96	6:00-10:00
Asti	manuale	3.10	5.40	2.30	9/10/96	9:00-12:00
Castello d'Annone	manuale	1.40	5.18	3.78	9/10/96	13:00-15:00
Alessandria	manuale	0.90	4.40	3.50	10/10/96	6:30-9:00
Montecastello	manuale	2.30	5.25	2.95	10/10/96	11:00

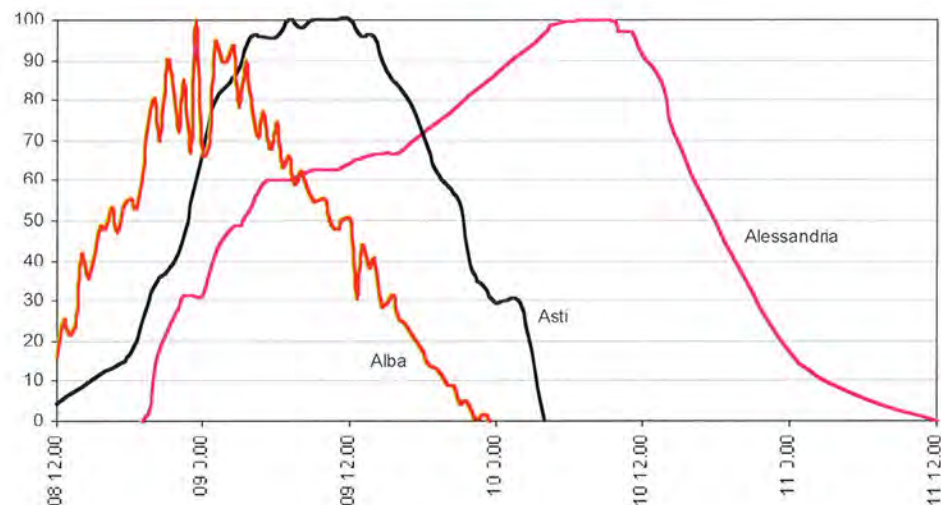


Fig. 11. *Propagazione dell'onda di piena nell'asta del Tanaro (i dati delle stazioni sono normalizzati per facilitare il confronto).*

buto della Stura di Demonte, che presenta, a Gaiola, un colmo di modesta entità e prolungato per circa 12 ore a cavallo della mezzanotte del giorno 8. Il livello idrometrico massimo è pari a 4,62 metri (nel novembre 1994 si raggiunsero i 6,74 metri);

3. il livello continua a crescere raggiungendo il colmo ad Asti tra le ore 9 e le 12 sempre del giorno 9;

4. la piena del Tanaro si sposta verso Alessandria ove giunge al colmo intorno alle 6.30 del giorno 10.

Processi d'instabilità geologica ed effetti

PREMESSA

Nei giorni 7-8-9 ottobre 1996 il Piemonte è stato interessato da un evento alluvionale che ha colpito principalmente la provincia di Cuneo (Valli del Monregalese e bacini dei torrenti Vermenagna, Gesso, Stura di Demonte), il settore alpino meridionale della provincia di Torino e, per gli aspetti di deflusso, l'intero bacino del Fiume Tanaro: durante i giorni 9 e 10 ottobre l'onda di piena ha interessato infatti territori delle provincie di Asti e Alessandria.

L'intera evoluzione del fenomeno è stata seguita in tempo reale presso la Sala Situazione Rischi Naturali del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico (attuale Direzione Regionale Servizi Tecnici di Previsione), con l'acquisizione e l'elaborazione, con il supporto informatico del CSI-Piemonte, dei dati provenienti dalle Stazioni di Rilevamento della Rete Meteopluviometrica, collegate in teletrasmissione e integrate con la Rete del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale ai sensi del Protocollo d'intesa del 24-4-96.

Sulla base delle previsioni acquisite e della situazione rilevata, sono stati emessi periodici bollettini di aggiornamento sull'evoluzione meteorologica e pluviometrica del fenomeno.

Il Settore, attraverso le strutture decentrate sul territorio della provincia di Cuneo, coadiuvate dal personale della struttura centrale, ha operato fin dalla sera di lunedì 7 ottobre, al primo manifestarsi degli effetti dell'evento calamitoso.

I funzionari regionali sono stati costantemente impegnati sul territorio colpito per valutare l'evoluzione dell'evento e dei processi di dissesto associati, intervenendo a seguito delle varie segnalazioni di situazioni di rischio in atto o imminente per la sicurezza della pubblica incolumità.

È stato fornito inoltre un supporto tecnico continuo, mediante sopralluoghi, alle scelte operate dai Comitati Operativi Misti, attivati in Provincia di Cuneo (C.O.M. n. 3 di Borgo S. Dalmazzo e C.O.M. n. 9 di Mondovì) di concerto con la Protezione Civile e la Prefettura di Cuneo, aventi il compito di coordinare i soccorsi ed i primi interventi a sostegno dei Comuni colpiti.

Le analisi dei fenomeni di dissesto localizzati sui versanti e sui fondovalle sono state finalizzate essenzialmente alla valutazione delle condizioni di rischio esistente sul territorio e sugli abitati in particolare.

Le risultanze di tali valutazioni hanno costituito il supporto tecnico per l'esecuzione di provvedimenti di sgombero di alcune abitazioni localizzate su aree a rischio.

Sono stati consigliati, a seconda delle situazioni, i primi interventi atti a ridurre le condizioni di rischio.

I comuni colpiti dall'evento pluviometrico nel periodo 7-10 ottobre 1996 sono risultati essere 165 (149 in Provincia di Cuneo, 11 in Provincia di Asti e 5 in Provincia di Alessandria).

2.1. ANALISI DEGLI EFFETTI DELL'EVENTO SUL TERRITORIO ALPINO

L'evento alluvionale ha colpito particolarmente le valli delle Alpi Liguri-Marittime e il settore del Monregalese, con effetti minori nelle valli delle Alpi Cozie meridionali.

Gli effetti dell'attività fluviale e torrentizia, anche se localmente pesanti, sono stati per buona parte del territorio ben tollerati, con danneggiamento di manufatti relativi essenzialmente alla rete stradale o ferroviaria e ad attraversamenti di corsi d'acqua.

Il coinvolgimento di insediamenti abitativi o produttivi è risultato generalmente ridotto. La criticità di alcune aste fluviali o torrentizie (Vermentagna-Gesso, Ellero), risultata particolarmente evidente durante l'evento, permane quale fattore discriminante sull'utilizzazione del territorio.

Il gruppo di bacini idrografici appartenenti alle Valli Monregalesi, identificatisi nel 1994 come limite occidentale del territorio provinciale cuneese colpito dall'evento alluvionale, sono stati individuati come limite orientale del gravoso evento idrometeorologico del novembre 1996 (Fig. 1).

A questo proposito, per questa area di "sovrapposizione", un dato appare evidente: la pesante alluvione del 1994 ha completamente ridisegnato i contorni di una situazione territoriale apparentemente congelata da tutta una serie di stagioni idrometeorologiche con valori contenuti, e su questo l'evento alluvionale del 1996 ha riconfermato, localmente accentuandoli, determinati effetti quali erosioni fluvio-torrentizie, esondazioni, riattivazioni di canali e, sui versanti, movimenti franosi.

Il dissesto del territorio nel suo insieme, considerando anche i settori di versante, non appare nel complesso grave, tenendo conto della tipologia dei terreni coinvolti e delle situazioni idrogeologiche presenti.

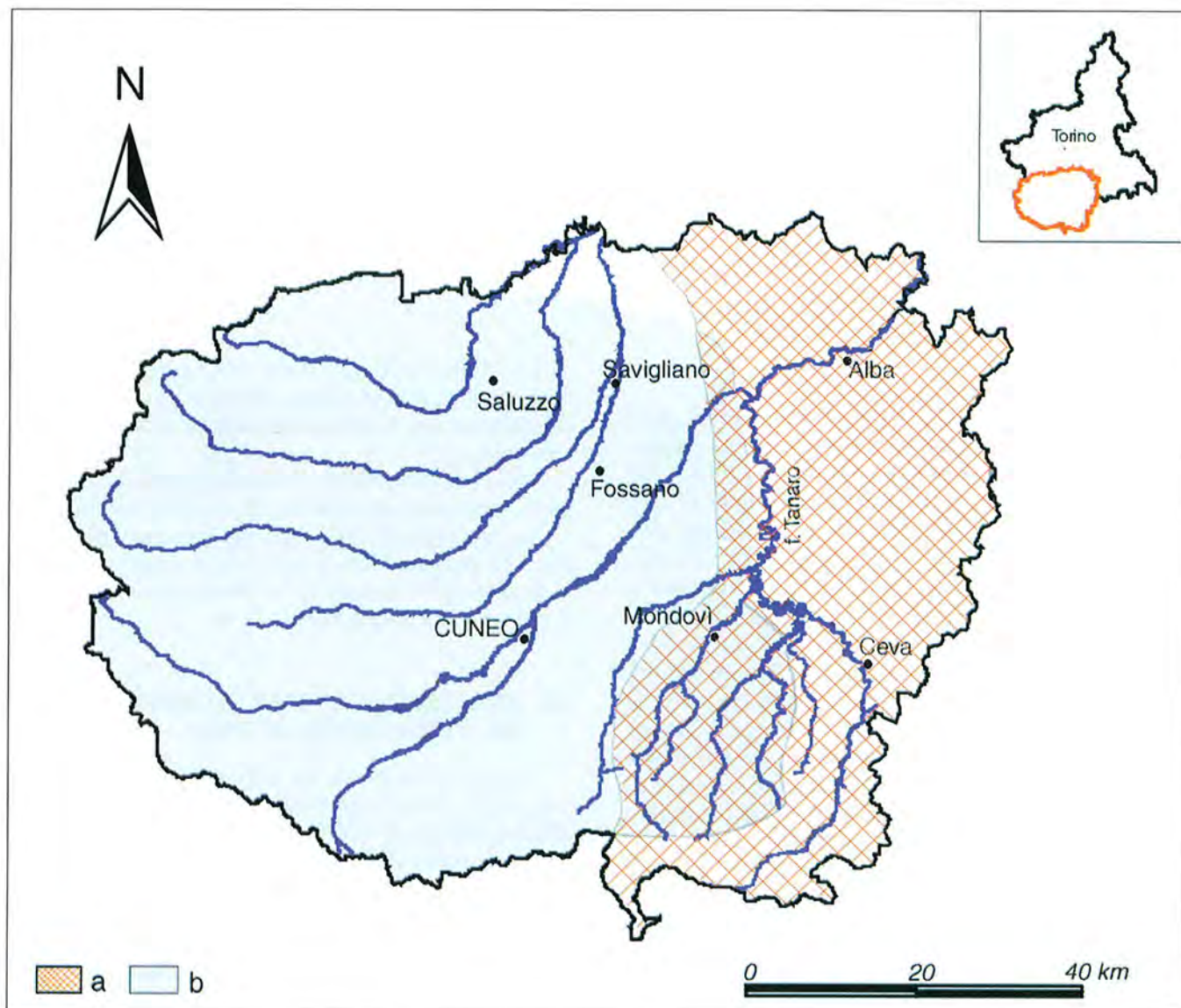


Fig. 1. Aree colpite, entro il territorio della provincia di Cuneo, dagli eventi alluvionali del novembre 1994 (a), e dell'ottobre 1996 (b) e relativa zona di coincidenza.

Le frane di neoformazione di maggiori dimensioni sono avvenute in presenza di coltri detritiche potenti, a granulometria fine, particolarmente nell'areale di affioramento delle Formazioni dei Porfiroidi e dei Calcesisti; il meccanismo dei movimenti franosi è stato prevalentemente di tipo rotazionale evolvente a colata, con causa predisponente riscontrabile nell'elevata imbibizione dei terreni.

Numerosi dissesti di minore entità sono stati causati da fattori locali, quali la non corretta regimazione delle acque superficiali o la configurazione locale dei versanti.

La descrizione degli effetti dell'evento alluvionale dell'ottobre 1996 sul territorio alpino piemontese è stata redatta organizzando i dati secondo la divisione in bacini idrografici, partendo dal settore centrale dell'arco alpino piemontese e proseguendo in direzione antioraria fino al corso del Tanaro.

Un quadro di sintesi dell'accaduto è riportato nella tabella 1.

Per i bacini maggiormente colpiti (Grana, Stura

di Demonte, Gesso, Vermenagna, Pesio, Ellero, Corsaglia, Casotto), al fine di ottenere un quadro visivo dell'accaduto, è allegata al testo una cartografia (cfr. Tav. "Ubicazione dei processi e danni significativi") riportante un'identificazione dei danni più gravi, distinti mediante legenda semplificata.

Purtroppo anche questo evento alluvionale "minore" è costato in termini di vite umane: una persona è morta, in provincia di Cuneo, a seguito della violenta attività torrentizia.

Bacini idrografici alpini compresi fra i torrenti Germanasca e Pesio (Alpi Cozie e Marittime s.l.)

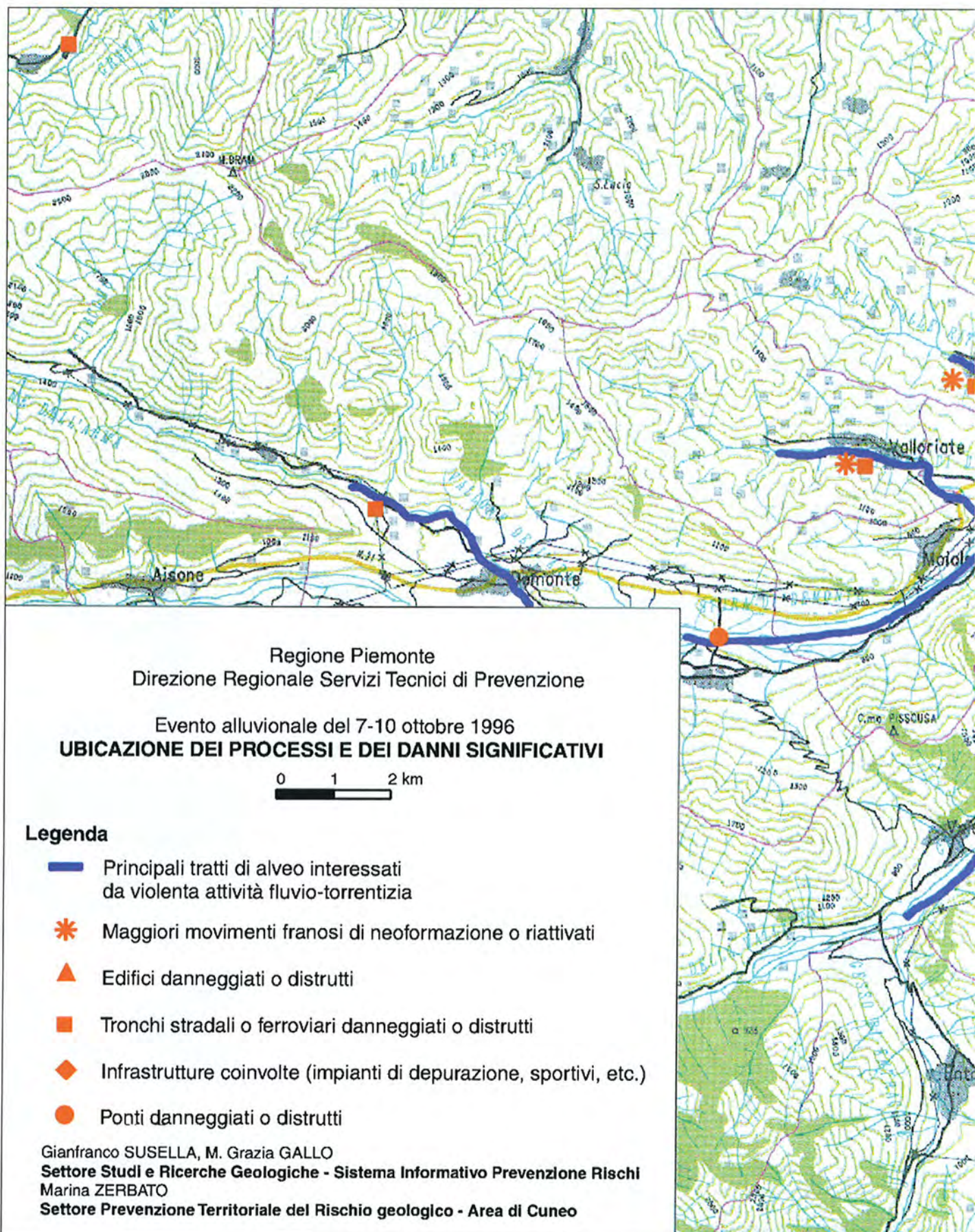
Bacini delle valli Germanasca, Pellice, Po, Varaita e Maira

Le intense precipitazioni dei giorni 7 e 8 ottobre hanno determinato una rilevante attività fluviale dei corsi d'acqua principali e dei loro affluenti. I livelli di piena sono stati per lo più contenuti all'interno

Tab. 1. Evento alluvionale ottobre 1996: Piemonte meridionale.

N.	BACINO	COMUNE	PROCESSI			DANNI				
			A	B	C	a	b	c	d	e
1	GERMANASCA	PRALI (TO)								
2	PELLICE	LUSERNA (TO)								
3	PELLICE	BOBBIO PELLICE (TO)								
4	PELLICE	TORRE PELLICE (TO)								
5	PO	BARGE (CN)								
6	PO	CRISSOLO (CN)								
7	PO	ONCINO (CN)								
8	PO	OSTANA (CN)								
9	PO	PAESANA (CN)								
10	PO	SANFRONT (CN)								
11	PO	SALUZZO (CN)								
12	BRONDA	PAGNO (CN)								
13	VARAITA	CASTELDEFINO (CN)								
14	VARAITA	SAMPEYRE (CN)								
15	VARAITA	FRASSINO (CN)								
16	VARAITA	VENASCA (CN)								
17	MAIRA	PRAZZO (CN)								
18	MAIRA	STROPPO (CN)								
19	MAIRA	MACRA (CN)								
20	MAIRA	SAN DAMIANO MACRA (CN)								
21	MAIRA	BUSCA (CN)								
22	MAIRA	SAVIGLIANO (CN) (cfr. Grana-Mellea)								
23	GRANA-MELLEA	CASTELMAGNO (CN)								
24	GRANA-MELLEA	PRADLEVES (CN)								
25	GRANA-MELLEA	CARAGLIO (CN)								
26	GRANA-MELLEA	BERNEZZO (CN)								
27	GRANA-MELLEA	SAVIGLIANO (CN) (cfr. Maira)								
28	STURA DI DEMONTE	SAMBUCO (CN)								
29	STURA DI DEMONTE	VINADIO (CN)								
30	STURA DI DEMONTE	DEMONTE (CN)								
31	STURA DI DEMONTE	VALLORiate (CN)								
32	STURA DI DEMONTE	RITTANA (CN)								
33	STURA DI DEMONTE	ROCCASPARVERA (CN)								
34	GESSO	VALDIERI (CN)								
35	GESSO	ROASCHIA (CN)								
36	GESSO	BORGO S. DALMAZZO (CN)								
37	GESSO	CUNEO								
38	VERMENAGNA	LIMONE PIEMONTE (CN)								
39	VERMENAGNA	VERNANTE (CN)								
40	VERMENAGNA	ROBILANTE (CN)								
41	VERMENAGNA	ROCCAVIONE (CN)								
42	COLLA-BROBBIO	BOVES (CN)								
43	COLLA-BROBBIO	PEVERAGNO (CN)								
44	COLLA-BROBBIO	BEINETTE (CN)								
45	PESIO	CHIUSA DI PESIO (CN)								
46	PESIO	MAGLIANO ALPI (CN)								
47	PESIO	CARRU' (CN) (Cfr. Tanaro)								
48	ELLERO	ROCCAFORTE M.VI' (CN)								
49	ELLERO	MONASTERO V. (CN) (cfr. Corsaglia)								
50	ELLERO	VILLANOVA M.VI' (CN)								
51	ELLERO	FRABOSA SOTTANA (CN)								
52	MAUDAGNA	FRABOSA SOTTANA (CN)								
53	MAUDAGNA	FRABOSA SOPR. (CN) (cfr. Corsaglia)								
54	ELLERO	MONDOVI' (CN)								
55	CORSAGLIA	ROBURENT (CN)								
56	CORSAGLIA	VICOFORTE (CN)								
57	CORSAGLIA	MONASTERO V. (CN) (cfr. Ellero)								
58	CORSAGLIA	FRABOSA SOPR. (CN) (cfr. Maudagna)								
59	CORSAGLIA	MONTALDO M.VI' (CN)								
60	CORSAGLIA	SAN MICHELE M.VI' (CN)								
61	CORSAGLIA	TORRE M.VI' (CN)								
62	CASOTTO	PAMPARATO (CN)								
63	CASOTTO	TORRE M.VI' (CN)								
64	MONGIA	SCAGNELLO (CN)								
65	TANARO	CEVA (CN)								
66	TANARO	PIOZZO (CN)								
67	TANARO	CARRU' (CN) (Cfr. Pesio)								

PROCESSI: A = rete idrografica principale; B = rete idrografica minore; C = versanti.
DANNI: a = edifici; b = strade/ferrovie; c = infrastrutture; d = ponti; e = altro.









degli alvei ordinari, con ridotte esondazioni in aree non urbanizzate.

I danni riscontrati sono in gran parte a carico della rete viaria minore e in misura limitata a piccoli ponti.

Per le valli Germanasca e Pellice si tratta di danni localizzati di lieve entità, mentre nelle valli Varaita e Maira si osserva una maggiore diffusione del dissesto, ma sempre di entità ridotta.

Più colpita risulta la valle Po, tra il comune di Paesana e lo sbocco in pianura, dove l'onda di piena ha causato numerosi allagamenti delle zone rivierasche ed accentuata erosione lungo le sponde. Il crollo della pila centrale del ponte sul fiume Po in comune di Sanfront ha determinato l'isolamento della frazione Rocchetta (150 persone).

L'onda di piena ha causato nelle aree di pianura allagamenti di terreni agricoli (fiume Po, t. Bronda, t. Maira) e locali erosioni di sponda (t. Varaita, t. Maira a Savigliano).

Nei settori vallivi medio - alti sono stati riscontrati diversi movimenti franosi, per lo più impostati su scarpate in fregio a vie di comunicazione minori.

Trattasi quasi esclusivamente di scoscendimenti limitati alla coltre di copertura superficiale dei versanti (valle Po) o ridotti episodi di crolli in roccia (valli Po e Maira); non risultano coinvolti edifici adibiti a civile abitazione ma esclusivamente muretti di contenimento e sedimi stradali.

Bacino del torrente Grana - Mellea

Nel bacino montano si sono verificate situazioni di rischio essenzialmente a carico della viabilità, a causa di fenomeni franosi (Castelmagno) e dell'attività dei corsi d'acqua minori (Pradleves).

In pianura il corso d'acqua ha provocato allagamenti su vaste aree: risulta particolarmente colpita Savigliano, con allagamenti coinvolgenti abitazioni (altezze dell'acqua in genere inferiori ad 1 m, con massimo di 1.5 m), erosione di tratti stradali e danni ad opere di attraversamento. A monte del concentrico, in corrispondenza della derivazione del canale della Fiat Ferroviaria, il corso d'acqua è tracimato in sponda sinistra interessando una vasta area di coltivi; la massa d'acqua, con bassi battenti idrometrici e bassa energia, seguendo la sede stradale della S.P. per Villafalletto, ha causato l'allagamento della zona di via Suniglia - via Liguria e di alcune aree dell'abitato, anche a causa della fuoriuscita di acqua dalla rete idrica sotterranea di smaltimento. Si sono inoltre verificati degli allagamenti nell'area di Borgo Marene, subito a valle del ponte della linea ferroviaria.

Bacino del torrente Stura di Demonte

L'evento alluvionale ha causato fenomeni di dissesto legati all'attività del fiume Stura e dei principali affluenti; la presenza di frane lungo i versanti è risul-

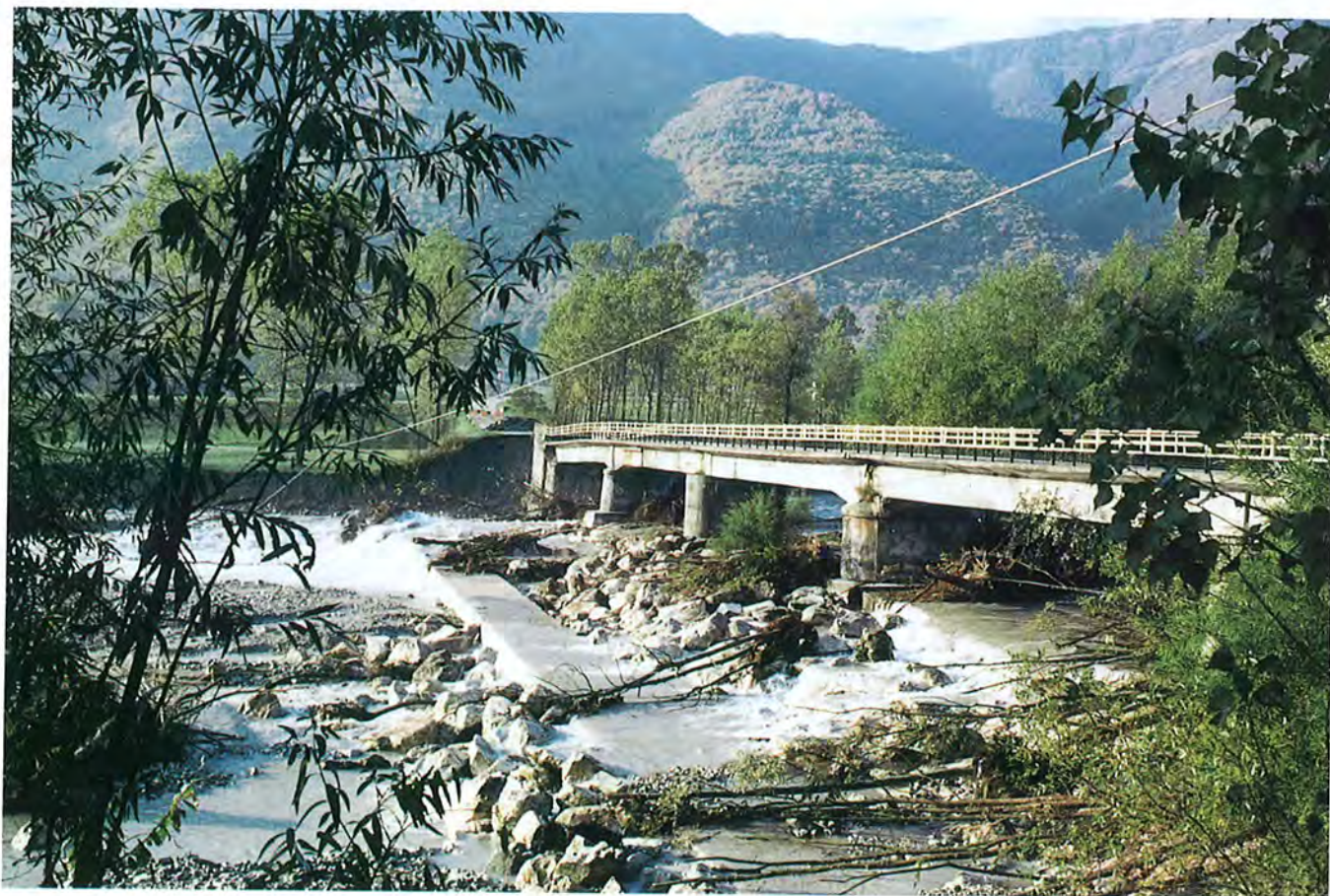


Fig. 2. Fiume Stura di Demonte. Ponte per Festiona in Comune di Demonte (S.P. n. 293). Il ponte, già protetto verso valle da due soglie trasversali, è stato aggirato in sponda destra con cedimento di una pila in alveo e asportazione della spalla e relativo rilevato.

tata del tutto marginale: maggiormente colpite appaiono le aree di affioramento della Formazione dei Calcescisti nel settore basso del bacino mentre nell'alta valle non si registrano particolari fenomenologie di dissesto.

Le situazioni più problematiche sono state rilevate nella piana di Vinadio - Aisone - Demonte, a carico di numerosi ponti di importanza locale (ponte della Goletta a Vinadio; ponte di Aisone; ponti di Pattera, dei Perdioni, di S. Eligio e di Festiona in Comune di Demonte; ponte di S. Membotto a Moiola). Il ponte per Festiona è stato gravemente danneggiato per cedimento lungo la spalla destra, a causa anche del notevole intasamento di tronchi e materiali vari. Altri attraversamenti risultano parzialmente danneggiati (lesioni alle strutture o erosione parziale dei rilevati d'accesso) (Fig. 2).

La piena del t. Cant, il maggiore affluente di sinistra del torrente Stura, ha minacciato parte dell'abitato di Demonte; gli argini sono risultati tuttavia sufficienti per il contenimento della piena.

Nel Vallone dell'Arma, si sono verificati alcuni limitati dissesti lungo i versanti, generalmente causati da errata regimazione di corsi d'acqua minori (frazione Fedio-Massolo).

Nei Valloni di Valloriate e Rittana, modesti dissesti a danno della sede stradale sono stati innescati dal-

l'attività erosiva dei corsi d'acqua di fondovalle (bedale di Valloriate, bio di S. Mauro); lungo le valli laterali (es.: valle Canavere) si sono verificati piccoli dissesti lungo tagli stradali non opportunamente sostenuti o a causa di errata regimazione delle acque superficiali (tubi di scarico di canalette riversati senza protezione lungo il versante, intasamento di tubazioni a sezione insufficiente o prive di manutenzione, ecc.).

Lungo la piana alluvionale posta a valle della confluenza con il torrente Gesso (Cuneo), e profondamente incassata entro la soprastante pianura cuneese, sono stati rilevati allagamenti di modesta importanza in terreni agricoli accompagnati però da sensibili modificazioni laterali dell'alveo nel tratto compreso tra Cuneo e Bra (Fig. 3).

A questa tendenza erosiva laterale è da ascrivere la profonda ansa determinatasi poco a valle del Capoluogo che ha provocato la distruzione di due edifici in pertinenza alla località C. Pecollo.

In questo tratto, lungo circa 36 chilometri, il canale di deflusso del torrente Stura di Demonte assume una configurazione caratteristica a canali e isole di ghiaia e ciotoli contenuta entro una larghezza che va da 100 a 200 m e che parrebbe denotare una condizione di stabilità altimetrica con semplice spostamento del materiale detritico alluvionale da monte verso valle.

Locali osservazioni morfologiche depongono inve-



Fig. 3. Comune di Cuneo, loc. Pecollo. L'ampia erosione laterale operata dal t. Stura di Demonte ha provocato la distruzione di un edificio.



Fig. 4. Fotografia in ripresa aerea obliqua, verso monte, di un tratto del torrente Stura di Demonte nei dintorni di Castelletto Stura con i lineamenti fluviali indotti dall'evento di piena del 1996.

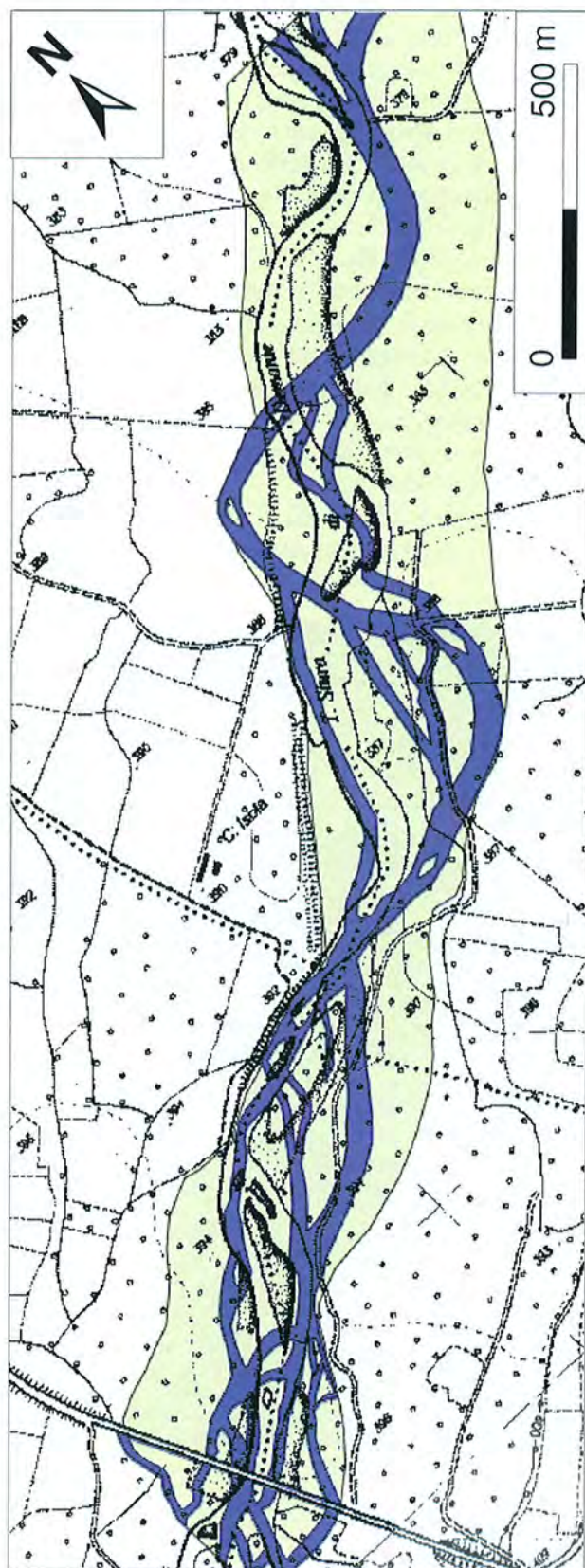
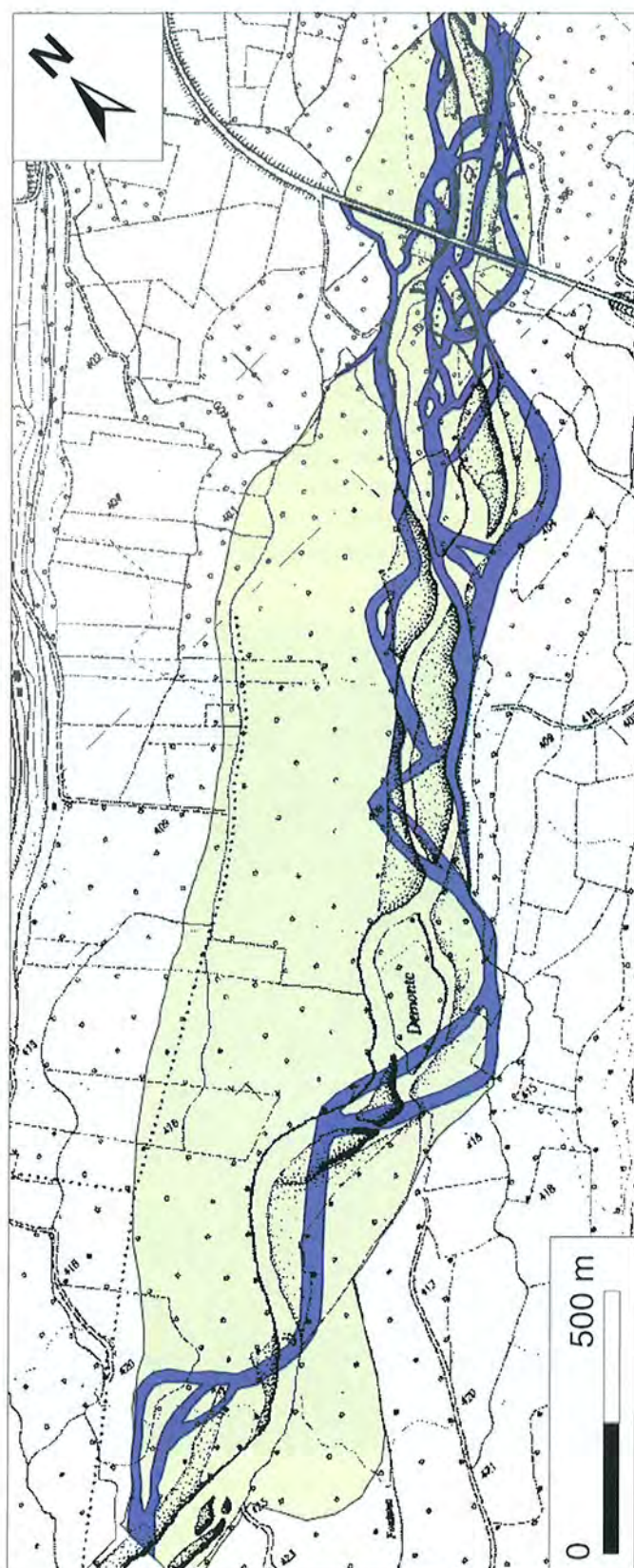


Fig. 5. Torrente Stura di Demonte. Modificazioni del canale di deflusso a seguito della piena fluviale del 1996: sono indicati il canale di deflusso nella sua nuova configurazione e l'area interessata da esondazione (G. Moletta, G. Susella, 1998). Sralcio della cartografia in scala 1:10.000, Banca Dati Geologica - Regione Piemonte. Inedito.



Fig. 6. Cuneo. Ponte ferroviario della linea Cuneo-Mondovì crollato per la piena del torrente Gesso.

ce per una, seppur lenta, evoluzione in senso erosivo sottolineata da limitati ma continui abbassamenti del letto dell'alveo e dalla emersione, nei dintorni di Fossano, del substrato roccioso in luogo del materasso alluvionale.

Una testimonianza delle modificazioni entro e ai bordi dell'alveo, velocizzate durante gli eventi più gravi come quello del 1996, è riportata in uno stralcio della "Carta della modificazione del torrente Stura di Demonte" in corso di completamento (Figg. 4 e 5).

Bacini dei torrenti Gesso e Vermenagna

L'attività del t. Gesso nel tratto superiore della valle ha provocato ridotti fenomeni di erosione lungo le sponde del corso d'acqua.

A valle di Valdieri, presso la frazione Cialombard, il materiale trasportato dalla piena del t. Gesso ha parzialmente occluso il ponte adducente alla frazione, con allagamento delle aree golenali circostanti.

A valle della confluenza con il t. Vermenagna, il t. Gesso ha interessato gran parte del suo alveo di piena, erodendo e asportando alcuni tratti delle sponde dell'alveo ordinario.

A Cuneo è stata asportata parte della pista ciclabile posta lungo la sponda sinistra e i due rilevati di accesso alla passerella pedonale per Mellana; infine, sempre a Cuneo, la piena ha provocato il crollo del ponte ferroviario della tratta Cuneo-Mondovì, per cedimento di una delle pile del ponte situate in alveo (Fig. 6).

Non si registrano movimenti franosi di rilievo nella parte montana della valle.

La valle Vermenagna risulta particolarmente colpita essenzialmente dall'attività del torrente principale e del suo affluente (rio Grande); dissesti franosi di modesta entità sono avvenuti lungo i versanti e le incisioni minori.

Nella parte alta della valle (Limone Piemonte), il t. Vermenagna e i suoi affluenti (rio Almelina, rio di Valle S. Giovanni) hanno provocato fenomeni di erosione spondale e ridotte esondazioni.

A valle, presso l'abitato di Vernante, il Vermenagna e il suo maggiore affluente (rio Grande) hanno raggiunto un livello di piena per lo più contenuto dalle opere di difesa spondale presenti, provocando danni minori alle strutture dei ponti e alle arginature; le rive non difese sono state asportate per alcuni tratti.

Gli effetti più disastrosi della piena del t. Vermenagna sono stati rilevati nel territorio comunale di Robilante fino alla confluenza con il t. Gesso, in territorio comunale di Roccavione.

A monte di Robilante, in corrispondenza di un'ansa fluviale e del ponte ferroviario, il t. Vermenagna ha compiuto una diversione in sponda sinistra, scavando un nuovo canale di deflusso confluito più a valle nell'alveo ordinario presso la strada comunale per Tetto Pettavino, provocando ingenti danni ai binari della tratta ferroviaria Cuneo-Nizza (Figg. 7-8).

In corrispondenza dell'abitato di Robilante il corso d'acqua ha provocato per fenomeni di erosione



Fig. 7. Comune di Robilante. Vista generale da valle verso monte della linea Cuneo-Nizza, presso il bivio della S.S. n. 20 per Tetto Pettavino, gravemente danneggiata. Il corso d'acqua ha scavato un nuovo canale di deflusso fra ferrovia e S.S., scalzando i binari per un lungo tratto.

spondale il crollo del ponte che conduce all'Istituto Climatico, per aggiramento della spalla destra, mentre il ponte per il Colletto del Moro è stato sormontato dalle acque; fra i due ponti, in sponda sinistra, l'erosione del torrente ha causato il crollo di un edificio annesso al campo sportivo (Fig. 9).

A valle di Robilante il t. Vermenagna ha inondato la piana, invadendo i terreni agricoli; il corso d'acqua è rientrato nell'alveo ordinario presso la località

Dormiosa, in corrispondenza del ponte della S.P. n. 21 Roccavione-Boves; il ponte risulta lievemente danneggiato. Poco a monte sono stati asportati i bacini di decantazione delle acque provenienti dagli impianti di trattamento della vicina cava di pietrisco.

A valle della località Dormiosa il corso d'acqua è stato contenuto nell'arginatura recentemente costruita a protezione dell'area produttiva presente in sponda destra; erosioni di sponda sono avvenute lungo la sponda sinistra.

Proseguendo lungo il t. Vermenagna, poco a monte della sua confluenza nel t. Gesso, in località Vallone Grande - Tetti Polonghera, la migrazione verso valle di un'ansa del corso d'acqua ha provocato l'erosione di un tratto di piana alluvionale e della S.P. n. 21 per un tratto di circa 100 m, lambendo i terreni antistanti la frazione.

In questo punto l'asportazione della sede stradale ha causato l'unica vittima dell'evento alluvionale.

Un abitante della frazione, nell'atto di ritornare verso la propria abitazione pericolosamente esposta alla azione erosiva del corso d'acqua durante l'evento alluvionale, cadeva con la vettura nell'alveo e perdeva la vita (Fig. 10).

Per quanto riguarda gli effetti dell'evento alluvionale sulla dinamica dei versanti, si rilevano alcuni modesti dissesti nel territorio di Vernante (Valle Vermenagna); si tratta per lo più di piccole frane coinvolgenti la copertura detritica, spesso evolute in cola-



Fig. 8. Comune di Robilante. Particolare della immagine precedente con il rilevato ferroviario asportato per sifonamento.



Fig. 9. T. Vermenagna, Robilante concentrico. Ponte per Istituto Climatico crollato a causa della sezione di deflusso insufficiente.



Fig. 10. Comune di Roccavione, Frazione T. Polonghera. Accentuata erosione in sponda destra del T. Vermenagna, con asportazione della sede stradale (S.P. n. 21) e dei terreni antistanti un'abitazione (prontamente difesa da scogliera in blocchi). Il tracciato della preesistente strada è riconoscibile dall'adiacente tubazione dell'acquedotto rimasta in loco.



Fig. 11. Chiusa Pesio. Erosione in sponda sinistra del T. Pesio a valle di un ponte del concentrico con grave danneggiamento di un vecchio edificio produttivo costruito in fregio al corso d'acqua.

ta di fango (valle Grande, Vallone di Bralongia) o di riattivazioni della rete idrografica minore (ad es. rio Rapiione con allagamento stazione ferroviaria e parte del concentrico di Vernante, Vallone Tina con allagamento strada statale, Vallone S. Giovanni di Vernante con danni alla viabilità comunale).

Bacini dei torrenti Colla, Iosina e del torrente Pesio

Il bacino del t. Colla e Iosina, situato sulle pendici del M. Besimauda, è stato interessato dall'attività torrentizia e da fenomeni di versante.

Il t. Colla presenta un alveo incassato nel tratto montato, mentre a valle, dopo aver inciso la propria conoide alluvionale, risulta leggermente sopraelevato rispetto alla pianura circostante lungo il tratto compreso fra i Comuni di Boves (a valle di S. Mauro) e di Peveragno (S. Margherita, Tetto Rossano). In assenza di protezioni spondali, il corso d'acqua ha eroso tratti delle sue rive, ha parzialmente inondato la pianura circostante e ha causato danni ad infrastrutture. La frazione Tetto Rossano di Peveragno è stata minacciata da gravi allagamenti per la possibilità di crollo degli argini, risultati inadeguati a contenere la piena con margine di sicurezza. Allagamenti dei terreni agricoli si sono verificati nel Comune di Beinette.

Il t. Iosina ha provocato allagamenti nel centro abitato di Beinette, dove è presente un notevole restrin-



Fig. 12. Torrente Pesio. Ripresa aerea degli effetti erosivi provocati dalle acque di esondazione.



Fig. 13. Distruzione di due arcate del ponte della S.S. n. 28 sul t. Pesio. La prima arcata (destra idrografica) risultava già occlusa da una preesistente strada di servizio alla vicina area di cava, come testimoniato dalla centrale posizione del muro d'argine.

gimento dell'alveo in corrispondenza del ponte situato nel concentrico.

Il settore montano della valle di Pesio, a monte di Chiusa di Pesio, è stato interessato prevalentemente dall'attività del T. Pesio e da fenomeni franosi lungo i versanti.

Il torrente Pesio ha provocato ridotti cedimenti delle sponde presso l'abitato di S. Bartolomeo (Chiusa di Pesio). A valle della frazione Vigna, a monte di Chiusa di Pesio, il torrente ha invaso le sue aree golenali.

Gli effetti più rilevanti si sono verificati presso l'abitato di Chiusa di Pesio, dove per cedimento di un argine in sponda sinistra è stato riattivato un paleoalveo in adiacenza al centro abitato, con danni ad abitazioni, impianti sportivi, ecc. Alcune abitazioni sono state interessate da un battente d'acqua fino a 80-90 cm ad energia medio-alta. Altri danni sono stati provocati da violenta erosione delle sponde del T. Pesio presso alcuni ponti del concentrico, con crollo di edifici non abitativi (Fig. 11).

A valle di Chiusa, il torrente Pesio ha provocato danni al territorio agricolo a seguito di erosioni laterali ed esondazioni e danni agli attraversamenti, in particolare al ponte sulla S.S. n. 564 Cuneo-Mondovì presso Pianfei (danni di lieve entità) e al ponte sulla S.S. n. 28 presso Magliano località Breolungi, provocandone il crollo (Figg. 12-13).

Il settore montano dei bacini è stato interessato da localizzati movimenti franosi, sviluppati soprattutto

in corrispondenza di coperture detritiche a componente argillosa della Formazione dei Porfiroidi; sono stati coinvolti o minacciati edifici agricoli.

I dissesti hanno interessato prevalentemente le scarpate più acclivi, talora legate a tagli stradali (Comune di Peveragno - Pradeboni - Tetti Garro); alcuni di essi rappresentano riattivazioni di dissesti già avvenuti nel



Fig. 14. Boves, Frazione S. Giacomo, Strada per località Buscajè. Frana rotazionale coinvolgente essenzialmente terreni di riporto. Il dissesto ha causato l'asportazione di un tratto di sede stradale e il danneggiamento di una cappella.



Fig. 15. *Comune di Chiusa di Pesio, località Tetti Fiolera. Frana rotazionale evoluta in colata in terreni di riporto e di copertura. Il dissesto ha determinato l'asportazione di una strada privata e il crollo di un fabbricato non abitativo.*



Fig. 16. *Comune di Chiusa di Pesio, località Tetti Rumiano. Frana di circa 1000 m³ innescata con movimento rotazionale a monte dell'abitato. Il materiale instabile (terreni di copertura a preponderante componente argillosa) ha dato luogo ad una colata di fango che ha interessato parzialmente un edificio senza procurare danni gravi. La colata è proseguita verso valle lungo canali della rete idrografica locale.*

passato (Comune di Peveragno - Pradeboni, località varie).

Le frane sono talora localizzate in terreni di riporto e risultano spesso causate da errata o insufficiente regimazione di acque superficiali e di falda (Comune di Peveragno - Pradeboni - Tetti Pilone; Comune di Boves - Vallone Francia - S. Giacomo - Strada Buscaïè) (Fig. 14). A volte alle suddette cause predisponenti si è aggiunta l'attività erosiva di corsi d'acqua minori ai piedi dei versanti (Comune di Boves - Vallone Gina).

In alcuni casi (Comune di Chiusa di Pesio: Tetto Rumiano, Tetto Fiolera - Vigna) il materiale instabile è franato verso valle sotto forma di colata di fango ad evoluzione rapida (Figg. 15-16). Le dimensioni massime della nicchia di distacco raggiungono i trenta metri (Tetto Rumiano), con un volume di materiale coinvolto dell'ordine del migliaio di metri cubi. In un caso (Comune di Chiusa di Pesio, Tetto Cabane - S. Bartolomeo) al fenomeno di rottura non è seguito il collasso.

Altre fenomenologie dissettive minori sono risultate legate a fenomeni di riattivazione di conoidi di corsi d'acqua laterali, con modesta deposizione di materiale ghiaioso-ciottoloso.

Bacini idrografici alpini compresi tra i torrenti Ellero e Tanaro (Alpi Liguri)

Già pesantemente coinvolta dal processo di piena del 1994 la Valle Ellero ha, per certi settori, visto riporsi gli stessi processi con pesanti danni a manufatti, impianti e aree attrezzate poste sulle due sponde.

In particolare nei territori di Roccaforte M.vì, Mondovì e, in misura minore, di Villanova M.vì, Frabosa Sottana, Frabosa Soprana e Monastero Vasco sono state osservate erosioni spondali, esondazioni, allagamenti.

La strada provinciale di fondovalle tra Frabosa Sottana e le località turistiche di Miroglio, Artesina e Prato Nevoso è stata prontamente chiusa al traffico già dal mattino del giorno 8 ottobre a causa di fuoriuscita di acqua dall'alveo del torrente Maudagna in corrispondenza di alcune sezioni.

Gravi i danni nel concentrico di Roccaforte M.vì con l'interessamento di un'area sportiva, di un'area attrezzata, di un edificio scolastico e dell'accesso ad un ponte in località S. Maurizio.

Anche a Mondovì si sono ripetuti alcuni dei dissesti già verificatisi nel 1994, e se ne sono attivati altri.

Il colmo di piena del torrente Ellero ha coinvolto e danneggiato nella stessa misura già subita nel novembre 1994 l'edificio scolastico situato in riva sinistra nel rione Borgato.

Purtroppo occorre notare come la scogliera messa in opera dopo il 1996 sia stata posizionata, a parere dello scrivente, in modo tale da restringere ulteriormente l'alveo, già penalizzato immediatamente a monte dei due ponti ivi esistenti, da opere antropiche in sponda opposta.

Altri danni significativi si sono evidenziati in località Carassone con danni ad un muro di sponda dell'area artigianale.

Bacino del torrente Corsaglia

L'incompletezza delle opere di regimazione delle acque del torrente hanno localmente riproposto gli effetti di dissesto e i danni verificatisi nel novembre 1994. In particolare sono stati colpiti gli abitati di Corsaglia (un edificio), di Bossea (attrezzature turistiche), di Bottero (località situata in posizione esposta alle piene del torrente) e la viabilità provinciale fra Corsaglia e Molline (in corrispondenza del ponte dei Gorrazzi).

Altri danni si sono verificati, a causa di numerosi fenomeni franosi superficiali, a carico della viabilità minore.

Curioso, oltre che dannoso per le attrezzature turistiche e per gli edifici adiacenti, è stato il fenomeno di piena del torrente ipogeo che percorre la grotta di Bossea.

Il normale deflusso delle acque, che drenano l'area carsica di Prato Nevoso - Rio Roccia Bianca, ha subito notevoli variazioni della portata nella giornata del 8 ottobre fintanto che, verso le ore 15 del giorno 9, si è registrato un repentino incremento della portata (in circa 12 minuti) fino a valori di oltre 4000 l/s. Tale portata è poco meno del triplo di quella massima fino ad oggi misurata (1500 l/s circa durante l'evento alluvionale del novembre 1994).

Bacino del torrente Casotto

I danni in questa valle sono derivati da fenomeni franosi e da attività torrentizia.

La viabilità della valle, già pesantemente compromessa a causa della distruzione completa di un tratto di strada provinciale nel 1994, è stata ulteriormente penalizzata per la riattivazione di un fenomeno franoso in corrispondenza di Pamparato, movimento già riconosciuto e tuttora attivo seppure in modo lento ma che con alcune manifestazioni superficiali ha messo a rischio un edificio sottostante.

Continua, inoltre, la lenta evoluzione di un fenomeno franoso in località Bagnaschino che, resosi evidente durante il fenomeno alluvionale del novembre 1994, rischia, in caso di evoluzione, di sbarrare in parte o in tutto l'alveo poco a monte della frazione Tetti Casotto.

Sopralluoghi condotti sul versante, al contorno del processo franoso, dimostrano come alcune superfici di scivolamento si stiano attivando sul lato nord e soprattutto nella zona a monte dell'attuale coronamento conosciuto.

Bacini del torrente Mongia e dell'alto fiume Tanaro

In queste aree, identificabili come limite orientale della zona investita dalla perturbazione autunnale, si sono segnalati danni molto limitati; relativamente alla viabilità si sono riproposti i problemi già noti e legati alla stabilità della pendice sovrastante la strada statale della valle Tanaro, in località Rocchini, che mettono a rischio la transitabilità del collegamento, ma che sono peraltro in via di risoluzione grazie a lavori di consolidamento e protezione.

2.2. ANALISI DEGLI EFFETTI NEI TERRITORI DI PIANURA PER LA PROVINCIA DI ASTI

L'andamento del deflusso della piena del fiume Tanaro, verificatasi in data 9-10-1996, a causa delle piogge che hanno interessato principalmente la Provincia di Cuneo nei giorni 7-8 precedenti, ha presentato caratteristiche differenti rispetto a quanto accaduto nel novembre 1994; l'acqua è defluita infatti molto più lentamente, con crescite dei livelli lente ma che hanno perdurato per periodi di tempo comunque lunghi, interessando principalmente vasti settori della piana alluvionale coltivati a pioppeto e a mais.

Dal confine con la provincia di Cuneo discendendo verso Asti la piena è stata contenuta entro le sponde con esondazioni che hanno interessato solo le zone in golena. Queste hanno riguardato talora settori in cui l'attività di cava si era spinta in passato a ridosso delle sponde modificando la morfologia dei luoghi originaria e indebolendo la stabilità stessa delle stesse.

A monte della città di Asti, in destra idrografica, si è verificata una rottura in corrispondenza della sponda esterna di un meandro già fortemente dissestata durante l'evento del 1994. L'acqua fuoriuscita ha colmato una vasta area compresa tra l'argine di destra e la scarpata di un terrazzo, la cui origine è da mettere in relazione all'intensa attività di cava del passato (tale attività ha determinato significativi ribassamenti del piano campagna rispetto a quello originario).

Più a valle, si sono osservati cospicui depositi di materiale limoso in corrispondenza di un settore dell'argine sormontato dalla corrente di rientro e il danneggiamento di un tratto di argine a monte di alcuni fabbricati industriali in prossimità dei quali i flussi sono rientrati in alveo.

A valle di Asti si sono osservate velocità di corrente decisamente inferiori ai 3-3.5 m/s (valore stimato al ponte FF.SS. di Asti-Nizza Monf. intorno alle ore 11.30) e in genere vicino a 1.5-2 m/s (valore stimato a Castello d'Annone intorno alle ore 15.00).

Da questo punto in poi, la piena è stata contenuta dal sistema arginale esistente, seppure con franchi molto esigui in corrispondenza dell'abitato di Asti nel tratto compreso tra il ponte di corso Savona e la tangenziale Est.

Nel tratto compreso tra la confluenza del t. Versa - fiume Tanaro e il ponte di Castello d'Annone, dove il sistema arginale è pressoché assente, si sono, invece, determinati vasti alluvionamenti con ampiezza della fascia inondata di poco inferiore ai 2000 m. In questo tratto si sono registrati danni alle colture con altezze d'acqua di circa 1 m, valori inferiori di circa 2 m rispetto all'evento del 1994.

È stato possibile stabilire con una certa precisione l'ampiezza dell'area inondata osservando le tracce limose-argillose di colore grigio chiaro lasciate sulla vegetazione arbustiva e sulle colture a mais. Tale fatto ha permesso di osservare quanto considerevole sia stato, anche durante questo evento, l'apporto di materiale solido in sospensione, che, nel caso dell'e-

vento del 1994, presentava valori granulometrici superiori (sabbie limose, ciottoli ecc.).

Presso l'abitato di Castello d'Annone si sono evidenziati fenomeni di rigurgito dai sottopassi ferroviari che hanno interessato un tratto del rio Fontana Santa con allagamenti di cantine e di alcune abitazioni ai piani bassi a margine dello stesso.

Nel tratto compreso tra l'abitato di Castello d'Annone e il ponte presso Rocchetta Tanaro la zona inondata è stata compresa tra la base dei rilievi collinari, in destra, la massicciata ferroviaria e un alto terrazzo, in sinistra.

Presso Rocchetta Tanaro la lama d'acqua ha lambito la sponda destra determinando fenomeni di rigurgito dai canali che hanno provocato l'allagamento degli scantinati. La strada di collegamento con la zona industriale è stata sormontata dall'acqua con circa 30 cm di altezza.

A valle di Rocchetta Tanaro, in sinistra, si è determinato l'intero alluvionamento della piana situata nella parte interna di un ampio meandro dove peraltro, in corrispondenza di un impianto di cava, si sono evidenziati alcuni solchi di erosione. Tale zona, per estensione di superficie inondata, è pressoché identica a quella rilevata nell'evento del novembre 1994.

Si fanno rilevare, in generale, altezze d'acqua superiori con scarti minori rispetto la piena del 1994 (-2.00 m).

In Cerro Tanaro, l'intera parte bassa dell'abitato è stata interessata dall'evento con circa 20 famiglie coinvolte; danni si sono verificati a carico del depuratore comunale.

Alla luce di quanto osservato durante questo evento è stato possibile formulare alcune considerazioni di carattere generale, circa la sua dinamica.

1) Il tratto a monte di Asti ha subito maggiori modificazioni antropiche nel passato, che hanno determinato un cambiamento del regime da pluricursale a monocursale. Ciò ha senz'altro determinato maggiori velocità a monte di Asti, al contrario che a valle, dove evidenzia una minore pendenza con scabrezze differenti in quanto il fondo alveo è impostato all'interno di depositi alluvionali, anziché in substrato a monte.

Da ciò si deduce che, poiché nel tratto a monte di Asti si è determinato un notevole accorciamento del fiume, con conseguente aumento delle velocità, la piena subisce un graduale rallentamento a valle determinando un'estensione maggiore delle sezioni di deflusso con alluvionamenti della piana più consistenti.

2) La piena del 1994 è stata caratterizzata da notevole trasporto di materiale fluitato, quali alberi o altri corpi ostruenti di grandi dimensioni, che in prossimità di molti ponti, fermandosi contro gli impalcati e i pilastri hanno provocato la diminuzione della capacità di deflusso delle sezioni amplificando gli effetti di rigurgito verso monte. In molti casi l'improvviso ripristinarsi di sezioni di deflusso maggiori, per il cedimento di ponti o del materiale fermatosi, determinava un istantaneo aumento della portata a valle osservabile con pulsazioni di piena molto violente e veloci.

Inoltre, il maggiore afflusso di acqua aveva provocato la rottura o la tracimazione dell'intero sistema di arginatura determinando sezioni di deflusso maggiori e più rilevanti effetti di laminazione.

Durante questo evento, invece, si è verificato un minore apporto di materiale fluitato, senza effetti "diga"; l'esondazione ha interessato una minore superficie di territorio con sezioni di deflusso più limitate e un minore grado di energia della corrente di piena.

Ovviamente tali considerazioni sono da mettere in relazione ai valori di portata notevolmente più contenuti; le altezze idrometriche raggiunte sono, infatti, inferiori di circa 2-3 m rispetto all'evento del 1994.

3) All'altezza dello sbocco del Canale De Ferrari, presso Felizzano, si è osservata una diminuzione della sezione di deflusso con conseguenze sullo smaltimento della piena.

In questa zona vi sono infatti due argini, il primo in terra, in sponda sinistra, perpendicolare al fiume, a protezione alla centrale elettrica del canale, impedisce l'utilizzo di un'area come cassa di espansione; il secondo in sponda destra, realizzato nel 1988 e rivestito in pietra, ha la funzione di proteggere il ponte sul Tanaro in ferro di Felizzano posto subito a valle.

Quest'ultimo manufatto, che restringe troppo il corso d'acqua, e la presenza della traversa, hanno provocato un rigurgito verso monte rallentando il deflusso della piena. Sarebbe auspicabile verificare se tale fatto non possa essere messo in relazione con le altezze idrometriche raggiunte a Cerro Tanaro e Rocchetta Tanaro.

Si evidenzia, infine la possibilità di aumentare le sezioni di deflusso, in quanto l'attuale collocazione dell'argine in destra non consente il pieno deflusso sotto l'ultima campata di destra del ponte situato immediatamente a valle.

2.3. ANALISI DEGLI EFFETTI NEI TERRITORI DI PIANURA PER LA PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Premessa

L'evento ha interessato, in provincia di Alessandria, essenzialmente il tratto del fiume tra il confine con la provincia di Asti e la sua confluenza con il fiume Bormida.

In generale, questo fenomeno alluvionale può essere definito come piena straordinaria solo nel tratto compreso tra Felizzano ed Alessandria, essendo state coinvolte vaste aree golenali all'interno degli argini, con alcuni danni alle attività agricole. Dalla confluenza con il Bormida fino alla confluenza con il Po, il Tanaro non ha praticamente mai lasciato il proprio alveo, smaltendo agevolmente la piena con dinamiche ordinarie.

La rilevanza di un tale evento, a così breve distanza da quello catastrofico del novembre 1994, consiste nell'aver permesso di evidenziare alcuni aspetti idraulici, geologici e, non ultimi, sociali, che la drammaticità del precedente evento aveva posto in secon-

do piano, avendo determinato priorità e ripercussioni su scale decisamente differenti.

Di seguito è riportato un commento alla cartografia tematica in scala 1:10000 dell'evento, redatta e pubblicata dalla Regione Piemonte all'inizio del 1997, frutto dei rilievi di terreno realizzati da parte del Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico di Alessandria, a partire dal 9 e 10 ottobre, avendo, questo Ufficio, potuto seguire direttamente sul campo l'evoluzione dell'evento di piena del Tanaro, proprio nei giorni in cui questo raggiungeva i suoi massimi effetti in provincia di Alessandria.

Si ringraziano gli abitanti dei territori colpiti per le utili informazioni verbali che è stato possibile raccogliere.

Processi legati all'attività fluviale

Il fiume ha iniziato a crescere nella giornata dell'8 ottobre ed ha continuato ad innalzare il suo livello nella giornata del 9 ottobre raggiungendo e superando, tra il 9 ed il 10 ottobre, in numerose zone il limite della piena ordinaria.

La piena, nel corso del giorno 9, ha allagato vaste aree golenali occupate da campi coltivati nei comuni di Masio, Quattordio, Felizzano, Oviglio, Solero, Alessandria, Pietra Marazzi, espandendosi su gran parte dei paleoalvei storici e recenti.

Nel corso della giornata di martedì 8 ottobre, in Alessandria si iniziano a diffondere le prime notizie allarmanti provenienti dalla provincia di Cuneo. Durante la serata, all'idrometro sul ponte della Cittadella, si osserva un incremento del livello del Tanaro di oltre 1 metro nel giro di poche ore (da +0.90 m alle ore 19, a +2.00 m alle ore 24).

Tutti gli organi di Protezione Civile sono attivati e i Vigili Urbani di Alessandria provvedono al monitoraggio visivo continuo all'idrometro della Cittadella.

Nella notte il livello continua a crescere a velocità elevata, raggiungendo i +3.00 m tra le 5 e le 7 della mattina.

Una gran parte della popolazione dei rioni Orti, Rovereto, Astuti, San Michele e Osterietta (i più colpiti nel '94) si porta sulle sponde del Tanaro e rivive con apprensione le immagini e le paure di due anni prima.

Il colmo di piena transitato ad Asti verso le 12 del 9 ottobre, trasla verso l'area alessandrina e, poco dopo, da Cerro Tanaro giungono notizie di abitazioni allagate, probabilmente a causa di difficoltà di deflusso in corrispondenza del Comune di Felizzano.

In comune di Masio, viene chiuso al traffico il ponte sulla S.P. Masio - Quattordio. Tale strada viene successivamente allagata con un battente di circa +0.50 mt. In comune di Masio gli impianti sportivi e la strada comunale di regione Rotte sono parzialmente sommersi.

A valle di Cerro Tanaro la sezione di piena è delimitata in sinistra dal rilevato della linea FS Torino-Genova ed in destra dal piede della collina (depositi terziari): praticamente analoga a quella del novembre 1994.



Fig. 17. Felizzano (AL), ottobre 1996. Foto scattata dopo la piena: la vegetazione quale indicatore di livello.

I livelli dell'acqua esondata sono però inferiori, raggiungendo mediamente gli 1 o 2 metri sul piano campagna (Fig. 17).

In comune di Felizzano, nei pressi del ponte, un'abitazione viene circondata dalle acque ed allagata; in seguito, a causa dell'improvvisa crescita dei livelli e del danneggiamento delle opere di contenimento del Canale De Ferrari, il canale stesso danneggia ed allaga le aree circostanti.

Vaste aree coltivate comprese fra Felizzano, Oviglio e Solero vengono allagate. L'acqua attraversa in alcuni punti il rilevato ferroviario (sottopassi e rigurgiti della rete idrografica minore), ma senza causare gravi problemi alle aree retrostanti; in destra le acque vanno in battuta contro la collina determinando talora fenomeni di erosione di sponda.

A Felizzano una leggera soglia morfologica naturale determina una brusca deviazione verso nord dell'alveo del Tanaro.

In corrispondenza di questa soglia sono presenti diverse opere idrauliche, tra cui una traversa in alveo e due argini con direzione perpendicolare all'asta fluviale. Il primo è in terra, in sponda sinistra, ed è stato realizzato a protezione della centrale elettrica del canale De Ferrari. Esso impedisce tra l'altro l'utilizzo di una limitata area quale cassa di espansione a valle; a monte di tale argine (Mulino di Felizzano), il livello del 1994 (+1.5 m) è superato da quello del nuovo evento (+2.0 m).

Il secondo argine, ubicato in sponda destra, realizzato in parte in pietra ed in parte in terra, ha la fun-

zione di proteggere i terreni agricoli, la traversa ed in subordine il ponte di ferro sul Tanaro, posto poco più a valle.

Questo insieme di circostanze naturali ed artificiali, determina un generale rallentamento del deflusso di piena con la creazione a monte di uno pseudoinvaso in cui i livelli raggiungono e superano spesso il livello di +1.5 m sul piano campagna originale e le cui ripercussioni a monte sono subite principalmente dal territorio di Cerro Tanaro.

Sempre nel corso del giorno 9, viene segnalato l'allagamento di una cascina e di una casa di civile abitazione presso località Tripoli, in comune di Solero (circa +0.4 m).

Tale livello, relativamente contenuto in relazione alla vicinanza dell'alveo ed al tipo di evento, è da attribuirsi ad un leggero alto morfologico compreso tra le località Bottara e Mezzano; anche in questo caso, come a Felizzano, la situazione morfologica naturale era stata sfruttata in passato per la realizzazione di opere di presa artigianali ed agricole (irrigazione e mulini).

Come già nel novembre 1994, a monte dell'autostrada A26 Voltri-Sempione e, più in generale, a monte del ponte ferroviario di Alessandria, si genera un'invaso con battenti d'acqua in accrescimento ed esteso per una superficie di diversi km²; tale invasivo viene contenuto in sinistra ed al fronte dal rilevato ferroviario, che assume la funzione di argine, e in destra dai terrazzi morfologici di Casalbagliano e dello scalo merci delle FFSS.

L'esondazione in questa zona isola numerose cascate e provoca allagamenti di case adibite a civile abitazione, ancora in corso di ristrutturazione dopo gli eventi del novembre 1994; numerose cascate rimarranno isolate fino al giorno 11 ottobre.

Il livello idraulico, in fase decrescente nella zona di Masio e Felizzano dalla serata del giorno 9, si mantiene in crescita pressoché costante nella sezione di Alessandria (ponte Cittadella) con alcuni episodi di rallentamento.

Verso le ore 22.30, le condizioni di crescita del fiume consigliano all'amministrazione comunale di Alessandria di chiudere precauzionalmente al traffico il ponte Cittadella ed il ponte Orti.

Nel corso della prima mattinata del giorno 10 ottobre il colmo della piena transita sul territorio comunale di Alessandria occupando via via buona parte delle aree golenali a disposizione, allagando in particolare vaste aree in sponda sinistra comprese tra il corso d'acqua e la ferrovia Genova-Torino. L'insufficiente sezione di deflusso nel tratto cittadino ripropone – in misura minore – i problemi evidenziatisi durante l'evento del 1994.

Il sottopasso ferroviario di collegamento tra borgo Gogna e fraz. Astuti è interessato da un fenomeno di ingressione d'acqua, limitato ai terreni immediatamente retrostanti al rilevato ferroviario.

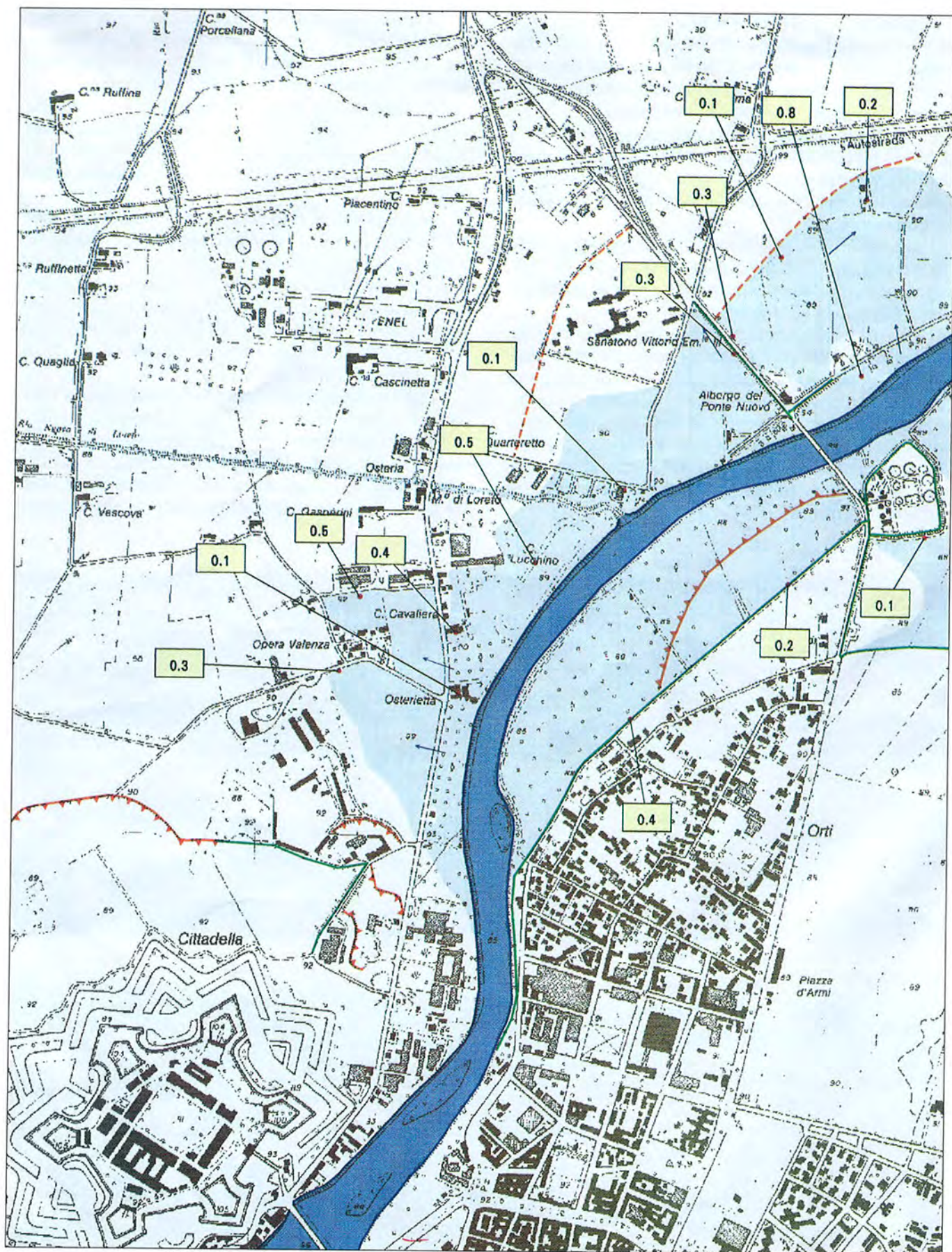
Le fraz. Astuti e San Michele non sono direttamente toccate dalla piena, ma si assiste a locali fenomeni di rigurgito della rete idrografica minore e problemi di smaltimento delle acque meteoriche superficiali.

In Alessandria, fino al tardo pomeriggio del giorno 9, viste le notizie di continuo calo del livello del fiume a monte, la situazione cittadina non sembrava nel complesso preoccupante, in quanto, soprattutto nel tratto del quartiere Orti, i sistemi arginali erano appena lambiti dalle acque del fiume; l'idrometro della Cittadella sembrava attestarsi attorno a +3.25 m, od addirittura in graduale calo.

Una brusca inversione di tendenza si osserva invece nel corso della tarda serata. Il livello riprende a salire rapidamente e l'amministrazione comunale, alle ore 2.30 del giorno 10, ritiene di allertare la popolazione di alcune zone minacciate, invitandola a salire ai piani superiori e ad allontanare le autovetture.



Fig. 18. Alessandria Borgo Cittadella. Aree limitrofe al fiume Tanaro riprese durante la piena dell'ottobre 1996 e nei giorni seguenti.



Alle 6 di mattina l'idrometro della Cittadella segna un picco di +4.40 metri.

La situazione è adesso preoccupante, ma fortunatamente non si verificano allagamenti nelle aree maggiormente urbanizzate; fanno eccezione la zona dell'Osterietta e del sanatorio Borsalino (storicamente soggette ad esondazioni ricorrenti), dove si registrano modesti allagamenti con coinvolgimento di abitazioni, locali pubblici e cascine, dovuti anche a fenomeni di rigurgito del rio Nuovo di Loreto (Figg. 18-19).

Si verificano inoltre interruzioni per allagamento della S.P. Alessandria - Montecastello in località Grindolato, fenomeni di rigurgito del canale Carlo Alberto in zona Orti all'estremità della via della Chiatta e rotture degli argini del canale Carlo Alberto in frazione Astuti.

Attorno alle ore 12 del giorno 10, si verifica un rallentamento del deflusso, il livello decresce progressivamente ed i ponti cittadini sono riaperti al traffico.

A valle della città di Alessandria si registrano fenomeni di allagamento di zone agricole in comune di Pietra Marazzi, un episodio di parziale allagamento di un paleoalveo in comune di Piovera, località Cascina Musona, e modesti fenomeni di rigurgito alla confluenza con il fiume Bormida. Tutto il tratto compreso fra la frazione Pavone di Pietra Marazzi e la confluenza con il Po ha smaltito le acque senza particolari problemi.

Si rilevano infine alcuni episodi di rigurgito di fossi e piccoli rii, nonché allagamenti dovuti all'innalzamento della falda freatica soprattutto in corrispondenza di paleoalvei relativamente recenti in frazione San Michele di Alessandria.

Conclusioni

L'evento alluvionale dell'ottobre 1996, nel tratto compreso tra Cerro Tanaro e Alessandria, è molto simile alla prima fase della piena del novembre 1994, anche se i livelli medi delle acque di esondazione e le aree interessate sono state chiaramente inferiori. Sono state possibili alcune osservazioni generali sul fenomeno che si possono così riassumere:

La piena ha ben evidenziato la morfologia del fondovalle Tanaro, occupando depressioni e paleoalvei, permettendo di identificare i tratti con deflusso a minore o maggiore energia ed i punti più soggetti a fenomeni di deposito o di erosione; nel 1994 questi elementi erano stati mascherati dalle portate sicuramente maggiori e le evidenze morfologiche esistenti erano state sistematicamente saltate.

In corrispondenza di Felizzano, Solero e Pavone (Pietramarazzi), si è evidenziato il ruolo delle soglie morfologiche naturali che, amplificate dall'antropizzazione recente, determinano rallentamenti del deflusso di piena e la creazione di tre casse d'espansione naturali a monte delle soglie stesse. Le piene ordinarie e straordinarie tendono dunque a procedere con un meccanismo a "pulsazioni" successive, determinate dal riempimento e dal successivo svuotamento dei tre pseudobacini potenziali, con un conseguente generale rallentamento nella velocità di trasferimento del colmo di piena.

A monte di Alessandria, la presenza di numerose infrastrutture (ponti, rilevati, argini, ecc.), nonché delle aree urbanizzate cittadine a ridosso dell'alveo del Tanaro, determina di fatto la creazione di una quarta cassa d'espansione, in questo caso di un vero e proprio bacino idrico artificiale: questo è arealmente mol-

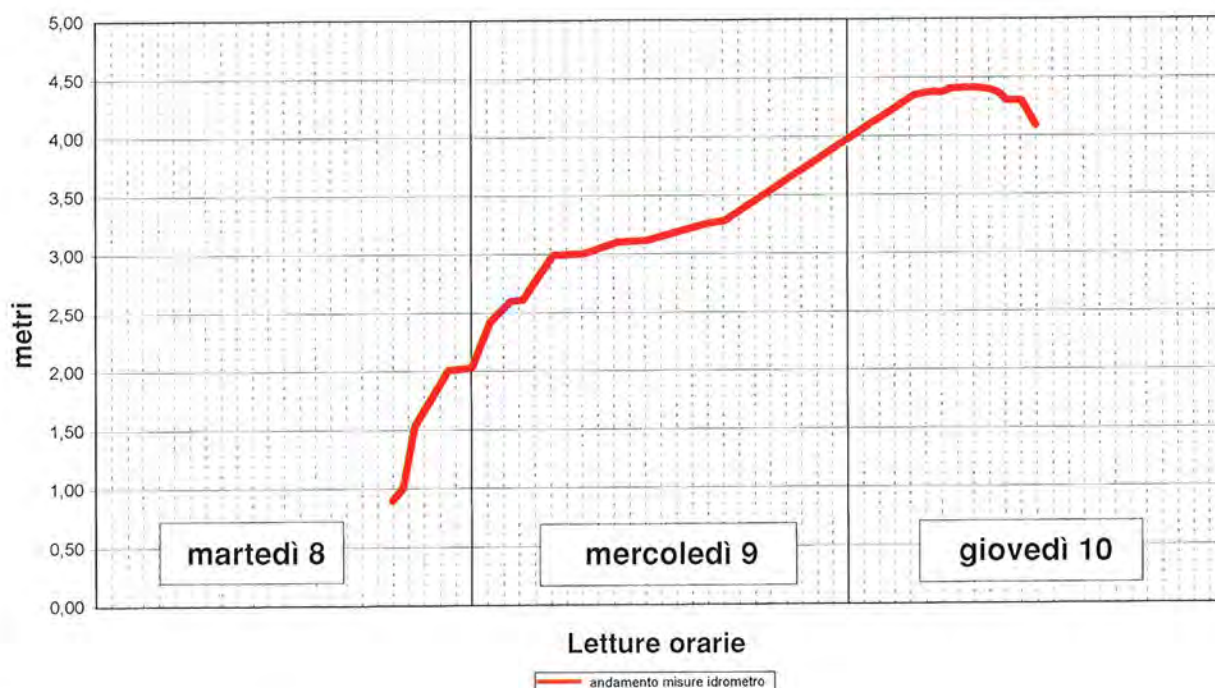


Fig. 20. Valori idrometrici registrati sul fiume Tanaro in Alessandria durante la piena fluviale dell'ottobre 1996.

to esteso e provoca la potenziale ritenzione di straordinarie masse d'acqua, che diversamente si riverserebbero direttamente in città. Tale situazione consente di ridurre molto le probabilità di allagamento della città, ma è anche vero che l'eventuale rottura delle opere di contenimento di tale bacino (come la rottura del rilevato ferroviario ad Astuti nel 94), può causare effetti catastrofici su ampie aree urbanizzate (Astuti, San Michele, Cittadella, Osterietta e Orti).

Il rallentamento della crescita dei livelli misurati all'idrometro della Cittadella, nel pomeriggio del 9 ottobre, ed il successivo nuovo innalzamento nel corso della notte tra il 9 ed il 10 - mentre dappertutto, più a monte, i livelli erano in netta diminuzione già da moltissime ore - è da attribuire proprio al suddetto meccanismo a "pulsazioni" (Fig. 20).

Al riempimento del vasto bacino a monte della città (con il rallentamento nella crescita dei livelli lungo l'asta), segue un successivo svuotamento del bacino (con la ripresa della crescita dei livelli lungo l'asta, ma con diverse ore di ritardo). *Sarà importante, per il futuro, tenere conto di tale "ingannevole" comportamento del fiume in piena, soprattutto prima di emettere parere di "cessato allarme".*

L'evento del 7-10 ottobre 1996, vissuto con eccessiva (ma giustificata) apprensione da parte della popolazione alessandrina, ha consentito a molti (dal cittadino, al tecnico, all'amministratore, ecc.) di comprendere che il rischio alluvionale non è un fatto epi-

sodico occasionale da subire con fatalistica rassegnazione, ma un fenomeno potenzialmente ricorrente, con il quale è necessario saper convivere.

L'esigenza di capire i fenomeni alluvionali e di non dimenticarne i drammatici possibili effetti, si misura anche con la straordinaria produzione di testi e pubblicazioni sull'argomento, da parte di enti pubblici e privati, spesso in distribuzione gratuita, che si è osservata proprio a partire dal 1996.

Riferimenti bibliografici

MOLETTA G., SUSELLA G. (1998), *Modificazioni del canale di deflusso del fiume Stura di Demonte a seguito della piena dell'ottobre 1996*. Cartografia in scala 1:10.000, Tratto Cuneo-Bra. REGIONE PIEMONTE - Banca Dati Geologica. *Inedito*

OBERTI R., PICCINI C. (1998), *Evento alluvionale del 7-10/10/1996 - fiume Tanaro (Provincia di Alessandria)*. Sez. CTR n. 176080, scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE - Banca Dati Geologica.

PEANO G. (1996), *L'alluvione nella grotta di Bossea*. Alpidoc, dicembre 1996, Blu Edizioni, Peveragno, Cuneo.

REGIONE PIEMONTE (1996), *Primo rapporto sull'Evento Alluvionale verificatosi in Piemonte il 7-9 ottobre 1996*, a cura del Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, seconda edizione, aggiornamento al 16 ottobre 1996.

REGIONE PIEMONTE

Assessorato Ambiente, Energia, Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche,
Lavori Pubblici e Tutela del Suolo - Protezione Civile

DIREZIONE REGIONALE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE

Direttore: Vincenzo COCCOLO

Via Pisano n. 6 - 10152 Torino - Tel. +39.011. 432.1381 - Fax +39.011. 432.3535

E mail: Direzione20@regione.piemonte.it

Sito Web: <http://www.regione.piemonte.it/geologico/index.htm>

Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico

Dirigente di Settore: Andrea LAZZARI

Via Pisano n. 6 - 10152 Torino

Tel. +39.011.432.1382

Fax +39.011.432.3535

SEDE DI PINEROLO

Dirigente Posizione Professionale: Angelo VIOLA

Via S. Giuseppe n. 39 - 10064 Pinerolo

Tel. +39.0121.77361

Fax +39.0121.72508

Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico

Area di Alessandria

Dirigente di Settore: Roberto OBERTI

Dirigente Staff: Anna Maria ZILIANI

Via dei Guasco n. 1 - 15100 Alessandria

Tel. +39.0131.285404

Fax +39.0131.285408

Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio

Dirigente di Settore: Stefano BOVO

Dirigenti Posizione Professionale:

Orazio GHIGO - Alberto OLIVERO

Corso Unione Sovietica n. 216 - 10134 Torino

Tel. +39.011.3168.203

Fax +39.011.3181.709

E mail: meteoidro@regione.piemonte.it

Bollettini meteo-nivologici

Sito Web: <http://www.regione.piemonte.it/meteo/boll.htm>

Segreteria telefonica:

+39.011.3185555 (Torino) +39.0324.481201 (Novara)

+39.0171.66323 (Cuneo) +39.0163.27027 (Vercelli)

Televideo RAI 3: pagine 536 e 537

Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico

**Area di Torino, Novara e Verbania
Indagini Geotecniche ed Idrogeologiche**

Dirigente di Settore: Giuseppe BEN

Via Pisano n. 6 - 10152 Torino

Tel. +39.011.432.1384

Fax +39.011.432.3535

SEDE DI NOVARA

Via Dominioni n. 4 - 28100 Novara

Tel. +39.0321.399.374

Fax +39.0321.399.306

Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico

Area di Asti, Vercelli e Biella

Dirigente di Settore: Lorenzo MASOERO

Corso Dante n. 165 - 14100 Asti

Tel. +39.0141.211.337

Fax +39.0141.410.458

Settore Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico

Area di Cuneo

Dirigente di Settore: Enrico GANDINO

Via Griselda n. 8 - 12037 Saluzzo (Cn)

Tel. +39.0175.44742

Fax +39.0175.248821

Settore Studi e Ricerche Geologiche Sistema Informativo Prevenzione Rischi

Dirigente di Settore: Ferruccio FORLATI

Via Pisano n. 6 - 10152 Torino

Tel. +39.011.432.1383

Fax +39.011.432.3360

E mail: geologico@regione.piemonte.it

SEDE DI BIELLA

Dirigente Posizione Professionale: Manlio RAMASCO

Via Q. Sella n. 12 - 13900 Biella

Tel. +39.015.405.237

Fax +39.015.849.3837

SEDE DI MONDOVÌ

Dirigente Posizione Professionale: Gianfranco SUSELLA

Corso Statuto n. 24 - 12084 Mondovì

Tel. +39.0174.46161

Fax +39.0174.42139

Finito di stampare nel maggio 1999
per i tipi de L'Artistica Savigliano