



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

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 perché 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>Gianfranca 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 PICCIONI, 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 misure, 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

LEVENTO 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 Verbanò (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

LEVENTO 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

N.B. Quando non espressamente riportato dalla didascalia, il materiale inerente riprese aeree oblique è autorizzato con le concessioni S.M.A. n. 01-475 del 17-11-1994 e 01-521 del 9-12-1994 (Heliwest s.r.l.); S.M.A. n. 1-633 del 12-12-1995 (Archivio Settore Studi e Ricerche Geologiche).

L'EVENTO ALLUVIONALE DELL'8 LUGLIO 1996



*Comune di Omegna. Luglio 1996.
Effetti della violenta attività torrentizia sul conoide del rio Bertogna con danni all'edificato e alla viabilità.*

Le condizioni meteorologiche

1.1. PREMESSA

L'8 luglio 1996 un evento alluvionale di forte intensità, ma limitata estensione areale, ha colpito i comuni di Baveno, Cossogno, Gravellona Toce, Omegna, S. Bernardino Verbo e Verbania, nella provincia del Verbano-Cusio-Ossola, ed il comune di Pettenasco nella provincia di Novara.

Vengono esaminate in primo luogo, sulla base dei dati meteorologici registrati dalla Rete Meteoidrografica Regionale, le precipitazioni che hanno determinato l'evento alluvionale.

L'analisi dell'accaduto ha preso in considerazione i fenomeni avvenuti ed i loro effetti sul tessuto urbano, sulla base di come sono apparsi ai tecnici della Direzione intervenuti a partire dalle prime ore dello stesso giorno nelle località colpite.

Il dettagliato rilevamento dei fenomeni ha evidenziato la presenza di porzioni di tessuto urbano a rischio, sia perché ubicate in aree soggette a pericolosità geomorfologica intrinseca, sia per la presenza di elementi urbanistici che hanno amplificato gli effetti negativi dell'evento.

1.2. LE PRECIPITAZIONI DELL'8 LUGLIO 1996

Tra le ore 1:00 e le ore 3:00 (le ore riportate nel testo sono sempre riferite al meridiano di Greenwich) di lunedì 8 luglio 1996 precipitazioni particolarmente intense e localizzate hanno interessato i versanti del Monte Mottarone e del M. Zeda nelle provincie Verbano-Cusio-Ossola e di Novara.

Le precipitazioni erano associate al passaggio di un fronte freddo che, come preannunciato dal Dipartimento della Protezione Civile di Roma con comunicato del giorno 6 luglio 1996 inviato alle Prefetture e alle Regioni interessate, poteva manifestare locali caratteri di rovescio sui rilievi alpini e prealpini.

Analisi meteorologica

Dall'analisi delle mappe in quota a 700 e 850 hPa del Centro Meteorologico Europeo (ECMWF) di Reading (UK), risulta la seguente situazione meteorologica:

- il giorno 7 alle ore 12:00 una profonda saccatura con asse sulla Francia interessava le regioni nord

occidentali italiane con correnti meridionali; in seno alla saccatura era presente un minimo chiuso che avvertiva aria calda e umida sulle regioni settentrionali italiane.

- il giorno 8 alle ore 00:00 il minimo si spostava verso Est interessando il Piemonte e la Valle d'Aosta con correnti meridionali; sulle Alpi occidentali era evidente un forte gradiente termico orizzontale associato alla parte fredda del sistema frontale.
- il giorno 8 alle ore 12:00 il minimo si spostava ulteriormente portandosi al centro della Pianura Padana; le correnti sulle regioni nordoccidentali ruotavano drasticamente da Sud a Nord provocando un rapido cambiamento del tempo.

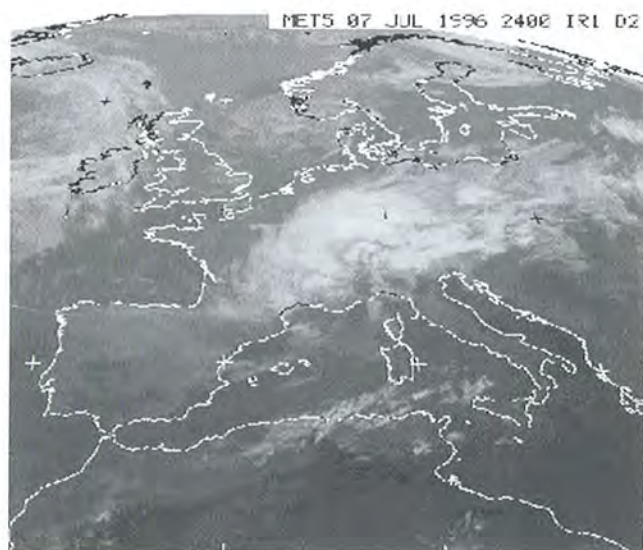
Le immagini ad infrarosso da satellite METEOSAT mostrano tra le ore 00:00 e 06:00 del giorno 8 un intenso e ripetuto sviluppo di nubi convettive localizzate sulla zona dell'Ossola; pur essendo presente contemporaneamente su tutto il Piemonte e Valle d'Aosta una variabilità dinamica molto spinta, la convezione sull'Ossola permane per alcune ore (Fig. 1).

Previsione meteorologica

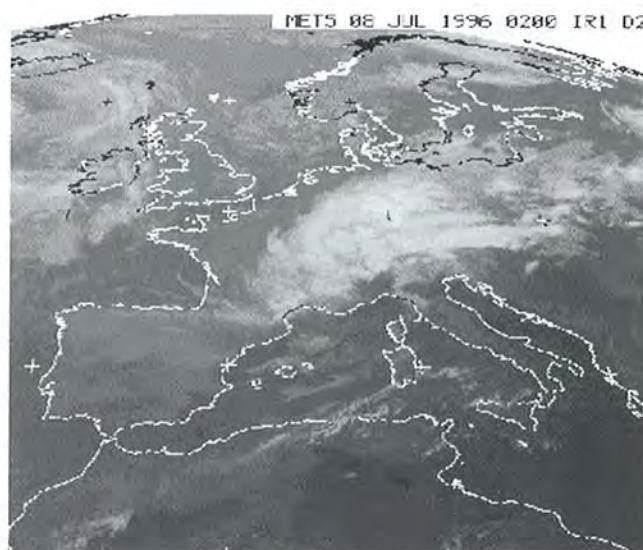
Le previsioni del ECMWF emesse il giorno 6 alle ore 12:00 con validità +36 e +48 ore (valide quindi rispettivamente per il giorno 8 alle ore 00:00 e alle 12:00) descrivono correttamente la situazione a grande scala riportata sopra. Le precipitazioni previste da ECMWF sulla zona dell'Ossola, sempre alla stessa scadenza e cumulate in 12 ore, riportano valori pari rispettivamente a 19 mm tra le ore 12:00 e le 24:00 del giorno 7 e a 15 mm tra le 00:00 e le 12:00 del giorno 8.

Il modello ad area limitata MEPHYSTO dell'ENEL-Ricerche, a disposizione della Regione Piemonte tramite apposita convenzione, con le previsioni emesse il giorno 7 alle ore 9:00 prevedeva per la zona dell'Ossola, una precipitazione cumulata di 22 mm tra le ore 12:00 e le 24:00 del giorno 7 e di 16 mm tra le 00:00 e le 12:00 del giorno 8.

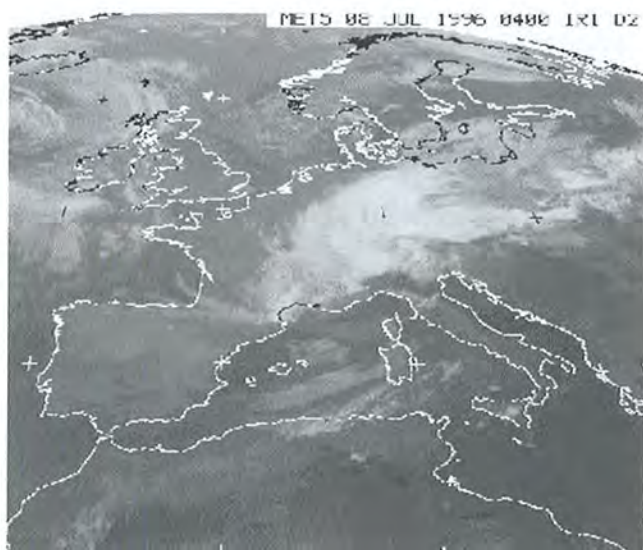
La discrepanza tra le precipitazioni previste e quelle misurate è dovuta alla limitazione insita nei modelli previsionali. Infatti malgrado i modelli previsionali abbiano riprodotto correttamente le caratteristiche della circolazione a bassa quota e sebbene la situazione meteorologica a scala sinottica potesse segna-



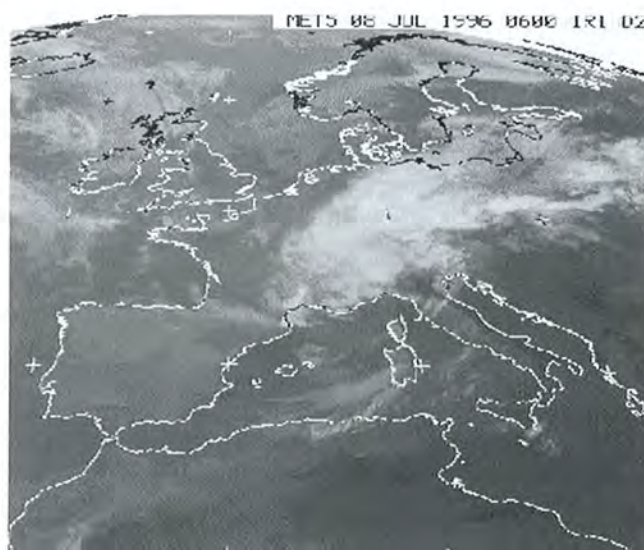
8 luglio ore 0:00



8 luglio ore 2:00



8 luglio ore 4:00



8 luglio ore 6:00

Fig. 1. Sequenza di immagini ad infrarosso da satellite METEOSAT (8 luglio 1996).

lare fenomeni convettivi come rovesci e temporali sulle regioni settentrionali italiane, l'esatta localizzazione e l'intensità di tali fenomeni è, allo stato attuale delle conoscenze, impossibile da prevedere, specie in considerazione del fatto che l'area colpita risulta essere di alcune decine di chilometri quadrati.

Dati pluviometrici

Già nel pomeriggio di domenica 7 luglio le precipitazioni avevano interessato la Valle Toce e la Valle Sesia superando i 50 mm tra le ore 12:00 e le ore 24:00.

Tra le ore 0:00 e le 6:00 del giorno 8 le precipitazioni sono riprese con notevole intensità in un'area compresa tra il Monte Mottarone e il Monte Zeda. I valori cumulati hanno superato in 6 ore i 150 mm, raggiungendo anche i 200 mm nella parte più set-

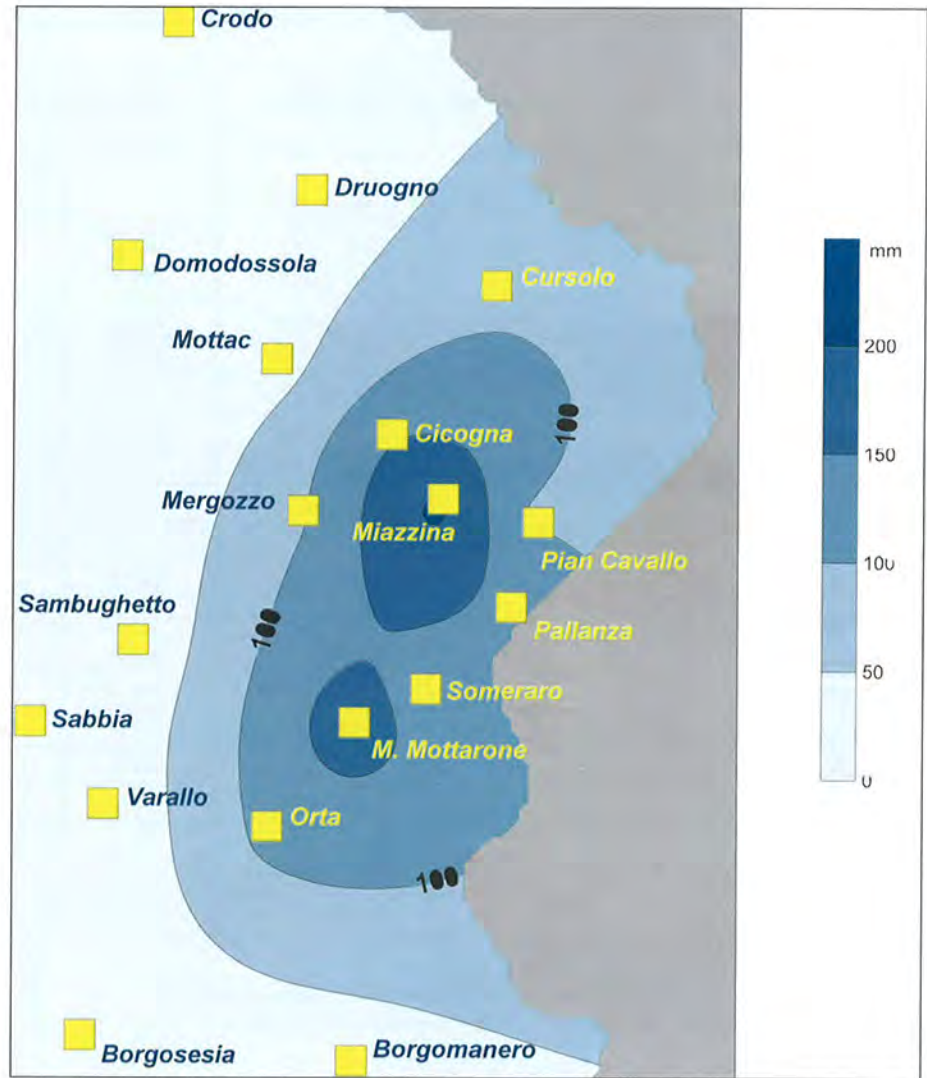
tentrionale dell'area colpita. Le isoiete delle precipitazioni cadute dalle ore 0:00 alle ore 6:00 dell'8 luglio per l'area colpita sono riportate nella Fig. 2.

Le intensità orarie registrate hanno superato i 70 mm/ora in 6 stazioni. A Pallanza e a Miazzina si sono avute le massime intensità con oltre 90 mm/ora. La tabella 1 presenta per ogni località i massimi orari di intensità registrati e le corrispondenti ore di inizio. Nella stessa tabella viene anche riportato il valore cumulato sull'intero evento. Nella Fig. 3 vengono invece presentati i pluviogrammi più significativi di alcune stazioni per le quali si dispone di dati rilevati ogni 10 minuti.

Valutazioni sulla frequenza delle precipitazioni

Le piogge cadute nell'intorno del monte Mottarone il giorno 8 luglio 1996 possono considerarsi di inten-

Fig. 2. Carta delle isoiete delle precipitazioni cadute dalle ore 0:00 alle 6:00 dell'8 luglio 1996 nelle aree circostanti il Monte Mottarone.



sità eccezionale (circa 150 mm in 2 ore) se paragonate alla serie storica delle massime precipitazioni registrate nell'area della Bassa Ossola-Verbanò nel periodo di osservazione dal 1913 ad oggi.

Infatti tutti gli approcci utilizzati per determinare la frequenza di accadimento dell'evento concordano nel fissare una probabilità inferiore all'1% ovvero ad un tempo di ritorno plurisecolare.

Secondo lo studio di regionalizzazione delle precipitazioni proposto dall'Autorità di Bacino l'area in oggetto ricade nella zona pluviometrica per la quale ad un tempo di ritorno di 200 anni è associata una precipitazione di circa 142 mm in due ore, di poco inferiore ai 150 mm registrati al Monte Mottarone.

Il metodo di regionalizzazione delle precipitazioni sviluppato nell'ambito del progetto VAPI dal

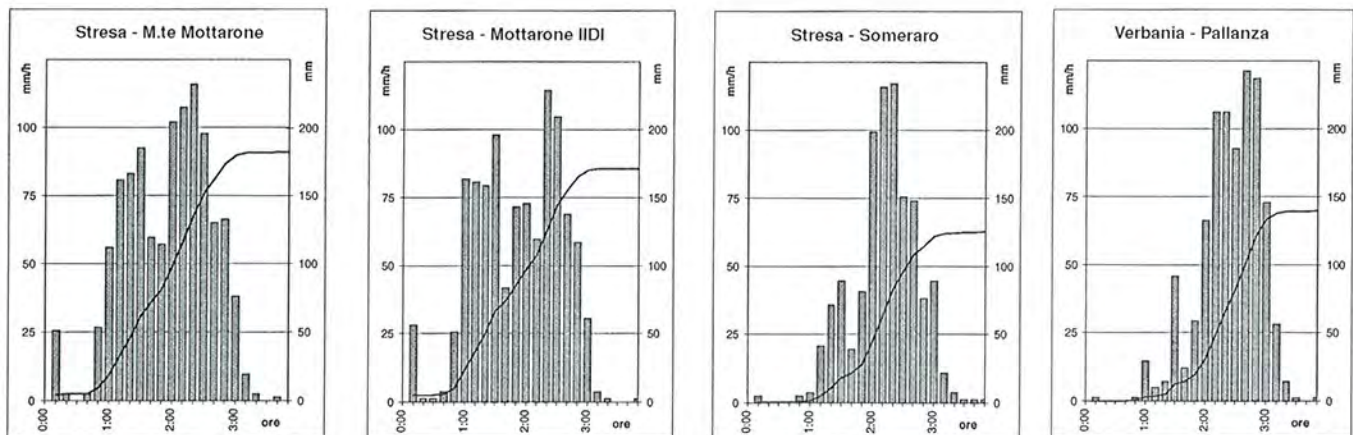


Fig. 3. Pluviogrammi ed intensità media sui 10 minuti delle stazioni meteorologiche di Stresa e Verbania.

Tab. 1. Massime intensità orarie e precipitazioni cumulate delle stazioni presenti nell'area colpita.

Stazione di misura	massima intensità oraria		totale precipitazione	
	mm/ora	ora (GMT)	7-8 luglio	8 luglio ore 0:00-6:00
Miazzina **	105.2	1:16 dell'8/7		212.2
Pallanza **	96.9	2:54 dell'8/7	199.6	145.6
Mottarone *	77.4	2:10 dell'8/7	252.3	187.5
Stresa (Loc. Someraro) *	73.4	2:20 dell'8/7	177.6	132.6
Mottarone IIDI **	70.6	2:20 dell'8/7	239.0	178.2
Cicogna **	73.0	1:06 dell'8/7		150.0
Cursolo *	59.6	2:10 dell'8/7	184.0	91.6
Orta **	53.4	1:54 dell'8/7		107.8
Pian Cavallo **	45.0	2:08 dell'8/7		94.0
Mergozzo **	< 32.6			91.0
Mottac **	16.4	20:00 del 7/7	105.8	25.4
Druogno *	13.8	15:00 del 7/7	70.2	16.0
Sabbia ***	12.6	20:00 del 7/7	59.0	4.0
Fobello ***	12.2	16:00 del 7/7	79.8	5.6
Sambughetto **	11.2	20:00 del 7/7	69.6	7.8
Varallo *	10.6	20:00 del 7/7	46.2	4.8
Borgosesia ***	7.8	13:00 del 7/7	38.2	10.4
Domodossola *	7.0	20:00 del 7/7	27.2	4.4
Borgomanero *	3.2	13:00 del 7/7	16.2	7.6
Crodo *	3.2	22:00 del 7/7	16.6	3.4

* stazioni meteorologiche della Regione Piemonte

** stazioni meteorologiche dell'Istituto di Idrobiologia di Pallanza del CNR

*** stazioni del Servizio Idrografico e Meteorografico Nazionale.

Tab. 2. Precipitazioni di durata 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore di assegnato tempo di ritorno per la stazione di Gignese.

Tempo di ritorno (anni)	Parametri della curva di possibilità pluviometrica ($b = a \cdot t^n$)		Totale mm di pioggia (per più ore di precipitazione)					
	a	n	1 ora	2 ore	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
10	45.22	0.455	45	62	75	102	140	192
50	58.11	0.461	58	80	96	133	183	251
100	63.55	0.462	64	88	106	145	200	276
200	68.98	0.464	69	95	115	158	219	301
500	76.15	0.465	76	105	127	175	242	334
1000	81.56	0.466	82	113	136	188	260	359

Gruppo Nazionale Difesa Catastrofi Idrogeologiche del CNR conferma un tempo di ritorno dell'ordine di grandezza plurisecolare.

Inoltre l'evento è stato confrontato con le massime precipitazioni orarie misurate dalla stazione pluviometrica di Gignese la quale risulta essere la più vicina al centro di scroscio tra le stazioni dotate di una serie storica sufficientemente lunga per poter effettuare elaborazioni statistiche. I dati disponibili

sono le massime precipitazioni orarie annuali dal 1931 al 1968 le quali, elaborate con la distribuzione statistica di Gumbel, portano a stimare tempi di ritorno addirittura millenari per la precipitazione dell'8 luglio a Mottarone.

Tale risultato va comunque utilizzato in modo molto critico in quanto il dato confrontato è di gran lunga superiore a tutti i massimi misurati a Gignese (Tab. 2).

Quadro dei processi di instabilità geologica

2.1. DATI STORICI PREGRESSI

Il nubifragio ha interessato il nodo oro-idrografico del Monte Mottarone (1491 m s.l.m.), dal quale si diparte un reticolo idrografico centrifugo associato a conoidi alluvionali attivi nel fondovalle.

Il Monte Mottarone è prevalentemente costituito dai graniti e dalle granodioriti del plutone permiano di Baveno-Mottarone. Le rocce incassanti, ampiamente affioranti nell'area coinvolta dall'evento alluvionale, appartengono all'unità di basamento degli Scisti dei Laghi, costituita prevalentemente da mica-scisti paraderivati a metamorfismo varisico. La zona è attraversata da lineamenti tettonici di importanza regionale, quali la linea Cossato-Mergozzo-Brissago e la linea del Pogallo - Lago d'Orta.

L'analisi delle informazioni contenute nella Banca Dati Geologica Regionale, relative all'areale colpito, evidenzia, per i comuni ubicati attorno al nodo oro-idrografico del Monte Mottarone, episodi pregressi di attività torrentizia e di danni agli insediamenti.

Sui medesimi versanti, nei territori di Baveno, Gravellona Toce ed Omegna sono inoltre segnalati alcuni fenomeni di crollo diffuso ed incanalato; mentre, sul versante che sovrasta a NO l'abitato di Baveno, la "Carta delle Frane" alla scala 1:100000 della Banca Dati Geologica segnala un antico fenomeno di deformazione gravitativa profonda, che non sembra aver subito riattivazioni nel corso dell'evento alluvionale in esame.

Le zone rivierasche dei Comuni di Omegna, Gravellona Toce, Baveno e Verbania, e la piana alluvionale di Fondo Toce sono state più volte allagate a seguito dell'innalzamento di livello dei bacini lacustri. In particolare l'evento alluvionale dell'autunno 1993 ha provocato nei laghi Maggiore, Orta e Mergozzo piene di notevole portata con inondazioni persistenti. Presso Feriolo (Comune di Baveno), vengono segnalati inoltre fenomeni di avvallamento di sponda lacustre.

La piana del fiume Toce, la valle del t. Strona (compresa fra Omegna e Gravellona Toce) e la valle del t. Stronetta (nel Comune di Baveno) e del t. San Bernardino (nel comune di Verbania) sono infine segnalate come aree inondabili per eventi di piena con T_r uguale a 25-50 anni.

2.2. ANALISI DELL'EVENTO

Nella mattinata dell'8 luglio, sulla base dei dati pluviometrici e delle prime segnalazioni dei Comuni, i tecnici della Direzione sono intervenuti sull'area colpita.

In primo luogo sono stati condotti rilievi sul campo e ispezioni aeree (voli in elicottero) che hanno consentito di inquadrare i fenomeni nelle seguenti tipologie principali: colate detritiche torrentizie incanalate con attivazione, per esondazione e deposito, dei conoidi alluvionali; frane per saturazione e fluidificazione della copertura superficiale e frane di detrito grossolano; inondazione per transito di flussi iperconcentrati delle zone distali dei conoidi e allagamenti delle piane alluvionali, specie nelle zone con difficoltà di drenaggio (Fig. 1).

Successivamente, sulla base dei dati raccolti e della fotointerpretazione effettuata sui fotogrammi di un apposito volo aereo (volo del 25-7-96 realizzato per la Regione Piemonte dalla Compagnia Generale Riprese aeree di Parma) è stata redatta una cartografia dei processi e degli effetti dal titolo «Eventi alluvionali dell'8-7-96. Provincia del Verbano-Cusio-Ossola e di Novara. Carta dei Processi e degli Effetti» disponibile alla scala 1:10.000 presso il C.S.I. Piemonte nelle tavole «Armeno e Pettenasco», «Gravellona Toce - Baveno - Verbania» e «Omegna». A titolo esemplificativo alla presente pubblicazione è allegata la tavola «Gravellona Toce - Baveno - Verbania».

La cartografia prodotta evidenzia:

- erosione spondale e di fondo, con distruzione delle difese spondali e delle opere di attraversamento, lungo rii tributari di diverso ordine;
- tracimazione, deposizione di ingenti quantità di materiali a pezzatura varia (da massi di decine di metri cubi a limi), fenomeni di erosione, danneggiamento di edifici e manufatti nei settori apicali dei conoidi dei corsi d'acqua meno gerarchizzati (rio Inferno, rio Bertogna, rio San Rocco ad Omegna);
- trasporto e deposizione di materiale prevalentemente fine, con ingente carico vegetale, danni connessi a fenomeni erosivi soprattutto a spese di opere di attraversamento nei settori di conoide connessi a corsi d'acqua maggiormente gerarchizzati (t. Pescone, rio Frassino, rio Selva Spessa);
- frane e collassi a spese delle coperture arcose sulle testate dei bacini;

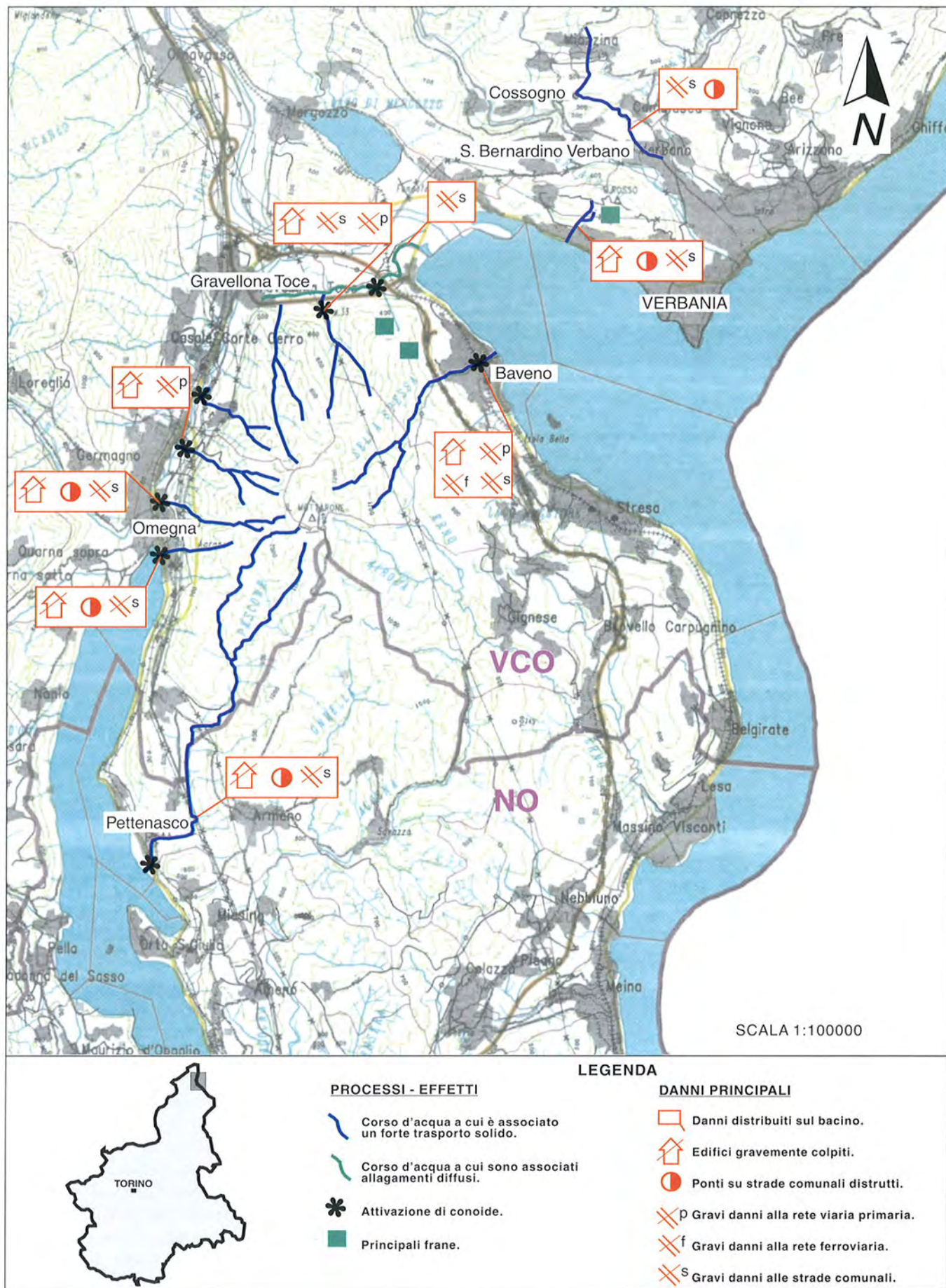


Fig. 1. Comuni colpiti dall'evento alluvionale dell'8 luglio 1996. Principali processi e danni.

Tab. 1. Quadro riassuntivo delle caratteristiche geomorfologiche, dei processi e degli effetti relativi ai bacini e ai conoidi più gravemente colpiti dall'evento alluvionale dell'8 luglio 1996.

<i>Bacini e relativi comuni</i>	<i>Caratteristiche del bacino e del conoide</i>	<i>Processi ed effetti</i>
Torrente Pescone (Omegna, Pettenasco, Armeno)	Area bacino 16 km ² Dislivello di 1200 m dal M. Mottarone al Lago d'Orta Bacino relativamente gerarchizzato, con corso d'acqua in fondovalle incassato, in fase erosiva; urbanizzato lungo le sponde soprattutto nella zona di chiusura del bacino ed in conoide.	Mobilizzazione di materiale litoide nell'alveo principale e nei tributari, erosioni spondali diffuse alternate a deposizioni di sedimenti sabbioso ghiaiosi. Edifici variamente coinvolti 4.
Rio S. Rocco (Omegna)	Area bacino 0,6 km ² Dislivello di 900 m dal M. Mottarone al Lago d'Orta Bacino con pareti rocciose in testata, poco gerarchizzato; asta con salti in roccia; conoide relativamente ampio, molto urbanizzato, con canale vincolato da numerosi manufatti, sottopassaggi stradali e ferroviari.	Colata detritica con deposizione di 2500 m ³ di materiali a pezzatura per lo più grossolana in apice di conoide e di un'analogha quantità di materiale a granulometria più fine a monte della ferrovia; 1000 m ³ di limi e sabbie legate all'alluvionamento liquido. Area colpita 0,225 km ² . Edifici variamente coinvolti 19; una vittima.
Rio Bertogna (Omegna)	Area bacino 1,5 km ² Dislivello di 1100 m dal M. Mottarone al T. Strona. Bacino con pareti rocciose in testata, poco gerarchizzato; asta con salti in roccia; conoide molto urbanizzato perlopiù in destra idrografica, con canale vincolato da numerosi manufatti e sottopassaggi stradali.	Colata detritica con deposizione di circa 17.000 m ³ di materiali a pezzatura per lo più grossolana nell'area sottostante l'apice e lungo l'alveo; 1000 m ³ di materiali prevalentemente sabbioso-limosi sulle aree circostanti per effetto dell'alluvionamento liquido. Area colpita 0,06 km ² . Edifici variamente coinvolti 27.
Rio Inferno (Omegna)	Area bacino 2 km ² Dislivello di 1150 m dal M. Mottarone al T. Strona Bacino con ampie pareti rocciose in testata, poco gerarchizzato; asta con salti in roccia; conoide relativamente poco urbanizzato, perlopiù in zona distale e in destra idrografica; canale vincolato da opere spondali saltuarie immediatamente sotto l'apice e da più manufatti in cls verso le zone distali; attraversa sottopassaggi stradali e la circonvallazione di Omegna.	Colata detritica, parzialmente intercettata dal rilevato della circonvallazione di Omegna, con deposizione di circa 50.000 m ³ di ghiaie, sabbie e grossi blocchi nella zona distale del conoide; completa modificazione della morfologia del conoide e del suo canale. Potenza del deposito superiore a 8 m. Area colpita 0,04 km ² . Edifici variamente coinvolti 7.
Rio Frassino (Gravellona Toce e Baveno)	Area bacino 4 km ² Dislivello di 1100 m dal M. Zuccherò al T. Strona. Bacino con ampie pareti rocciose in testata, poco gerarchizzato; conoide poco acclive, con canale sinuoso; urbanizzato perlopiù in zona distale.	Mobilizzazione di materiale solido in alveo, con erosioni di sponda ed esondazioni che hanno causato la deposizione di sedimenti grossolani nelle zone mediane e fini in quelle distali. Danneggiata 1 abitazione e allagati numerosi edifici.
Torrente Selva Spessa (Baveno)	Area bacino 5,5 km ² Dislivello di 1200 dal M. Mottarone al Lago Maggiore. Bacino estremamente acclive e vegetato, con fenomeni franosi diffusi in roccia e copertura, asta incisa in roccia. Conoide ampio e poco acclive, fortemente urbanizzato, canale in posizione assiale.	Colata detritica in apice di conoide. Diffuso alluvionamento con deposizione di materiale ghiaioso limoso. Apporto totale 60.000 m ³ di materiale solido. Edifici variamente coinvolti 40.
Rii minori (Verbania e Baveno)	Bacini con aree inferiori al km ² che recapitano sul Lago Maggiore; talora attraversano, in area di conoide, zone fortemente antropizzate.	Frane lungo i versanti; trasporto di materiale in alveo che ha cagionato l'occlusione di alcune vie di deflusso. Edifici variamente coinvolti 40 (Comune di Verbania)

- frane di antiche discariche minerarie;
- fenomeni di inondazione dei settori di fondovalle a causa dell'esondazione del t. Stronetta in prossimità di restringimenti d'alveo e sezioni di deflusso insufficienti.

I danni causati dall'eccezionale evento meteorico sono stati amplificati dall'intensa urbanizzazione, che ha determinato interferenze negative con il reticolo idrografico. In particolare, gli elementi antropici che maggiormente hanno interferito sono:

- gli edifici e manufatti ubicati nell'immediata prossimità degli alvei, con pertinenze talora spinte negli alvei stessi; tale elemento ha ridotto le sezioni di deflusso, favorendo fenomeni di esondazione;
- le opere di attraversamento ed i sottoservizi che hanno ulteriormente ridotto le sezioni di deflusso, causando fenomeni di rigurgito e tracimazione;
- l'intubamento dei corsi d'acqua all'interno degli abitati;
- la presenza, lungo i versanti, di discariche di cava che, in alcuni casi, hanno fornito materiale detritico di varia pezzatura, incrementando il carico solido dei rii.

La tabella 1 sintetizza, per ognuno dei bacini più colpiti, le caratteristiche geomorfologiche, i processi e gli effetti rilevati.

Nel seguito vengono analizzati, comune per comune, i processi, gli effetti e i danni connessi all'evento alluvionale.

Comune di Baveno (VCO)

Nel territorio comunale di Baveno le precipitazioni hanno innescato una franosità diffusa che ha, in buona parte, alimentato i fenomeni parossistici di dinamica torrentizia lungo le aste dei corsi d'acqua. Le frane hanno anche coinvolto porzioni delle discariche minerarie residue dall'intensa coltivazione, avvenuta fin dal secolo scorso, del massiccio granitico del M.te Camoscio.

Torrente Selva Spessa

La mobilitazione di ingenti quantità di detrito nel bacino idrografico del torrente Selva Spessa ha prodotto una colata detritica che, in una o più pulsazioni, ha raggiunto l'insediamento di Baveno capoluogo, ubicato sulla superficie del delta-conoide alluvionale formatosi alla chiusura del bacino montano.

Il canale di conoide attraversa l'area urbanizzata in posizione mediana ed è delimitato in modo quasi continuo, su entrambe le sponde, da difese longitudinali; il profilo di fondo è corretto da opere trasversali.

Il Torrente Selva Spessa, poco a monte dell'apice del conoide, è confinato in una profonda forra, al cui interno sono collocate le pile dei viadotti di attraversamento dell'autostrada A26 "Voltri-Sempione". Le opere realizzate a protezione delle pile, una briglia selettiva e dei rilevati longitudinali in terra armata

corazzati da scogliere in massi, sono stati quasi completamente distrutti ed asportati dalla piena torrentizia, che ha prodotto, in questo tratto, un'erosione di fondo con abbassamento di alcuni metri del precedente profilo di fondo.

Nella zona apicale del conoide, la colata detritica ha asportato una passerella pedonale ed un tratto dell'acquedotto che alimenta la frazione di Feriolo.

Poco a valle dell'apice si è verificato il principale episodio deposizionale: l'arresto della frazione grossolana della colata detritica che ha modificato, rialzandolo, il precedente profilo di fondo del corso d'acqua. Conseguentemente, la piena torrentizia ha sfondato un tratto lungo circa 20 metri dell'argine in destra idrografica ed ha sormontato per un'analogha lunghezza un tratto dell'argine in destra idrografica.

L'esondazione è stata particolarmente gravosa in sinistra idraulica, nell'area del campeggio "Panorama", dove la colata detritica torrentizia si è esaurita, depositando la frazione grossolana del materiale lapideo trasportato, nonché distruggendo tende, roulottes e causando pesanti danni alle infrastrutture (Fig. 2).

A valle del campeggio la corrente esondata, costituita da un flusso iperconcentrato di acqua e sabbia, si è propagata per circa un chilometro fuori dall'alveo attuale, seguendo la depressione morfologica di un antico canale di deflusso attualmente occupato dall'insediamento di Oltrefiume; entro tale percorso, il deflusso è avvenuto con un tirante alto circa 1 metro in via alle Cave e circa 0,50 metri in via Oltrefiume.

Nel nucleo storico di Oltrefiume, in via 1° Maggio, si è formato un ostacolo temporaneo costituito da una catasta di tre automobili, che ha deviato parte della massa esondata all'interno delle case determinando, in tal modo, gravi rischi per l'incolumità delle persone residenti al piano terra, dove l'acqua ha temporaneamente raggiunto un'altezza di circa 2 metri.

L'esondazione in destra idrografica, avvenuta a partire dal tratto di argine sormontato, è stato meno gravosa e si è sviluppata per circa 300 metri parallelamente all'alveo attuale rientrandovi poi in gran parte.

A valle dei punti di tracimazione sopra descritti, l'aliquota di corrente non esondata ha impegnato l'intera sezione disponibile, delimitata dalle opere longitudinali, le quali sono state danneggiate in più punti. I processi erosivi di fondo, peraltro, hanno determinato il parziale scalzamento di una pila del ponte ferroviario della linea internazionale Milano-Domodossola, che ha subito successivamente all'evento un leggero cedimento differenziale.

Nel complesso, l'esondazione del torrente Selva Spessa ha interessato circa 40 edifici, di cui almeno 3 sono stati lesionati in modo significativo.

Altre località coinvolte

In prossimità del cimitero cittadino si è verificata l'esondazione del corso d'acqua Rio Piovere a causa della manomissione antropica del suo alveo naturale.

Alla data dell'evento, infatti, il Rio Piovere non seguiva la naturale pendenza morfologica, ma, all'al-



Fig. 2. Baveno, località Oltrefiume. L'attività erosiva e deposizionale del torrente Selvaspessa ha distrutto un tratto della difesa longitudinale in sponda sinistra riattivando il canale di deflusso verso Oltrefiume. L'area retrostante l'argine, utilizzata come campeggio, è stata direttamente investita dalla massa che ha distrutto le infrastrutture e le tende e roulotte ospitate.

tezza di via Bertarello, era tombinato con sezioni di deflusso insufficienti e innaturalmente deviato di un angolo quasi retto per farlo confluire nel torrente Selvaspessa.

La piena torrentizia del Rio Piovere ha subito occluso l'imboccatura della tubazione e, sovrascorsa via Bertarello, si è propagata interessando diverse vie cittadine fino alla S.S. n. 34 lungolago. Nell'area interessata dall'esonazione del Rio Piovere si sono registrati allagamenti da acqua e fango su circa 30 edifici nonché il cedimento di alcuni muri di confine.

Numerose altre località del Comune di Baveno sono state interessate da processi erosivi e deposizionali di minore entità sviluppatasi lungo il reticolo idrografico dei numerosi corsi d'acqua minori che drenano le pendici orientali del nodo orografico del Monte Mottarone.

Nella piana di Fondo Toce la piena del Torrente Stronetta ha allagato ampie zone coinvolgendo un campeggio e diversi fabbricati industriali.

Le frane di detrito hanno interessato, in particolare, i versanti Est, Nord ed Ovest del Monte Camoscio, un rilievo granitico oggetto di numerose cave, sia attive che dismesse. Sul versante orientale è franata un'ampia porzione del macereto di blocchi di discarica della cava dismessa denominata "Locatelli"; il collasso ha lasciato a metà versante un'ampia corona instabile (Fig. 3). Il materiale mobilizzato, stimato circa in

50.000 m³, ha superato un vallo di contenimento raggiungendo il sottopasso dello svincolo autostradale in costruzione ed invadendo con la sua componente fine la corsia sud dell'autostrada A26 "Voltri-Sempione" che è stata temporaneamente interrotta.

Sul versante settentrionale del monte, per l'erosione al piede causata da un corso d'acqua, è franata una porzione del macereto di blocchi di discarica della cava dismessa denominata "Grassi"; il collasso ha alimentato una colata detritica che ha raggiunto la S.S. n. 33 del Sempione dove si è depositato uno strato di alcuni decimetri di spessore di detrito sabbioso. Fenomeni di colata detritica e frane hanno interessato gli impluvi del ripido versante settentrionale del Monte Camoscio in prossimità della località "Madonna della Scarpia"; una colata detritica lungo l'asta del Rio Cantonaccio ha invaso il piazzale della cava attiva denominata "Scala dei Ratti" danneggiando un frantoio e depositando poi uno strato di detrito sabbioso sulla S.S. n. 33 del Sempione.

Sul versante occidentale del Monte Camoscio il conoide di detrito della vecchia discarica della cava "Braghini", attualmente sfruttata come miniera per la produzione di feldspati, si sovrappone ed oblitera per un tratto l'asta del corso d'acqua Rio Cavallaccio, principale affluente in destra del Rio Frassino. A seguito dell'evento alluvionale l'accumulo, costituito da materiale di varia pezzatura, con prevalenza della frazione



Fig. 3. Baveno, località Cava "Locatelli". Il macereto di blocchi residuo delle attività di coltivazione del secolo scorso è franato parzialmente lasciando un'ampia corona instabile. Il materiale, unitamente ad altri apporti, ha invaso la corsia sud dell'autostrada A26 Voltri-Sempione, causandone l'interruzione temporanea.

grossolana sulla superficie, è parzialmente franato ed è stato solcato dalle acque di ruscellamento costituendo una fonte di alimentazione secondaria del materiale trasportato sulla conoide dal corso d'acqua Frassinio.

Nella località Cantonaccio, posta al margine orientale dei settori di conoide del rio Frassinio (corso d'acqua sviluppato sul territorio comunale di Gravellona T.), un corso d'acqua di modeste dimensioni è stato interessato da un ingente trasporto solido ed il proprio canale di deflusso ubicato al piede del versante montuoso è stato ostruito in più punti dal crollo di materiali rocciosi provenienti dal versante compreso tra la frazione Cantonaccio e la località Mad.na della Scarpia. Per tali cause il corso d'acqua è tracimato in più punti in sinistra idrografica interessando alcune abitazioni della frazione.

Comune di Gravellona Toce (VCO)

Nella notte tra il 7 e l'8 luglio 1996, tra le ore 3.00 e le 5.00, lungo il reticolato idrografico insistente nel territorio comunale sono avvenuti fenomeni di trasporto in massa di materiale limoso sabbioso, con

blocchi medio-grandi e massi, che hanno riattivato numerosi apparati di conoide. Tali fenomeni hanno determinato notevoli danni sia ad infrastrutture che ad abitazioni.

La documentazione disponibile presso la Banca Dati Geologica Regionale evidenzia l'attivazione, in passato, di più conoidi compresi nel territorio comunale (rii Frassinio, Grisolo, Inferno), l'inondazione dei settori di fondovalle da parte del fiume Toce, del t. Strona e del t. Stronetta, il verificarsi di crolli di porzioni rocciose al piede delle pendici settentrionali della dorsale M. Mottarone - M. Camoscio, con conseguenti danni al centro abitato ed alla rete viaria.

Rio Frassinio e Torrente Stronetta

Il versante sinistro idrografico del rio Frassinio è compreso nel territorio comunale di Gravellona Toce, mentre il destro, con l'intera asta del rio Cavallaccio, suo principale affluente di destra, è compreso nel territorio comunale di Baveno.

In occasione dell'evento di piena, lungo il tratto di asta posto a monte dell'apice di conoide si sono verificati processi di trasporto solido che hanno causato una violenta erosione delle sponde.

Il trasporto solido ha principalmente coinvolto il materiale presente in alveo e, in minor misura, le coperture moreniche lungo i versanti. L'energia della miscela di acqua e materiale in sospensione ha permesso la mobilitazione di blocchi di dimensioni anche notevoli (circa 6 m³). Lo scalzamento dei versanti ha inoltre provocato l'asportazione di ingenti quantità di tronchi d'albero.

Nella zona apicale del conoide del Rio Frassinio non si sono registrati evidenti fenomeni di tracimazione delle acque nonostante il modesto approfondimento dell'alveo e la violenta battuta di sponda in destra idrografica a valle della quale si diramano alcuni paleoalvei, in direzione dei settori abitati. In tale tratto il rio ha mobilitato materiali di notevole cubatura esondando solo marginalmente e depositando materiale prevalentemente fine.

Nella parte mediana del conoide, a pendenza ridotta, il rio è tracimato in più punti in destra idrografica, dando luogo a deposito di materiali prevalentemente grossolani (ciottoli e blocchi di poco inferiori ad un metro cubo) nella parte più alta, e materiale più fine (dalla ghiaia al limo) nella parte più bassa e nelle aree distali. In sinistra idrografica le acque di piena sono in parte tracimate ed in parte defluite in subalveo riempiendo una depressione artificiale profonda circa 12 m, riconducibile all'attività estrattiva di materiali inerti condotta in passato dalla "Ditta Lauro". Le osservazioni condotte lasciano presupporre l'alternanza di almeno due pulsazioni di piena che hanno comportato il deposito di materiale successivamente reinciso.

La principale tracimazione si è avuta in destra idrografica in direzione del ristorante "Il Cantuccio" (ubicato nella zona distale del conoide), i cui locali interrati sono stati allagati con deposito di ingenti quan-

tità di materiale ghiaioso-sabbioso con subordinati ciottoli; si è stimata, per tale area, una altezza della lama d'acqua pari a circa 90 cm.

I settori più orientali del conoide, già in loc. Cantonaccio, nel territorio comunale di Baveno, sono stati solo marginalmente interessati dal passaggio di acque caratterizzate dalla pressoché totale assenza di trasporto solido.

La tracimazione delle acque di piena del Rio Frassino oltre al coinvolgimento di alcune abitazioni ubicate in destra idrografica ha determinato l'allagamento della S.S. n. 33 del Sempione con deposito dei materiali in sospensione compreso un abbondante carico vegetale, il colmamento di una vasca di sedimentazione ubicata a valle della strada citata e l'allagamento dei settori compresi tra la viabilità statale e la sponda destra idrografica del T. Stronetta (Fig. 4).

Il Rio Frassino confluisce in destra idrografica nel T. Stronetta, intubato nel tratto immediatamente a monte per circa 200 m. In occasione dell'evento alluvionale le acque del T. Stronetta sono tracimate allagando prevalentemente i settori ubicati in sinistra idrografica con una lama d'acqua dell'altezza di circa 30 cm. Tale circostanza è imputabile all'inadeguatezza della sezione di deflusso nel tratto intubato; a ciò si aggiungono fenomeni di rigurgito dovuti all'incremento della portata sia liquida che solida del Rio Frassino che hanno messo in crisi il sistema idraulico.

Altre località coinvolte

A monte di c.na Savia due conoidi di materiali detritici misti a materiali di discarica di cave storiche hanno subito riattivazioni; in apice si sono osservate profonde incisioni caratterizzate da scarpate decisamente instabili.

Al piede dei conoidi una ampia depressione di forma allungata (lunga 250 m, profonda al massimo 15

m), derivante dall'attività di coltivazione dei depositi di conoide del rio Frassino, è stata colmata dalle acque in subalveo del rio Frassino.

Il rio Granerolo e l'abitato omonimo sono stati coinvolti in maniera marginale dall'evento alluvionale; gli effetti riscontrati si limitano al danneggiamento delle tubazioni di presa dell'acquedotto, a divagazioni del rio, al sottoscalzamento della spalla destra del ponte ubicato a quota 375 m.

Comune di Omegna (VCO)

Lungo i rii Inferno, S. Rocco, Bertogna ed il t. Pescone sono avvenuti fenomeni di trasporto in massa che hanno provocato, in corrispondenza dei rispettivi conoidi alluvionali (Fig. 5), notevoli danni a edifici ed infrastrutture, determinando, in località S. Rocco, il decesso di una persona. Si sono inoltre verificati vari fenomeni di minore entità lungo i rii minori, in particolare nelle località Borca ed Agrano.

Rio S. Rocco

Per quanto riguarda il rio S. Rocco l'innescò, in testata, di fenomeni di erosione e fluidificazione a spese delle coperture arcosiche ha provocato il rilascio in alveo di una quantità relativamente modesta (da alcuni metri cubi ad alcune decine di metri cubi) di materiale fine. I fenomeni hanno infatti interessato spessori di materiale nell'ordine massimo di 30-40 cm.

Il materiale ha percorso il canale sottostante innescando un processo di trasporto che sembra aver interessato essenzialmente le frazioni meno grossolane ed il materiale vegetale (in alcuni punti sono stati osservati ammassi di alberi abbattuti e trasportati dalla corrente). Non sembrano essersi verificate forti mobilizzazioni, se non per pochi metri, della frazione detritica grossolana.



Fig. 4. Gravellona Toce. Ripresa dalla SS n. 33 del Sempione verso la sponda destra del t. Stronetta. In quest'area si sono depositi i materiali fini in sospensione e parte dell'ingente carico vegetale trasportato dal rio Frassino, causando l'interruzione della viabilità e il colmamento della vasca di sedimentazione.

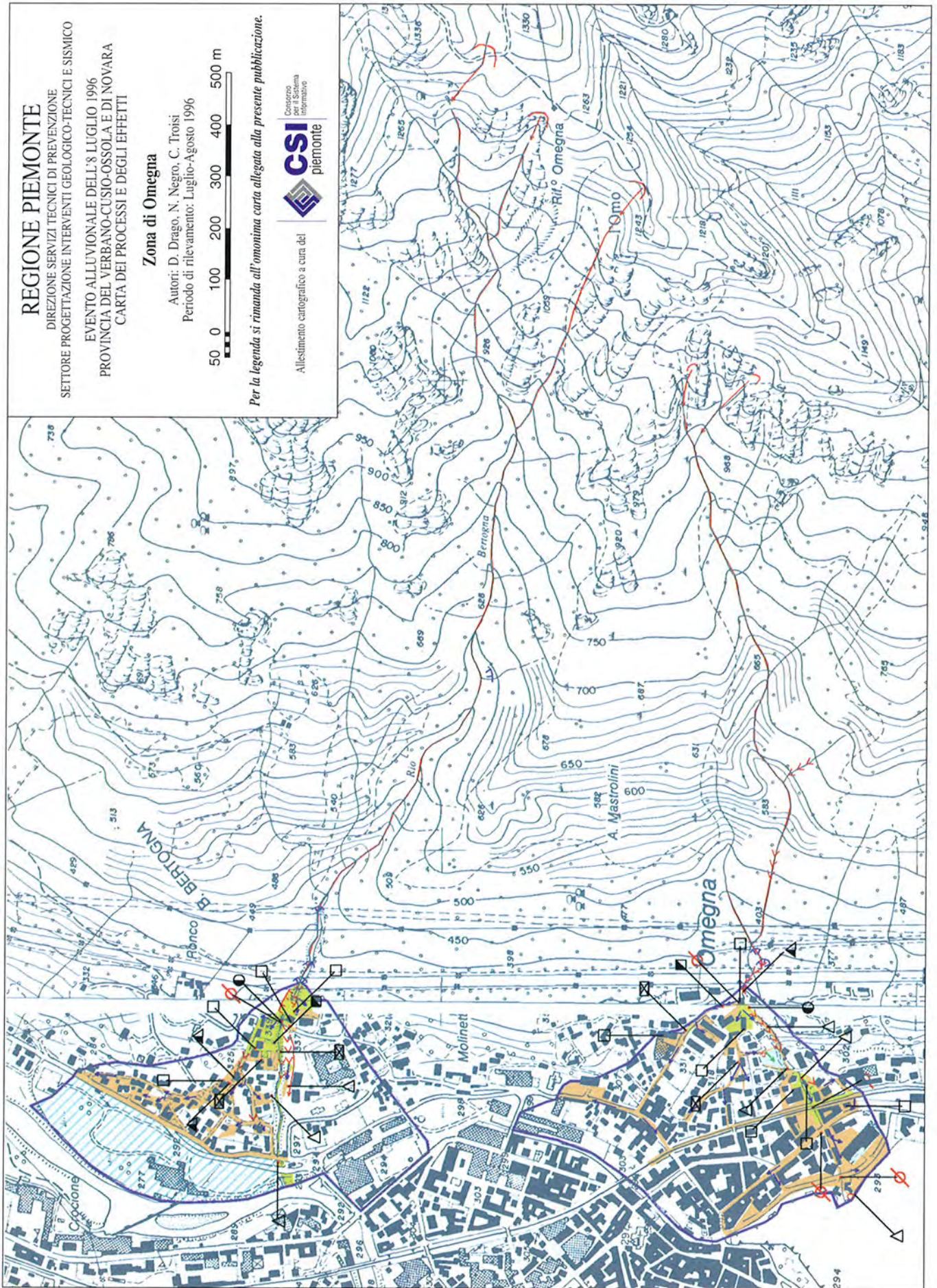


Fig. 5. Stralcio della cartografia "Eventi alluvionali dell'8-7-1996. Provincia del Verbano-Cusio-Ossola e di Novara. Carta dei Processi e degli Effetti", tavola "Omegna", riportante i rii Bertogna e S. Rocco (Comune di Omegna).

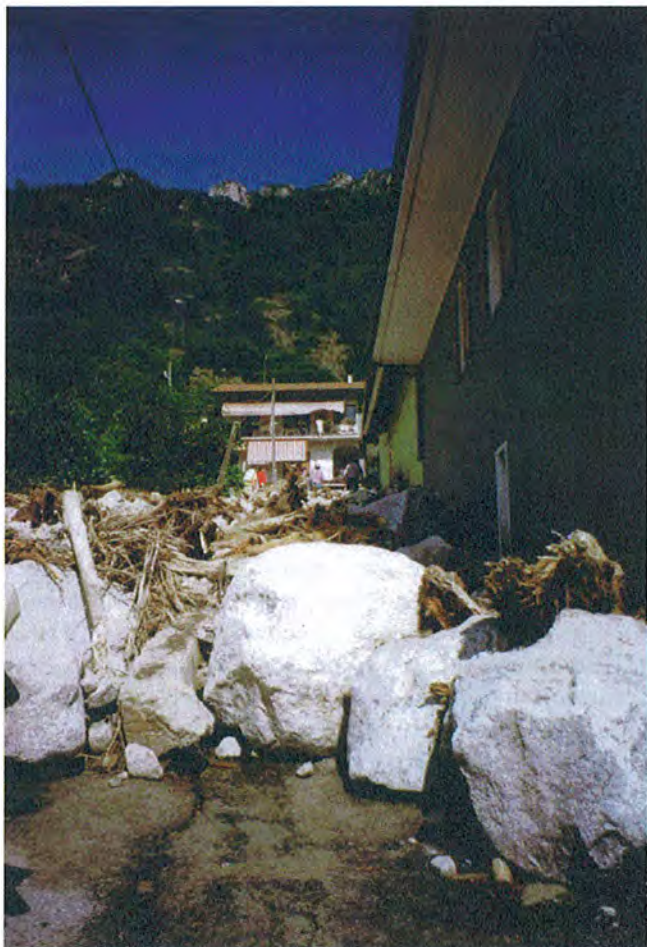


Fig. 6. Omegna, Rio S. Rocco. Blocchi granitici e tronchi d'albero costituenti il fronte dell'accumulo originatosi in apice di conoide, lungo via Carniello.

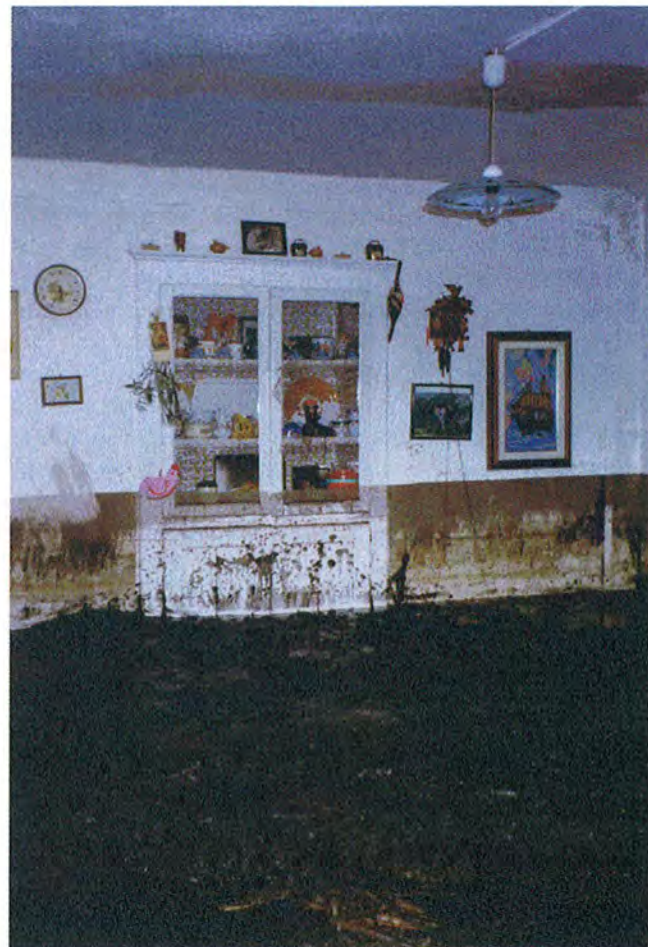


Fig. 7. Omegna, Rio S. Rocco. Interno di uno degli edifici posti in apice di conoide. Visibile sul muro il livello raggiunto dall'acqua.

La miscela liquido-solida avrebbe poi investito il tratto posto appena a monte dell'apice di conoide provocando, causa l'elevata acclività, la totale movimentazione del materiale detritico presente e lo svuotamento di tale tratto di canalone. Secondo testimonianze locali, prima dell'evento alluvionale tale tratto risultava infatti intasato da detriti, materiale terroso e vegetazione.

Nel complesso, quindi, la maggior parte del materiale che ha investito l'abitato sembra provenire dallo svuotamento di quest'ultimo tratto, con scarsi apporti dai settori più alti e quasi nessun apporto da parte di erosioni o franamenti lungo le sponde.

Fra le ore 3.00 e 5.00 dell'8 luglio la miscela liquido-solida proveniente dall'asta torrentizia si è riversata sul conoide. In base a testimonianze locali, si sarebbero manifestate almeno due pulsazioni, fatto che sarebbe confermato dall'osservazione di forme di erosione impostate su depositi contemporanei all'evento alluvionale.

In corrispondenza del ponte di via Nobili e della vistosa curvatura verso Sud del canale di conoide si sono verificati, in destra idrografica, i primi fenomeni deposizionali; un'ingente quantità di materiali di grossa pezzatura (blocchi e massi) frammisti a materiali a granulometria più fine ha circondato l'abita-

zione posta a monte del ponte mentre, a valle dello stesso, ha investito tre edifici (Fig. 6) invadendoli, all'interno, con sabbia, limo ed acqua (Fig. 7). In uno di questi il fenomeno ha comportato la morte di una persona. I materiali più fini, sabbioso limosi, si sono diffusi su una superficie più estesa seguendo varie direzioni, condizionate dalle caratteristiche morfologiche e urbanistiche (soprattutto del reticolato stradale del conoide) e da accidenti locali (tra cui anche alcuni automezzi mobilizzati dalla corrente).

Parte della miscela liquido-solida proveniente dall'asta torrentizia ha inoltre seguito il canale ordinario di conoide. Nel primo tratto di canale, a valle di via Nobili, l'assenza di depositi e le lesioni riscontrate su alcuni manufatti lungo le sponde evidenziano come, almeno in una fase terminale, si siano verificati fenomeni erosivi.

A valle del ponte di via S. Rocco, a seguito dell'ostruzione della luce dei ponti di via Pacinotti e della Ferrovia, si è invece deposto un cospicuo volume di materiale ghiaioso sabbioso con blocchi di medie dimensioni. Alcune abitazioni e garages, in destra e in sinistra idrografica, sono stati circondati da tali depositi e invasi all'interno prevalentemente da sabbie.

Il materiale che è riuscito ad oltrepassare la ferrovia ha raggiunto i locali dell'U.S.L. in destra idro-

grafica e il ristorante "Trattoria Toscana" in sinistra. All'interno dei locali dell'U.S.L., al piano terreno, il livello dell'acqua e dei sedimenti ha raggiunto almeno un metro di altezza.

Più a valle, vista la completa ostruzione della sezione di deflusso da parte di sedimenti limosi, lo scorrimento è avvenuto sia parallelamente all'asse dell'alveo, in prossimità dell'ospedale M.na del Popolo fino sino all'immissione nel Lago d'Orta, sia seguendo il reticolato stradale. I locali interrati dell'ospedale sono stati allagati.

Analizzando nel suo insieme l'intera area di conoide, la zona colpita più o meno intensamente risulta avere un'area di circa 0,225 km²; il volume di materiale mobilizzato è stimabile in circa 5000 m³ se si considera la porzione più grossolana (2500 m³ in apice, 2500 m³ nell'area a monte della ferrovia); più difficile è la stima del materiale fine che sembra tuttavia essere non inferiore a 1000 m³. Anche i rilievi condotti lungo l'asta concordano nell'indicare un volume mobilizzato di materiali solidi nell'ordine dei 6000 m³.

Sono stati complessivamente coinvolti 19 edifici: 1 garage distrutto, 5 edifici lesionati (civili abitazioni, attività commerciali), 13 edifici marginalmente coinvolti (civili abitazioni, garage, magazzini, sede USL, ospedale Madonna del Popolo).

Rio Bertogna

L'Innesco, in testata, di fenomeni di erosione e fluidificazione a spese delle coperture e lo sviluppo di erosioni e minori dissesti franosi lungo le sponde del canalone hanno provocato il rilascio in alveo di materiale fine. Il volume di tale materiale, difficilmente stimabile, è probabilmente dell'ordine di alcune decine di metri cubi.

Lungo alcuni tra gli impluvi minori che costituiscono il settore di testata dell'asta principale si è prodotto il denudamento sino al substrato granitico. I fenomeni hanno comunque, nel complesso, entità limitata ed hanno interessato spessori di materiale nell'ordine massimo dei 50 cm.

Il materiale ha percorso l'asta innescando un processo di trasporto che sembra aver interessato essenzialmente le frazioni meno grossolane ed il materiale vegetale. Non sembrano essersi verificate forti mobilizzazioni (se non per pochi metri) della frazione detritica grossolana.

La corrente di piena ha asportato un attraversamento lungo la pista di servizio che collega la stazione di partenza di una sciovia. A quota 650 m, sulla sponda sinistra, un fenomeno franoso ha coinvolto sia la copertura che la porzione superficiale del substrato granitico, interessato in questo settore da un fitto sistema di fratture. Alla stessa quota, i materiali di copertura lungo il versante destro presentano indizi di instabilità (fessure trasversali). A quota 465 m una modesta opera di presa è stata distrutta dalla corrente. Le sponde impostate su depositi detritici presentano spesso vistose erosioni ed indizi di instabilità. In alcuni punti sono presenti tronchi di alberi abbattuti.

La miscela liquido-solido avrebbe poi investito il settore a valle della quota 450 m, provocando, causa l'elevata acclività, il parziale svuotamento di tale tratto di canalone. Le tracce rilevate sulle pareti laterali sembrano indicare come, prima dell'evento, tale tratto di canale fosse, almeno in parte, colmato da materiali detritici e terrosi.

Nel complesso, quindi, la maggior parte del materiale grossolano che ha investito l'abitato sembra provenire dallo svuotamento del settore compreso tra l'apice di conoide e la quota 450 m, con apporti di materiali più fini dai settori più alti, provenienti da fenomeni di erosione in testata e da franamenti lungo le sponde.

Fra le ore 3.00 e 5.00 dell'8 luglio la miscela liquido-solido proveniente dall'asta torrentizia si è riversata sul conoide.

Nell'area apicale e, in destra idrografica, nel settore immediatamente sottostante l'apice si è deposto un ingente volume di materiale lapideo, costituito prevalentemente da massi granitici di circa 1-2 m³; sono stati completamente ricoperti sia l'alveo che un'area laterale per uno spessore massimo di 3-4 metri. Il passaggio e l'accumulo di tali materiali hanno inoltre determinato la lesione di due edifici posti in sinistra idrografica; a valle di via Carcallo, in destra, hanno coperto e distrutto tre fabbricati ad uso box auto. La quasi totalità del materiale si è arrestata appoggiandosi, e danneggiando gravemente, al gruppo di edifici costituente la "Fonderia Bertogna".

Nel contempo è stato distrutto il ponte di via Carcallo; la soletta del ponte, trasportata lungo l'alveo dalla corrente per circa 100 m, si è arrestata a fianco della fonderia. Nel tratto d'alveo posto più a valle non si osservano depositi per circa 120 metri, si riscontrano piuttosto evidenze di erosione, quali il parziale scalzamento dei muri ai lati della fabbrica e al di sotto di un box più a valle.

Nel tratto terminale dell'alveo sedimenti di tipo ghiaioso sabbioso hanno parzialmente ostruito gli attraversamenti stradali e creato un piccolo deposito allo sbocco nel T. Strona.

In destra idrografica, immediatamente a nord dell'accumulo di grossi blocchi sopra descritto e a sinistra di via Bertogna, diverse abitazioni sono state invase da ingenti quantità di materiale sabbioso limoso, senza però subire gravi lesioni.

Al di sotto di questi edifici il flusso, vincolato dalle condizioni morfologiche e urbanistiche del conoide, ha assunto più direzioni, seguendo strade e attraversando alcuni giardini, depositando sabbie limose ghiaiose in un areale vasto e all'interno di numerose abitazioni e dando origine a processi erosivi locali.

In sinistra idrografica, a valle del ponte di via Carcallo, il fenomeno ha determinato danni marginali; immediatamente a lato dell'alveo ordinario è stato riattivato un impluvio secondario, percorso da un flusso che ha depositato ghiaie sabbiose con piccoli blocchi a monte di un gruppo di nuove villette; lungo la strada a lato di queste il manto stradale si è lesionato per l'esplosione del sistema di fognature pluviali.

Analizzando nel suo insieme l'intera area di conoide, la zona colpita più o meno intensamente risulta avere un'area di circa 0,06 km²; il volume di materiale mobilizzato è complessivamente stimabile in circa 18000 m³ (5000 m³ di materiale a grossa pezzatura in apice di conoide, 9000 m³ l'accumulo presso la fabbrica, 3000 m³ lungo l'alveo; sulla parte restante del conoide è verosimile che si siano depositi almeno 1000 m³ di materiale prevalentemente sabbioso).

Sul conoide del rio Bertogna sono stati coinvolti 27 edifici: 3 garages e parte della fonderia distrutti, 4 edifici lesionati (civili abitazioni, attività artigianali ed industriali, magazzini), 20 edifici marginalmente coinvolti (civili abitazioni, garages, magazzini, attività artigianali ed industriali).

Rio Inferno

Nella prime ore della mattina dell'8 luglio una miscela liquido-solido proveniente dall'asta torrentizia si è riversata sul conoide.

Il materiale solido proviene fondamentalmente dai depositi in alveo, presenti a diverse quote lungo il corso d'acqua e costituiti da blocchi e da ghiaie di pezzatura varia (Fig. 8), e dagli apporti di alcune frane per colata verificatesi in testata e coinvolgenti le coltri eluvio colluviali; ulteriori materiali a granulometria medio fine sono derivati dall'erosione delle sponde del rio. Inoltre il rinvenimento, nel deposito in conoide, di alcuni massi aventi tracce di lavorazione e resti di esplosivo dimostra che vi è stato un apporto notevole di materiale lapideo dalla cava presente in testata, dismessa da alcuni anni.

Scendendo verso valle, il materiale mobilizzatosi ha attraversato la zona apicale dando origine a due tipici cordoni laterali; lungo l'asse principale di trasporto, alcune difese spondali sono state lesionate ed altre, in sinistra idrografica, coperte da detriti depositisi nel corso di eventi precedenti, sono state riesumate.

Più a valle il flusso è stato intercettato dalla circonvallazione di Omegna: parte del carico solido si è arrestato a tempo dal rilevato, parte ha sovrascorso il rilevato stesso, raggiungendo il settore più a valle; parte, infine, è passato al di sotto del viadotto raggiungendo la porzione più distale del conoide (Fig. 9).

Il materiale che ha oltrepassato la circonvallazione ha completamente circondato due edifici (Fig. 10), sepolto via Granerolo ed interrotto la strada provinciale. A valle della strada provinciale materiali a granulometria medio-fine hanno invaso due edifici. I terrazzi fluviali sulla destra idrografica del t. Strona sono stati incisi da canali temporanei.

Il tratto terminale del canale di conoide è stato completamente tombato; subito dopo l'evento l'acqua del rio scorreva attraversando il piano carrabile della circonvallazione.

A partire dall'apice di conoide il flusso ha seguito anche altre direzioni. Tra queste, alcune sono orientate verso la sinistra idrografica, dove materiali ghiaiosi e blocchi hanno attraversato zone boscate senza



Fig. 8. Omegna, Rio Inferno. Ripresa aerea del 10-7-96 di un tratto dell'asta (quota 500-550 m). Ben visibili i singoli blocchi granitici che occupano l'alveo del rio.

causare danni particolari. In destra, invece, un flusso di acqua e materiali ghiaioso sabbiosi con alcuni blocchi, sfruttando la presenza di una strada, si è insinuato nell'abitato di Brughiere, determinando l'allagamento di pertinenze di abitazioni, modesti danni a manufatti e lesioni ad alcuni garage. I giardini di due edifici sono stati inoltre marginalmente interessati dall'attività torrentizia di un rio minore, sulla destra idrografica del rio Inferno.

Un flusso d'acqua e di materiali medio fini con rari massi e blocchi si è incanalato entro un impluvio naturale del versante, posto immediatamente a sud dell'abitato di Brughiere, causando fenomeni erosivi a spese delle coltri prative ed eluvio colluviali.

Analizzando nel suo complesso l'area di conoide si può dire che il volume della massa accumulatasi a tergo della circonvallazione e immediatamente a valle della stessa può superare i 50.000 m³, su una superficie di circa 0,04 km². Lo spessore del deposito in alcuni punti ha raggiunto gli 8 m. Gran parte del materiale è costituito da massi anche di notevoli dimensioni: in corrispondenza della carreggiata Ovest della circonvallazione sono stati osservati massi di 30 m³. Frammista ad essi è presente anche una notevole quantità di sabbia arcossica.

Sul conoide del rio Inferno sono stati coinvolti 7



Fig. 9. Omegna, Rio Inferno. Visione aerea del conoide. In alto a destra l'abitato di Brughiere; al centro la circonvallazione di Omegna e gli edifici coinvolti.



Fig. 10. Omegna, Rio Inferno. Edifici ubicati a valle della circonvallazione di Omegna, completamente circondati dai detriti.

edifici: 5 edifici lesionati (civili abitazioni, attività artigianali e commerciali, garage) e 2 edifici (attività artigianali) marginalmente coinvolti.

Altri corsi d'acqua

Nella parte alta del bacino del T. Pescone (il conoide del T. Pescone si colloca nel comune di Pettenasco e sarà trattato nel seguito) sono state constatate numerose evidenze di intensa attività torrentizia. In più punti dell'asta principale si è verificata l'erosione sia a spese del fondo alveo che delle sponde; sono stati movimentati blocchi con pezzatura che raggiunge anche i 10 m³ ed asportati numerosi alberi; in alcuni tratti il materiale mobilizzato si è deposto creando accumuli in alveo e nelle zone immediatamente circostanti. Anche lungo i rii affluenti si è verificata una intensa erosione, con asportazione di materiali a granulometria medio-grossolana per diverse centinaia di metri cubi e messa a giorno del substrato roccioso.

Questi processi hanno causato modesti danni alle infrastrutture locali, in quanto la zona risulta essere poco antropizzata: è stata interrotta in più punti, per erosione spondale e piccole colate, la pista forestale che conduce all'Alpe Verminasca ed è stata danneggiata un'opera di captazione di proprietà privata.

A monte della frazione Pescone, un rio minore posto in destra idrografica del torrente omonimo è esondato, invadendo con acqua e materiale sabbioso limoso un'abitazione; successivamente le acque deviate sono confluite nel T. Pescone, determinando in loc. Pescone la parziale erosione della sponda destra del torrente, con arretramento del ciglio fino a circa un metro dallo spigolo di una abitazione, le cui fondazioni non sono state tuttavia compromesse.

In corrispondenza della frazione Agrano l'esondazione di un rio minore ha comportato l'allagamento di una parte dell'abitato, con apporti sia liquidi che solidi. La rottura di alcune tubazioni sotterranee ha inoltre determinato il lesionamento del manto stradale.

L'esondazione si è prodotta a causa dell'ostruzione da parte di materiale sia litoide che vegetale del sistema di drenaggio delle acque all'interno dell'abitato. I problemi idraulici dell'area sono essenzialmente imputabili ad attraversamenti inadeguati e alla completa canalizzazione ed intubazione del rio all'interno di Agrano. Analoghi fenomeni di esondazione verificatisi nell'estate 1995 evidenziano come tali fenomeni possano prodursi anche in assenza di eventi piovosi eccezionali.

In località Borca e lungo tutta la costa orientale del lago d'Orta, si sono verificati fenomeni di piccola entità riconducibili all'attività dei rii che drenano il versante orografico destro del lago; si segnalano l'allagamento di alcune strade e, secondariamente, la formazione di modeste e localizzate erosioni a spese dei terreni lungo costa. Tali fenomeni, che possono prodursi anche in concomitanza di eventi piovosi non eccezionali, sono principalmente da ascrivere al sistematico intubamento dei rii nelle zone abitate; in taluni casi i rii sottopassano addirittura gli edifici.

Comune di Pettenasco (NO)

Lungo il reticolo idrografico insistente nell'area si sono verificati fenomeni di trasporto in massa di materiale limoso sabbioso, con blocchi medio-grandi e massi, con riattivazione di numerosi apparati di conoide. Tali fenomeni hanno determinato notevoli danni sia ad infrastrutture che ad abitazioni.

La documentazione disponibile presso la Banca Dati Geologica Regionale evidenzia, nel passato, ripetute riattivazioni del conoide del Torrente Pescone; buona parte del territorio risulta inoltre soggetto a fenomeni di fluidificazione dei terreni incoerenti della copertura superficiale. Fenomeni puntuali, conseguenza di eventi meteorologici eccezionali, si riferiscono a frane sui versanti, a periodici allagamenti della S.S. n. 229 del Lago d'Orta ad opera dei rii minori e all'innalzamento del livello del lago con conseguente allagamento delle rive.

Torrente Pescone

In occasione dell'evento calamitoso dell'8 luglio i danni maggiori si sono riscontrati lungo il Torrente Pescone.

Nel territorio di Pettenasco (si ricorda che circa due terzi del tratto d'asta, in testata e mediano, sono compresi nel territorio comunale di Omegna), nel tratto compreso tra il limite comunale con Armeno sino al ponte della strada comunale della Val Pescone il torrente ha dato luogo a fenomeni erosivi che hanno messo in luce il substrato roccioso, dando origine a fenomeni d'instabilità lungo le sponde.

A monte di località Molino sono stati sottoscalzati i muri d'argine in sinistra idrografica; in corrispondenza dell'abitato si sono riscontrate lesioni ai muri d'argine e agli edifici in destra idrografica; a valle di località Molino sono state asportate una passerella di attraversamento e la soglia di derivazione della roggia che raggiunge la zona artigianale di Pettenasco. La soglia distrutta condizionava la quota d'alveo con un salto a valle di questa di circa 2 m, ora obliterato.

Si segnala inoltre la parziale asportazione della spalla sinistra del ponte comunale, evidenziando come il manufatto, pur non danneggiato, costituisca una limitazione alla sezione di deflusso delle acque di piena. Immediatamente a valle dell'attraversamento ferroviario si è verificato un arretramento della sponda destra idrografica di circa 2 m con l'abbattimento di una recinzione metallica di pertinenza di un'abitazione.

In area di conoide, tra il ponte della strada comunale e la zona artigianale, si registra la tendenza al deposito di materiale sabbioso e ghiaioso con innalzamento dell'alveo valutato in circa 1 m.

La presenza di una passerella in cemento, successivamente asportata dalle acque di piena, ha provocato in questi settori un innalzamento temporaneo delle acque di circa 4 m dal fondo alveo; parte di queste sono tracimate in destra idrografica seguendo una strada di accesso ad alcune abitazioni ed edifici industriali, divagando successivamente nelle aree comprese



Fig. 11. Pettenasco, sponda idrografica destra del Rio Pescone. Officina artigianale danneggiata.

tra la destra idrografica del torrente e la S.S. 229. In questa area si sono riversati acqua e fango coinvolgendo edifici artigianali, abitazioni e la centrale di pompaggio del metano, senza tuttavia arrecare danni strutturali o lesioni.

Immediatamente a valle della passerella, le acque di piena hanno danneggiato gravemente un'officina artigianale (falegnameria) ubicata in destra idrografica, causando il parziale crollo del muro a ridosso della sponda e di parte della pavimentazione (Fig. 11).

In sponda sinistra, prima di sottopassare il ponte della S.S. 229, è stata danneggiata una scogliera in grossi blocchi; la sponda destra è stata esondata, con deposizione di materiali a granulometria sabbiosogliaiosa.

Nell'area di foce si rileva una forte erosione spondale con arretramento di entrambe le rive: da 2 a 8 metri sulla riva destra, da 2 a 14 metri sulla sponda sinistra. Immediatamente a valle del ponte, in sponda sinistra, è stata danneggiata una scogliera in grossi massi a cui segue, non in continuità, un muro in cemento. A valle del muro (causa il diverso comportamento idraulico delle due difese spondali) si è innescato un processo erosivo che ha provocato l'arretramento della sponda causando il crollo di un edificio. Le acque di tracimazione hanno allagato le aree circostanti sino a raggiungere un'area adibita a campeggio e danneggiandone gran parte della recinzione.

In destra idrografica le acque di piena hanno provocato l'arretramento della sponda danneggiando un parcheggio privato, i giardini antistanti alcune abita-

zioni del Villaggio Pescone e scalzando le fondazioni dell'abitazione più prossima alla foce.

Allo sbocco del Torrente Pescone è stata inoltre completamente asportata una passerella in legno con spalle in calcestruzzo che costituiva una sensibile riduzione della sezione utile al deflusso delle acque.

Comune di Verbania (V.C.O.)

Nel Comune di Verbania i numerosi corsi d'acqua che drenano il versante sudoccidentale del Monte Rosso, tra le località Fondo Toce e Suna, sono stati interessati da intensi processi erosivi e deposizionali, da esondazioni e da fenomeni di trasporto di massa di miscele solido-liquide di modesto volume. Le masse d'acqua e le miscele solido-liquide sono esondate quasi sempre in corrispondenza di attraversamenti con sezioni di deflusso artificiali insufficienti ubicate nelle parti mediane e terminali del bacino di pertinenza.

I dissesti maggiori si sono verificati nel bacino del rio della Torre. Nell'alto bacino, a causa dell'insufficiente sezione di un attraversamento, la massa d'acqua è tracimata in destra idrografica e scorrendo sulla copertura superficiale di un versante acclive ha innescato una frana per fluidificazione e saturazione della copertura superficiale stessa che ha danneggiato la sottostante strada provinciale per la frazione Cavandone e demolito alcune membrature di un edificio in cemento armato in corso di realizzazione. Nella parte terminale del bacino del rio della Torre, a cau-

sa del progressivo restringimento delle sezioni di deflusso a monte dell'attraversamento della S.S. n. 34 del Lago Maggiore, si è verificata un'erosione in destra idrografica che ha investito direttamente un fabbricato di civile abitazione danneggiandone le strutture, colmando i locali al piano terra di materiale grossolano ed allagando i locali del primo piano.

Nella valle del torrente S. Bernardino i processi erosivi e deposizionali sono stati molto intensi nella tratta terminale del corso d'acqua rio Gabbiane; la piena ha sovrascorso il ponte di una strada comunale ed ha lesionato gravemente le difese trasversali e longitudinali immediatamente a valle dello stesso.

Intensi processi erosivi e deposizionali hanno interessato anche alcuni corsi d'acqua tributari in sponda sinistra del torrente S. Giovanni.

Nella piana di Fondo Toce all'estremità Sud-Ovest del territorio comunale, l'erosione del torrente Stronetta, ha allagato parzialmente l'area del polo tecnologico "Tecnoparco" e alcuni tratti delle aree circostanti il corso d'acqua.

Comune di S. Bernardino Verbano (V.C.O.)

Nel Comune di San Bernardino Verbano l'evento ha provocato danni diffusi ma modesti alla viabilità comunale e danni rilevanti ai manufatti dell'area industriale in località Isella, la quale è ubicata su un terrazzo alluvionale relitto in destra idrografica del torrente San Bernardino ma è attraversata da due corsi d'acqua tributari con alvei naturali poco incisi, il rio Falla ed il rio Annosa (o Fiumetta).

In seguito all'urbanizzazione dell'area questi corsi d'acqua sono stati artificialmente ristretti in sezioni, sia a cielo aperto che intubate, che l'evento ha evidenziato essere del tutto inadeguate e che hanno causato la tracimazione di entrambi i corsi d'acqua. L'erosione ha interessato i piazzali esterni ed i locali interni di alcune fabbriche dove, secondo i rilievi del tecnico comunale, acqua e fango hanno raggiunto un'altezza di 0,80 metri sul piano campagna (Ditte Eco-Inter e Tubor).

Una modesta frana accompagnata dalla fluidificazione del materiale spostato, avvenuta a spese di una porzione della scarpata di raccordo tra il terrazzo ove è ubicata l'area industriale ed il terrazzo posto a quota superiore, ha invaso parte dei locali di un altro fabbricato al piede ed in fregio alla scarpata stessa.

Comune di Cossogno (V.C.O.)

Nel Comune di Cossogno l'evento ha provocato modesti danni alle infrastrutture pubbliche e private; i dissesti hanno interessato in particolare il bacino idrografico del Rio Aureglio, dove, nell'alto bacino in località Alpe Aureglio, una frana per fluidificazione della copertura superficiale ha interessato la testata di un impluvio danneggiando i bottini di presa e le tubazioni di adduzione dell'acquedotto comunale. In prossimità della confluenza del Rio Aureglio con il Torrente San Bernardino il corso d'acqua è tra-

cimato in sinistra idrografica a partire dall'apice del conoide di deiezione e l'erosione ha investito i manufatti di una centrale idroelettrica che sono stati interessati dal deposito del carico solido.

Gli edifici di un'altra centrale idroelettrica sottostante l'abitato di Cossogno, in sinistra idrografica del Torrente San Bernardino, sono stati allagati da acque incanalate e di ruscellamento provenienti dalla zona dell'abitato. Secondo la testimonianza del personale di guardia alla centrale, l'acqua ha invaso i locali dell'impianto idroelettrico e la casa del custode raggiungendo un'altezza di circa un metro sul piano campagna.

2.3. ATTIVITÀ DI PRONTO INTERVENTO

Nelle prime ore successive all'evento i funzionari della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, congiuntamente ai tecnici dei Vigili del Fuoco, hanno redatto piani di evacuazione degli edifici coinvolti, formalizzati con l'emissione di ordinanze di sgombero da parte dei Sindaci. I criteri base per la redazione di tali piani sono stati la presenza di gravi lesioni strutturali agli edifici e la sussistenza di una condizione di pericolosità straordinaria connessa all'ubicazione degli edifici stessi ed alla dinamica torrentizia.

A seguito dei gravi danni rilevati nelle prime ore, si è reso necessario l'insediamento, presso l'ufficio tecnico del Comune di Omegna, del C.O.M. (Centro Operativo Misto) con compiti di coordinamento generale. Tale centro era composto da un rappresentante del Dipartimento della Protezione Civile, delle Forze dell'Ordine, dell'Esercito, delle Direzioni Tecniche Regionali, delle Amministrazioni Locali e delle società fornitrici di servizi.

In tale ambito alla Direzione è stato altresì assegnato il compito di coordinare tutti i lavori di somma urgenza inerenti il Rio S. Rocco (Comune di Omegna). Gli interventi sono stati eseguiti principalmente da imprese incaricate dal Comune, da squadre della Protezione Civile, dai Vigili del Fuoco e dall'Esercito. Il ripristino di tutti i servizi interrotti ha richiesto una decina di giorni di lavoro (Fig. 12).



Fig. 12. Omegna, Rio S. Rocco. Lavori di pronto intervento per il ripristino dell'attraversamento distrutto (Via Nobili). Sullo sfondo, passerella provvisoria in legno realizzata dalla Protezione Civile.

2.4. ATTIVITÀ DI RIPRISTINO

Successivamente alle operazioni di pronto intervento, l'attività della Direzione si è indirizzata a:

- individuare e quantificare, in collaborazione con i tecnici del Settore Decentrato Opere Pubbliche Difesa Assetto Idrogeologico di Novara, le opere di sistemazione, a carattere prevalentemente idraulico, atte a ridurre la pericolosità ed il conseguente rischio per gli insediamenti e le infrastrutture colpiti;
- individuare gli edifici da rilocalizzare;
- valutare, in sede di apposita Conferenza dei Servizi, i progetti relativi alle opere di sistemazione;
- individuare ed applicare gli strumenti normativi di pianificazione territoriale al fine della prevenzione del rischio.

Individuazione e quantificazione delle opere di sistemazione

La Direzione, unitamente al Settore Decentrato Opere Pubbliche Difesa Assetto Idrogeologico di Novara, ha effettuato una serie di sopralluoghi con lo scopo di individuare le criticità esistenti lungo i corsi

d'acqua e le tipologie di intervento necessarie per il ripristino. Sono stati individuati e successivamente finanziati circa 90 interventi, per uno stanziamento complessivo di 15 miliardi di lire. Le opere proposte sono finalizzate al recupero dell'efficienza idraulica dei corsi d'acqua e sono perlopiù mirate a favorire lo smaltimento di onde di piena con trasporto solido in massa.

Proposte di rilocalizzazione

La Direzione ha inoltre proposto un elenco degli edifici da trasferire e demolire, redatto sulla base di una valutazione dei fenomeni calamitosi avvenuti e sulla comprovata pericolosità dei siti su cui gli stessi insistono. In particolare, gli edifici da trasferire sono stati individuati utilizzando i seguenti criteri:

- edifici gravemente lesionati durante l'evento alluvionale;
- edifici ubicati in aree a grave rischio nei confronti di eventi alluvionali futuri, indipendentemente dal fatto che siano stati o meno lesionati nel corso dell'ultimo evento;
- edifici che, interferendo con i regimi idraulici, costituiscono un grave pericolo per le aree circostanti.

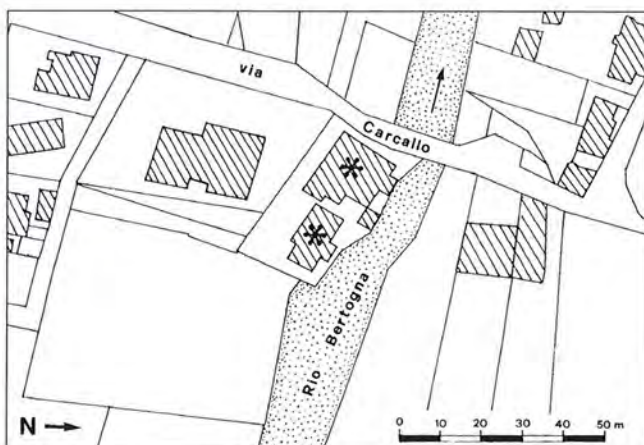


Fig. 13. Omegna, Rio Bertogna: ripresa aerea del 10-7-96 e corrispondente stralcio catastale (ridisegnato). I due edifici evidenziati dall'asterisco nello stralcio catastale e visibili al centro della foto sono stati gravemente lesionati durante l'evento.

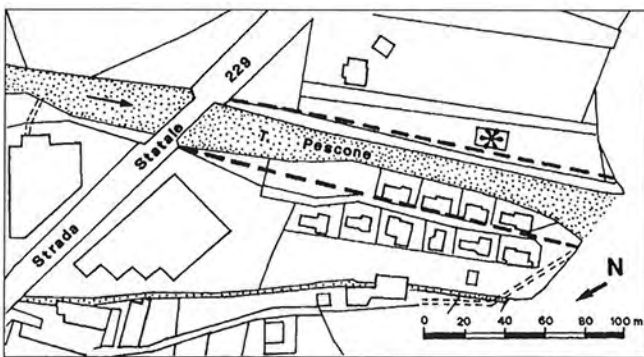


Fig. 14. Pettenasco, T. Pescone: ripresa dell'11-7-96 (da monte verso valle) e corrispondente stralcio catastale (ridisegnato). L'edificio evidenziato dall'asterisco nello stralcio catastale e visibile al centro della foto è stato distrutto durante l'evento. Con la linea tratteggiata sullo stralcio catastale è riportata la sezione d'alveo tratta dalla Mappa Rabbini risalente alla seconda metà dell'800.

- Nel complesso è stato proposto il trasferimento di:
- 2 campeggi ed alcuni baraccamenti nel Comune di Baveno;
 - 1 prefabbricato nel Comune di Gravellona Toce;
 - 9 abitazioni, alcuni garages e 5 opifici nel Comune di Omegna;
 - 1 abitazione ed 1 opificio nel Comune di Pettenasco;
 - 2 abitazioni nel Comune di Verbania.

Nelle figure 13 e 14 sono riportati due esempi, riferiti rispettivamente ai Comuni di Omegna e Pettenasco, di edifici per i quali la Direzione ha proposto il trasferimento sulla base di tutte e tre le problematiche su elencate.

Analisi dei progetti di sistemazione

L'attività riguardante gli interventi di sistemazione non si è esaurita con l'individuazione e la quantificazione delle opere, ma è proseguita con l'analisi dei progetti. Il Presidente della Giunta Regionale ha istituito, con ordinanza n. 3 del 13-9-1996, una Conferenza dei Servizi composta da membri appartenenti alle Direzioni Tecniche della Regione (Pianificazione e Gestione Urbanistica, Opere Pubbliche, Servizi Tecnici di Prevenzione, Pianificazione Risorse Idriche, Trasporti), al Ministero dei Beni Culturali e Ambientali, al Corpo Forestale dello Stato, al Magistrato per il Po, all'Ente Nazionale Strade, all'Autorità di Bacino per il fiume Po, alle Province di Novara e del Verban-

Cusio-Ossola ed ai Comuni interessati dall'evento, per valutare congiuntamente i progetti relativi alle opere di sistemazione.

Le opere approvate e successivamente realizzate sono perlopiù riconducibili a opere strutturali di difesa attiva, sia longitudinali che trasversali, e possono essere raggruppate secondo le seguenti tipologie prevalenti:

- briglie di tipo selettivo con vasca di accumulo a monte dell'opera di sbarramento (le più importanti sono ubicate nel territorio comunale di Omegna ed hanno capacità di accumulo variabili, stimate in circa 6.000 m³ sul rio San Rocco e circa 50.000 m³ sul rio Inferno) (Fig. 15);
- adeguamento delle sezioni di deflusso con ricalibratura delle sezioni trasversali e delle pendenze di fondo alveo, anche mediante l'utilizzo di soglie e/o salti di fondo (i più importanti salti di fondo sono stati realizzati sul rio Inferno, Comune di Omegna, con singoli dislivelli dell'ordine di circa 3-4 metri);
- protezioni spondali antierosive realizzate mediante muri in cemento armato rivestiti in pietra naturale oppure con scogliere in massi naturali;
- interventi di urbanizzazione primaria e secondaria necessari al ripristino di tratti di strade comunali, acquedotti, fognature e di alcuni attraversamenti relativamente al reticolo idrografico minore.

In più di un caso, i progetti esecutivi dei singoli lotti sono stati redatti in base a priorità di intervento stabilite nei progetti preliminari riguardanti l'intera



Fig. 15. Omegna, Rio Inferno. Briglia di tipo selettivo con vasca di accumulo (capacità 15.000 m³ circa), realizzata in apice di conoide (q. 315 m circa).

asta torrentizia e/o fluviale. In tali progetti si sono individuati gli interventi di sistemazione necessari al ripristino delle condizioni di sicurezza, compatibilmente con la forte antropizzazione presente nelle adiacenze dei corsi d'acqua, le priorità di realizzazione, i pericoli residui ed i controlli necessari a mantenere le opere in buona efficienza.

In tale ambito, la Conferenza dei Servizi, oltre ad analizzare i progetti sotto il profilo tecnico, ha contribuito attivamente alla loro definizione, fornendo in taluni casi proposte alternative o complementari a quelle presentate dai professionisti incaricati, in modo da ottenere l'ottimale rapporto costi-benefici unitamente a riduzioni considerevoli del rischio.

Proposte di prevenzione e pianificazione urbanistica

In un'ottica di tutela e pianificazione del territorio atta a superare la fase iniziale di pronto intervento, la Direzione ha individuato gli strumenti norma-

tivi di pianificazione, applicabili nelle aree colpite da calamità naturali.

Sulla base delle esperienze acquisite in occasione di precedenti eventi alluvionali sono state attuate due procedure previste dalle norme regionali vigenti:

- la prima attraverso la proposta di applicazione dell'art. 9 bis della L.R. n. 56 del 5-12-1977 "Tutela ed uso del suolo" e s.m.i. ai Comuni di Baveno, Gravellona Toce, Omegna, Pettenasco e Verbania; a tale proposta è seguita la revisione del P.R.G.C. dei Comuni di Omegna e Pettenasco, mentre per i rimanenti tre Comuni si è proceduto all'applicazione dei provvedimenti cautelari tramite deliberazione della Giunta Regionale;
- la seconda attraverso l'applicazione dell'art. 7 ter della L.R. n. 38 del 1978 e s.m.i. sul pronto intervento ai Comuni di Baveno, Gravellona Toce, Omegna, Pettenasco, San Bernardino Verbano e Verbania, con l'obiettivo di verificare il rilascio di concessioni edilizie in relazione alle condizioni di rischio idrogeologico del sito interessato.

Processi in conoide e presenza antropica: rapporto conflittuale

3.1. CONSIDERAZIONI

L'evento alluvionale del luglio 1996 ha riproposto una tipologia dissestiva caratteristica dell'ambiente alpino: i fenomeni di violenta attività torrentizia con attivazione di conoide alluvionale.

Il torrente «costruisce» il conoide tramite successive colate, costituite da acqua, fango e materiali solidi prelevati da monte, note come colate detritiche o lave torrentizie (*debris flow*). Gli intervalli temporali tra una colata e l'altra sono estremamente variabili, in funzione delle condizioni morfologiche dei bacini a monte. In alcuni casi le condizioni di dissesto del bacino inducono il verificarsi di più fenomeni di colata nell'arco dell'anno, laddove nella maggioranza dei casi gli intervalli tra una colata e l'altra sono nell'ordine di alcuni anni o alcuni decenni.

I processi di attivazione di conoide hanno causato e causano un'ampia percentuale dei danni ad abitati. La Banca Dati Geologica della Regione Piemonte segnala, alla data dell'evento, 2076 conoidi attivi, nella regione, con 426 segnalazioni di distruzione o danneggiamento di nuclei abitati per fenomeni di attivazione dei conoidi stessi. In Valle di Susa (ove sono disponibili molte informazioni) si rileva come il 74% dei danni segnalati siano dovuti a fenomeni in conoide.

La pericolosità dei conoidi alluvionali a fini insediativi è stata pure sottolineata dall'Autorità di Bacino del fiume Po nello *Schema previsionale per il risanamento idrogeologico del bacino del fiume Toce*, approvato con D.P.C.M. del 7 dicembre 1995. Il documento cita numerosi casi di dissesto in zona di conoide e classifica alcuni ambiti ad alto rischio per i quali si prevede vincolo di inedificabilità; tra questi sono compresi i conoidi sia attivi che stabilizzati.

Vi sono essenzialmente due fattori che hanno indotto ed inducono le popolazioni locali a collocare insediamenti in area di conoide, sottostimando le potenzialità distruttive delle colate detritiche:

- l'assenza di episodi di colata per intervalli di tempo anche piuttosto lunghi;
- portate liquide in condizioni ordinarie (o anche in condizioni di piena, se non si innescano fenomeni di trasporto in massa di materiali solidi) di norma piuttosto modeste, in virtù dell'area, spesso limitata, dei bacini idrografici interessati.

Ne risultano spesso interventi edificatori che, interferendo con il reticolo idrografico ed occupando le

aree di naturale espansione delle colate, pongono sicure basi per il realizzarsi di eventi calamitosi quali quelli verificatisi nel luglio 1996 nelle Province di Novara e Verbano-Cusio-Ossola. Quasi mai, nelle aree edificate su conoide, si riscontra una sezione di deflusso sufficiente a garantire lo smaltimento delle miscele liquido-solido generate dai processi di trasporto in massa.

Molte delle opere coinvolte dall'evento di luglio 1996 in zona di conoide (opere di attraversamento, di canalizzazione o di intubamento delle sezioni di deflusso) erano probabilmente state realizzate autonomamente da privati in assenza di precisi criteri di dimensionamento. In altri casi le opere erano invece probabilmente state dimensionate, da tecnici, utilizzando le classiche formulazioni per la verifica delle sezioni idrauliche. L'esperienza acquisita nel corso dei rilievi a seguito di questo ed altri eventi alluvionali, nonché le considerazioni di vari autori (tra questi: Anselmo, 1980; Caroni, 1982; Govi, 1978, Govi 1990) indicano chiaramente come tali metodi di dimensionamento basati sul confronto tra la portata di massima piena stimata con formule e la portata smaltibile da una determinata sezione, con o senza fattori correttivi per il trasporto solido, si siano rivelati del tutto inadeguati; tali metodi non considerano infatti che il flusso di una lava torrentizia non è assimilabile ad un deflusso liquido. Quanto sopra riguarda non solo il mero dimensionamento idraulico delle sezioni ma anche le numerose variazioni planimetriche alle quali vengono spesso obbligati i canali di deflusso in conoide al fine di adattarli alle esigenze insediative. Le colate di detrito non seguono mai tali modificazioni antropiche ma si propagano sul conoide seguendo una dinamica inerziale e solo in parte le imposizioni delle infrastrutture ivi presenti.

In conclusione, sulla base delle considerazioni di cui sopra si ritiene che:

- la realizzazione di nuove infrastrutture su conoidi alluvionali, sia attivi che stabilizzati, dovrebbe essere evitata nel caso di territori da urbanizzare e valutata con estrema attenzione nelle aree di completamento già antropizzate;
- nel dimensionamento e nella progettazione di interventi di sistemazione occorra svincolarsi dal classico approccio di tipo idraulico e dare ampio spazio ad elementi di tipo generale e morfologico valutando attentamente, ad esempio, lo stato di attività del

- conoide, le possibili direzioni di propagazione delle colate, le condizioni del bacino a monte;
- gli attraversamenti sui canali di deflusso in conoide dovrebbero sempre prevedere opere a campata unica che, scavalcando l'intera sezione, permettano il deflusso delle miscele liquido-solidi (alberi compresi) senza intasarsi e provocare rigurgiti;
 - mai, in nessun caso e per nessun motivo, i canali di scarico dei conoidi possano essere intubati, indipendentemente dalla forma o sezione del manufatto.

Riferimenti bibliografici

AA.VV. (1992), *Le Alpi dal M. Bianco al Lago Maggiore*. Guide Geologiche Regionali a cura della Società Geologica Italiana, 3, I, BE-MA editrice 1992.

ANSELMO V. (1980), *Sul comportamento delle infrastrutture stradali in ambiente alpino nel corso di eventi alluvionali*. Atti e Rass. Tech. Soc. Ingegneri e Architetti, Torino, 113, 2, 61-73.

CARONI E. (1982), *I metodi empirici per la valutazione delle portate di piena*. C.N.R. P.F. Conservazione del Suolo, Pubbl. 165, a cura di E. Caroni *et alii*.

GOVI M. (1978), *Gli eventi alluvionali del 1977 in Piemonte: problemi di protezione idrogeologica*. Atti del convegno "Pianificazione territoriale e geologia", Torino, aprile 1978, pag. 37-45.

GOVI M. (1990), *Mouvements de masses récentes et anciens dans les Alpes italiennes*. Proceedings of the fifth international symposium on landslides, Losanna, luglio 1988.

REGIONE PIEMONTE (1996), *Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte*. Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico.

REGIONE PIEMONTE (1996), *Gestione di un evento alluvionale: il caso dell'8-7-96 nel Cusio-Verbano, Piemonte*. Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico. Atti del Convegno Internazionale "La prevenzione delle catastrofi idrogeologiche: il contributo della ricerca scientifica, 5-7 novembre 1996, Alba, CNR-IRPI Torino e CNR-GNDICI", volume 1°, 89-100.

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