

la sera si è poi avuta una parossistica attivazione di questo processo nell'area collinare delle Langhe.

Con il passare delle ore il culmine della perturbazione, di provenienza sud occidentale, si spostava verso il nord del territorio regionale interessando il Monferrato e l'arco alpino con relative zone pedemontane poste a nord di Torino, risultavano così colpite da questo tipo di frana, anche le valli comprese tra il Pellice e la valle Sesia.

Al termine dell'evento alluvionale una vastissima parte della rete viaria di ogni livello della zona collinare delle Langhe, soprattutto, e dell'area delle Valli Monregalesi (bacini settentrionali delle alpi Liguri) risultava danneggiata (o, in qualche caso distrutta) dalle colate rapide conseguenti alle migliaia di frane di mobilitazione (Fig. 86).

Nelle zone meridionali alpine, ove affiorano litotipi scistosi (calcesisti e scisti permiani) oppure calcareo dolomiti (Serie Brianzonese), la litologia non ha apportato apparentemente una diversificazione tipologica del fenomeno, per contro lo stesso non appare in tutta la sua evidenza e con la densità che si riscontra nelle aree collinari poste in destra del fiume Tanaro.

Nelle ore pomeridiane e preserali del sabato 5 novembre la strada statale n. 28 della valle Tanaro, nel suo tratto tra Garessio e Ceva, come peraltro la viabilità provinciale delle adiacenti valli Mongia e Casotto (principalmente), erano inagibili per ripetute interruzioni da accumuli di colate detritiche che avevano invaso la carreggiata o anche, come nel caso di Priola (valle Tanaro), la sottostante linea ferroviaria.

Ma nelle stesse ore un quadro catastrofico si era manifestato poco più a Nord nelle valli minori delle Langhe, territorio ospitante i tributari di destra del fiume Tanaro.

Particolarmente colpita risultava, nella zona meridionale di quest'area, la città di Ceva; in particolare la parte di edificato posto a monte della zona ferroviaria, ai piedi del versante della Rocca del Forte e sul lato sinistro della vicina valle del torrente Bovina, oltre ai fianchi vallivi di questa e di altre valli minori limitrofe.

In Ceva numerosi episodi di frane per saturazione e scivolamento delle coltri superficiali con collegate colate detritico-terrose, con lunghezze superiori a 100 m, provocavano gravi danni a muri di controripa interessando ed interrompendo la viabilità locale ed il traffico ferroviario sulla linea Torino-Savona; alcuni edifici risultavano coinvolti in modo anche serio (Fig. 87).

Numerose interruzioni erano segnalate sulla strada statale n.28 tra Ceva e Nucetto in località Rocchini.

Altre situazioni simili si riscontravano in abitati posti al piede di versanti con pendenze sensibili.

È il caso di San Michele Mondovì, nella parte di recente e nuovo edificato posta a levante, così come la sottostante strada provinciale che in località Rocchini subiva numerose interruzioni.

Particolarmente spettacolare è stato questo tipo di processo sull'imbutiforme versante sottostante l'abitato di Cerreto Langhe (Fig. 88).

In questo luogo gran parte delle coperture giacenti sul ripido pendio e ricoprenti il substrato, costituito dalle testate della serie marnosa arenacea qui disposta a reggipoggio, si sono mosse confluendo, per ragioni di ordine morfologico, verso il centro del versante trascinando, nella loro discesa i materiali giacenti sul pendio.

Ne è stata danneggiata la strada a tornanti che dal centro abitato scende al fondovalle del torrente Belbo anche se l'evidente fluidità del materiale non ha provocato asportazioni di tratti del manufatto; durante il rilevamento dei dati di terreno si sono misurate tracce fangose sui tronchi di alcuni alberi di alto fusto, posti nel settore medio inferiore del versante, che lasciavano presumere altezze della massa in movimento, in alcuni luoghi, fino a 3 metri.

Come già citato al paragrafo sui "Danni", in provincia di Cuneo si dovevano registrare anche alcune vittime: due anziani coniugi erano travolti ed uccisi assieme ad alcuni capi di bestiame nel crollo di una



**Fig. 87.** Città di Ceva, stazione ferroviaria. Nell'immagine, ripresa da elicottero, sono rappresentati gli effetti derivanti dall'attivazione di diffuse frane superficiali sul versante sud della Rocca del Forte. Le colate detritiche hanno gravemente danneggiato la sede ferroviaria, infrastrutture ed edifici posti nelle vicinanze.



**Fig. 88.** *Comune di Cerretto Langhe. L'immagine mostra l'ampio settore di versante coinvolto da diffuse frane superficiali.*

stalla a Feisoglio, altre vittime erano segnalate a Neive e a Torre Mondovì.

Nel caso di Feisoglio, località Sprella Soprana, si è riscontrato che il processo franoso era di ridotte dimensioni sia per quanto riguarda il volume detritico sia per la traiettoria di caduta; l'edificio coinvolto era infatti addossato al piede della scarpata, ciò nonostante l'energia della massa movimentata è risultata sufficiente a provocare la demolizione del manufatto (Fig. 89).



**Fig. 89.** *Comune di Feisoglio, località Sprella. L'immagine mostra la porzione di edificio distrutta da una frana della copertura detritica superficiale la sera del sabato 5 novembre 1994. Nell'occasione hanno trovato al morte due persone che al momento si trovavano nell'edificio agricolo.*

A seguito della movimentazione di innumerevoli processi di frana delle coltri superficiali detritiche, e a seguito del confluimento di detti materiali nelle incisioni di versante, molte delle aste di ordine inferiore, afferenti agli alvei del fiume Bormida e del torrente Belbo, vedevano trasformata la violenta attività torrentizia, che le stava interessando, in attività per fenomeni di colata che avrebbero coinvolto tutta l'asta e gli apparati di conoide (cfr. Cap. 3).



**Fig. 90.** Immagine aerea ravvicinata di una frana di mobilitazione della coltre alterata nella quale è evidente l'estrema fluidificazione del materiale elettrico. Gli altri indizi visibili in foto (fratture, scarpate) sono legati ad altri processi franosi di diversa tipologia.

## Sistemi di controllo ed interventi di mitigazione del rischio su fenomeni franosi

### 6.1. ATTIVITÀ NELLA PROVINCIA DI CUNEO

#### Sistemi di controllo

Nel capitolo 5.1, *Processi di instabilità nell'area delle Langhe*, sono descritti dettagliatamente i fenomeni di versante verificatisi nelle Langhe cunesi nel corso dell'evento alluvionale.

Molti dei fenomeni franosi, allo stato sia evoluto che incipiente, si collocano in posizione molto prossima a nuclei abitati e la loro evoluzione potrebbe interessare i nuclei abitati stessi. Per tali fenomeni la Regione Piemonte ha predisposto, tramite il Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico, una campagna geognostica ed una rete di controllo dei movimenti franosi.

La tabella 1 riporta i movimenti franosi nella provincia di Cuneo, prossimi a nuclei abitati o ad importanti vie di comunicazione, sui quali è stato installato un sistema di controllo; sono pure riportati i principali fenomeni oggetto di interventi di mitigazione del rischio. I siti delle Langhe cunesi sono ubicati in Fig. 1.

Si tratta, nella grande maggioranza dei casi, di fenomeni di scivolamento planare lungo superfici di strato e, in misura decisamente minore, di fenomeni franosi per scivolamento rotazionale. La tabella 2 riassume i dati della campagna di controllo. La scelta dei siti è stata stabilita sulla base delle risultanze dei sopralluoghi effettuati dai funzionari della Direzione, sulla base delle segnalazioni da parte delle Autorità Comunali e sulla base dello studio delle aerofotografie. Le reti di controllo sono state dimensionate sulla base della rilevanza dei dissesti e sulla base del numero e dell'importanza delle strutture minacciate. Due dei siti interessati (Dogliani loc. Pianezzo e Paroldo concentrico) erano già sotto controllo inclinometrico dalla fine degli anni '80.

La procedura seguita per le indagini e l'impianto dei sistemi di controllo è stata di norma la seguente:

1) rilievo sistematico, da parte dei funzionari della Direzione, di tutti i fenomeni franosi segnalati dalle Autorità Comunali o rilevati dalle fotografie aeree;

2) riconoscimento dei fenomeni la cui evoluzione può minacciare nuclei abitati;

3) stima di massima delle indagini e del sistema di controllo necessario su ciascun sito e del relativo fabbisogno economico; preparazione di una scheda descrittiva;

4) erogazione (da parte dell'Assessorato Regionale OO.PP.) della somma necessaria ai Comuni interes-

sati e trasmissione ai Comuni stessi delle schede descrittive;

5) conferimento, da parte dei Comuni interessati, di incarico a geologo professionista per la redazione del progetto e la direzione dei lavori;

6) sopralluogo congiunto, su ciascun sito, con un funzionario tecnico del Settore, il professionista incaricato ed il tecnico comunale, al fine di definire le linee di ciascun intervento;

7) realizzazione delle indagini e messa in posto del sistema di controllo;

8) verifica di tutti i tubi inclinometrici tramite misure di spirallatura;

9) effettuazione, da parte di funzionari regionali del Settore, di una misura di zero su tutti gli inclinometri realizzati, tramite la sonda inclinometrica in dotazione al Settore stesso;

10) misure inclinometriche e di falda (con cadenza da 1 a 4 volte all'anno) su tutti i siti da parte di impresa esterna incaricata dall'Ente Regione;

11) interpretazione e conservazione di tutti i dati da parte dei funzionari regionali incaricati.

Il punto 9 si rende necessario al fine di potere in qualsiasi momento, anche a distanza di anni, effettuare direttamente misure di controllo anche in assenza di imprese esterne od in caso di variazione delle stesse.

#### Sistemi di controllo installati

Le strumentazioni installate sono:

- capisaldi topografici;
- inclinometri in foro;
- inclinometri automatici;
- piezometri a tubo aperto;
- estensimetri.

#### Controllo topografico

Su 47 siti è stato messo in opera un sistema di controllo topografico dei movimenti franosi. Al fine di uniformare sia la raccolta che la presentazione dei dati il Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico ha redatto apposite specifiche tecniche, trasmesse a tutti i Comuni interessati; la Fig. 2 riporta un esempio di presentazione grafica dei risultati.

Su 42 siti le misure avvengono tramite teodolite; mentre su 5 dei siti le misure topografiche vengono

**Tab. 1.** La tabella riporta tutti i siti della Provincia di Cuneo ove siano stati installati sistemi di controllo dei movimenti franosi nonché i principali interventi di mitigazione del rischio. I numeri della prima colonna si riferiscono alla figura 1.

**LEGENDA.** *Tipo frana:* PLI = fenomeno franoso per scivolamento planare allo stato incipiente; PLE = fenomeno franoso per scivolamento planare evoluto, con settori circostanti allo stato incipiente; ROT = fenomeno franoso per scivolamento rotazionale; FLU = fenomeno franoso per fluidificazione delle coperture superficiali; COMPL. = fenomeno franoso complesso.

*Danni:* edif. = singoli edifici distrutti o danneggiati; abitati = nuclei abitati distrutti o danneggiati; strade = sedi stradali distrutte o gravemente danneggiate; ostruz. = ostruzione di alveo; trasf. = edifici o nuclei abitati abbandonati o trasferiti altrove.

*Rischio per:* edif. = singoli edifici; abitati = nuclei abitati; strade = sedi stradali; ostruz. = ostruzione di alveo.

*Indagini e controlli:* topog. = controllo topografico; inclin. = controllo mediante inclinometri; piez. = controllo della falda mediante piezometri; esten. = controllo mediante estensimetri a filo; centr. = centralina per l'acquisizione in continuo di dati piezometrici e estensimetrici.

*Inter.* = sito sul quale sono stati effettuati interventi di mitigazione del rischio.

N.	Comune	località	tipo frana	danni					rischio				indagini e controlli					inter.		
				edif.	abitati	strade	ostruz.	trasf.	edif.	abitati	strade	ostruz.	topog.	inclin.	piez.	esten.	centr.			
1	Alba	Gabutto	PLI																	
2	Alba	Moretta/Toino	PLI																	
3	Alba	S. Rocco	FLU																	
4	Alba	Villa	PLI																	
5	Albaretto T.	Concentrico	PLE																	
6	Arguello	Cantabusso	PLE																	
7	Barbaresco	Torre	COMPL.																	
8	Barolo	Concentrico	COMPL.																	
9	Belvedere L.	Casanova	PLI																	
10	Belvedere L.	Praroli/Piangerumbo	PLI																	
11	Benevello	Bergogliasco	PLE																	
12	Bergolo	Burone	PLI																	
13	Bonvicino	Lowera	PLI																	
14	Bonvicino	Materassi	PLE																	
15	Borgomale	Pistone	PLI																	
16	Borgomale	Cissole/Massa/Prea	PLE																	
17	Borgomale	Villa/Montegrosso	PLE																	
18	Bosia	Concentrico	PLI																	
19	Bosia	Le Rutte	PLI																	
20	Bossolasco	Fna Azzurra	PLI																	
21	Camerana	Bricchetto	PLE																	
22	Camerana	Castello	COMPL.																	
23	Camerana	Costa Sottana	ROT																	
24	Camerana	Costa/Beltrami	ROT																	
25	Camerana	Rio Cordonera	PLE																	
26	Camo	Concentrico	PLI																	
27	Caprauna	Concentrico	COMPL.																	
28	Castelletto U.	Valentini	PLI																	
29	Castelletto U.	Villa Appiano	PLE																	
30	Castellino T.	versante Tanaro	FLU																	
31	Castino	Ferrera (a)/Vernetta (b)	PLI																	
32	Cerreto L.	S.Rocco	PLE																	
33	Cerreto L.	versante Belbo	FLU																	
34	Ceva	Campanone	FLU																	
35	Ceva	Costa Canile	ROT																	
36	Ceva	Costa Canile/Consolata	PLI																	
37	Ceva	Forte	FLU																	
38	Ceva	Poggi S. Spirito	PLI																	
39	Ceva	Ferrazzi	PLI																	
40	Cherasco	S. Michele	PLI																	
41	Cissole	Albere	PLI																	
42	Cissole	Pianezza	PLE																	
43	Clavesana	Prato del Pozzo	PLI																	
44	Cortemilia	Castella	PLI																	
45	Diano d'A.	Camparo	PLI																	
46	Diano d'A.	Parisio	FLU																	
47	Diano d'A.	Ricca	FLU																	
48	Diano d'A.	Servetti	PLI																	
49	Dogliani	Costabella	PLI																	
50	Dogliani	Pianezzo	PLI																	
51	Feisoglio	concentrico	ROT/FLU																	
52	Feisoglio	Madonna degli Angeli	PLE																	
53	Feisoglio	Piazza	PLE																	
54	Garessio	C.na Zitta	ROT/FLU																	
55	Garessio	Deversi	ROT																	
56	Gottasecca	Valle	PLI																	
57	Gottasecca	Santuario	ROT																	

N.	Comune	località	tipo frana	danni					rischio				indagini e controlli					inter.		
				edif.	abitati	strade	ostruz.	trasf.	edif.	abitati	strade	ostruz.	topog.	inclin.	piez.	esten.	centr.			
58	Guarene	Bosco/Coscia	ROT																	
59	Ighiano	Villa	PLI																	
60	La Morra	Concentrico	ROT																	
61	Lequio B.	Clementino	PLI																	
62	Lequio B.	Massa/Prea	PLE	vedi Borgomale, località Ciosso/Massa/Prea																
63	Levice	Pian Cassone	PLI																	
64	Levice	Lanternazza	PLI																	
65	Levice	Nicolini	PLI																	
66	Levice	S. Ermete	PLI																	
67	Levice	Concentrico	PLI																	
68	Mango	Concentrico	ROT																	
69	Mango	Gala	PLI																	
70	Mango	S.Donato/C.Ambrogio	PLE																	
71	Marsaglia	Baglione	PLI																	
72	Marsaglia	Gastaldi	PLI																	
73	Marsaglia	Arzola	PLE																	
74	Mombarcaro	C. Manculla	PLE																	
75	Monesiglio	Poggio	PLI																	
76	Monesiglio	Rio Paricella/Brioca	ROT																	
77	Monforte d'A.	Bettola	PLI																	
78	Monforte d'A.	Salicetti	PLI																	
79	Monforte d'A.	Concentrico	PLI																	
80	Montclupo A.	Bersano/Ceppa/Mortizzo	PLI																	
81	Murazzano	concentrico/Via Roma	PLI																	
82	Murazzano	Medichin	PLI																	
83	Murazzano	Odelli	PLI																	
84	Narzole	Vergne	PLI																	
85	Neive	Serra Capelli	PLI																	
86	Niella B.	Bandito	PLI																	
87	Niella B.	Giani	PLE																	
88	Niella B.	Marazzetti-Amabile	PLI																	
89	Ormea	Albra	ROT																	
90	Ormea	Scuole	FLU																	
91	Paroldo	concentrico	PLI																	
92	Paroldo	Galere	PLI																	
93	Perleto	Carbone	PLI																	
94	Perleto	concentrico	PLI																	
95	Pezzolo U.	Musso	PLI																	
96	Pezzolo U.	Vivai Negro	ROT/FLU																	
97	Priola	Candia	ROT																	
98	Prunetto	Bricco	ROT																	
99	Prunetto	Campo Marzo	PLI																	
100	Prunetto	Poggio	PLI																	
101	Prunetto	Rossini	PLE																	
102	Roascio	Concentrico	PLE																	
103	Rocca Cigliè	Crotte	PLE																	
104	Roddino	Noè	PLI																	
105	Roddino	Capra	PLI																	
106	Roddino	Concentrico	PLI																	
107	Rodello	Davichi/Cagnassi	PLI																	
108	Rodello	Ferreri	PLE																	
109	S. Benedetto B.	Borgaletto	PLE																	
110	S. Benedetto B.	Rio Vezza/Ca' dei Lu	PLE																	
111	Saliceto	M.na della Neve	PLE																	
112	Saliceto	S.Sebastiano (S.S. 339)	ROT																	
113	Scagnello	Perazzi	ROT																	
114	Scagnello	Routta/Bertini	FLU																	
115	Serravalle L.	concentrico	PLI																	
116	Serravalle L.	Manera	PLE																	
117	Sinio	Borine	COMPL																	
118	Sinio	Fontana	FLU																	
119	Sinio	Pellissera	ROT																	
120	Somano	Altavilla	PLI																	
121	Somano	Boglietto/Pedrotti	PLI																	
122	Torre B.	Villaretti	FLU																	
123	Torresina	Cimitero	PLI																	
124	Treiso	Ferrere	PLI																	
125	Trezzo T.	Sot.-Barone	PLE																	

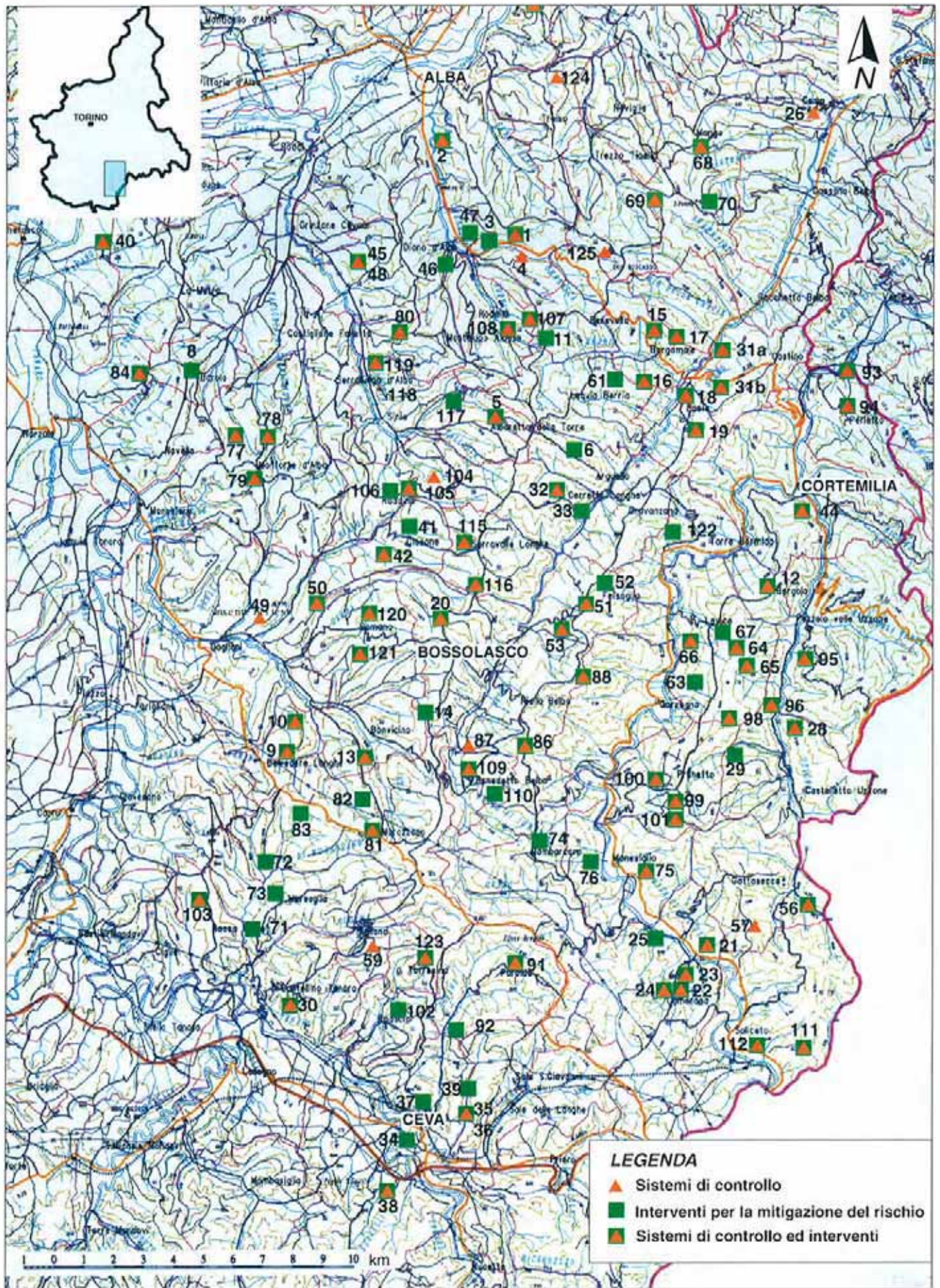


Fig. 1. Sistemi di controllo ed interventi di mitigazione del rischio su fenomeni franosi nelle Langhe cuneesi.

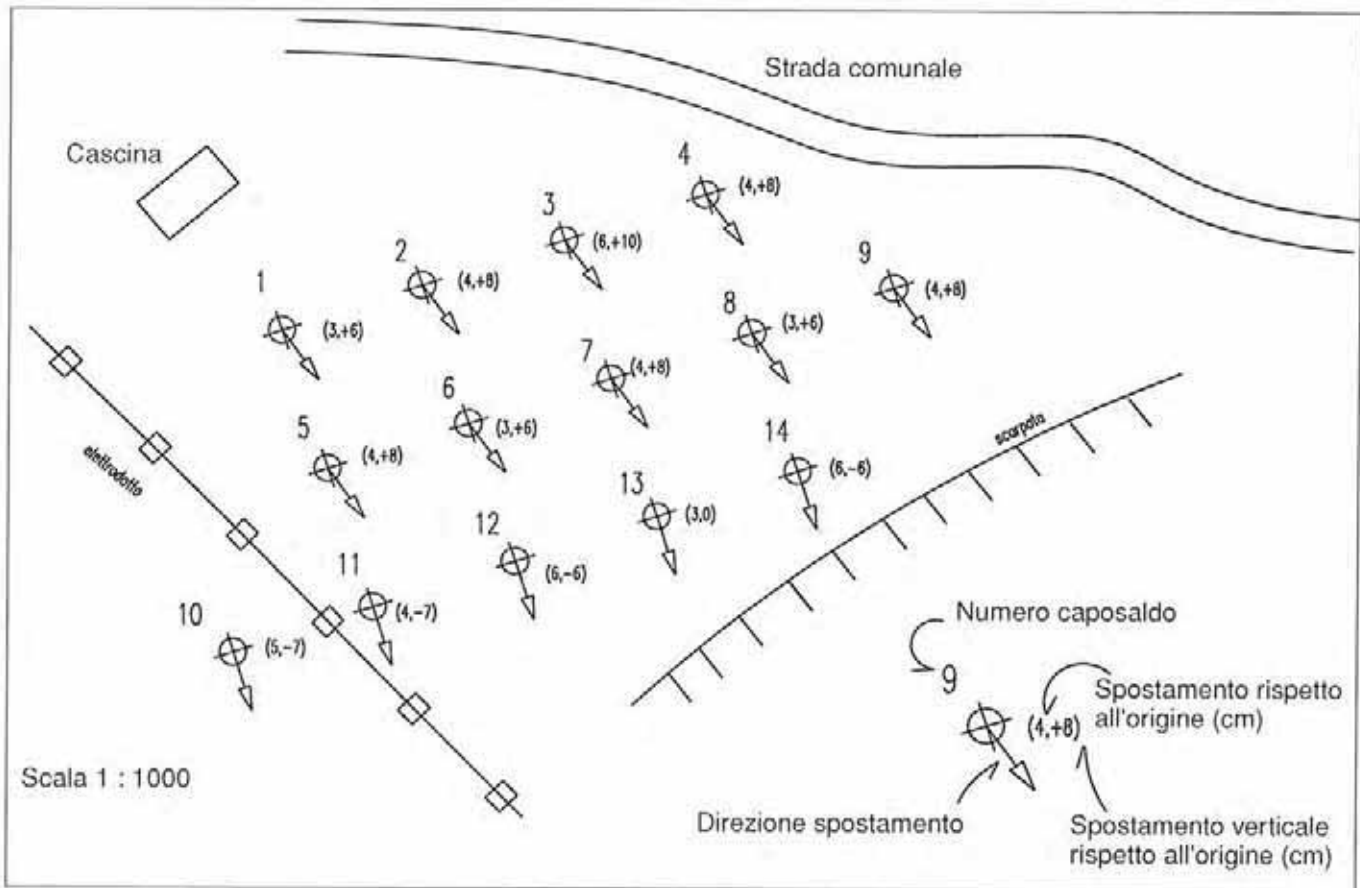


Fig. 2. Esempio di presentazione delle misure topografiche; figura tratta dalle Linee guida per le reti di controllo topografico, redatte dal Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico nel febbraio 1995.

Tab. 2. Quadro riassuntivo dei sistemi di controllo installati nella Provincia di Cuneo.

<b>Fenomeni franosi sotto controllo</b>	
Scivolamento planare lungo superfici di strato	70
Scivolamento rotazionale	11
Fenomeni franosi complessi	3
Numero totale dei siti strumentali	84
<b>Controlli topografici</b>	
Numero dei siti con controllo topografico	47
<b>Inclinometri</b>	
Numero dei siti strumentati con inclinometri	81
Numero dei tubi inclinometrici	260
Metri di tubi inclinometrici installati	6700
Numero di inclinometri automatizzati	2
<b>Piezometri</b>	
Numero dei siti strumentati con piezometri	74
Numero di piezometri	118
Numero di centraline piezometriche installate	27
<b>Estensimetri a filo</b>	
Numero degli estensimetri a filo installati	2

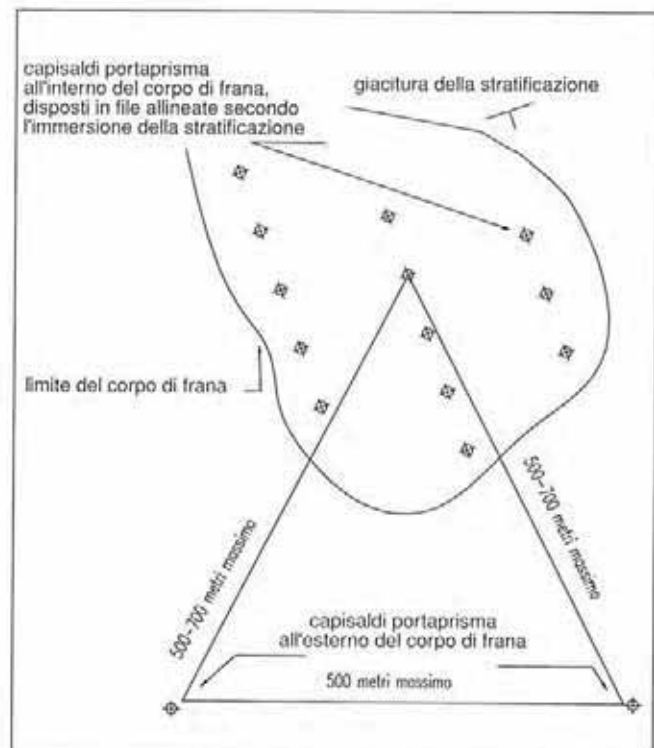


Fig. 3. Disposizione tipo dei capisaldi topografici; figura tratta dalle Linee guida per le reti di controllo topografico, redatte nel febbraio 1995.



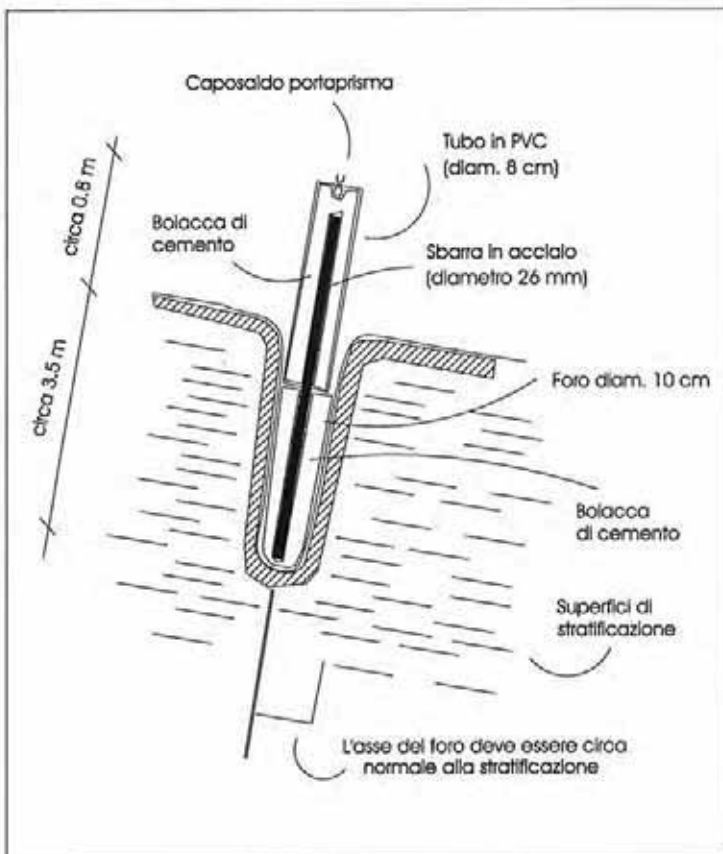


Fig. 4. Schema di caposaldo topografico ancorato; figura tratta dalle Linee guida per le reti di controllo topografico.

effettuate tramite sistemi satellitari GPS. Poiché il Settore scrivente si sta dotando di adeguata strumentazione GPS le misure con tale sistema saranno estese, in futuro, a più siti ed effettuate direttamente dai tecnici regionali.

Sono previsti, in linea di massima, uno o due capisaldi all'esterno ed alcuni capisaldi all'interno del corpo di frana (Fig. 3); le misure registrano gli spostamenti di ciascun caposaldo all'interno del corpo di frana rispetto alla misura iniziale.

I capisaldi all'interno del corpo di frana sono del tipo definito ancorato (Fig. 4) e sono stati realizzati cementando un'asta metallica all'interno di un foro da sonda a profondità 3 m, al fine di renderli solidali con un certo spessore di formazione ed evitare la registrazione dei soli movimenti corticali.

#### Controllo tramite inclinometri

Ottantuno siti sono controllati tramite uno o più inclinometri tradizionali con tubi in alluminio; sono stati installati complessivamente 260 inclinometri, per un totale di 6700 m.

#### Controllo tramite inclinometri automatizzati

In due siti, Narzole loc. Vergne e Serravalle loc. Concentrico, ove movimenti attivi si sviluppano a ridosso di nuclei abitati, sono stati posti in opera degli inclinometri automatizzati recentemente brevettati dal

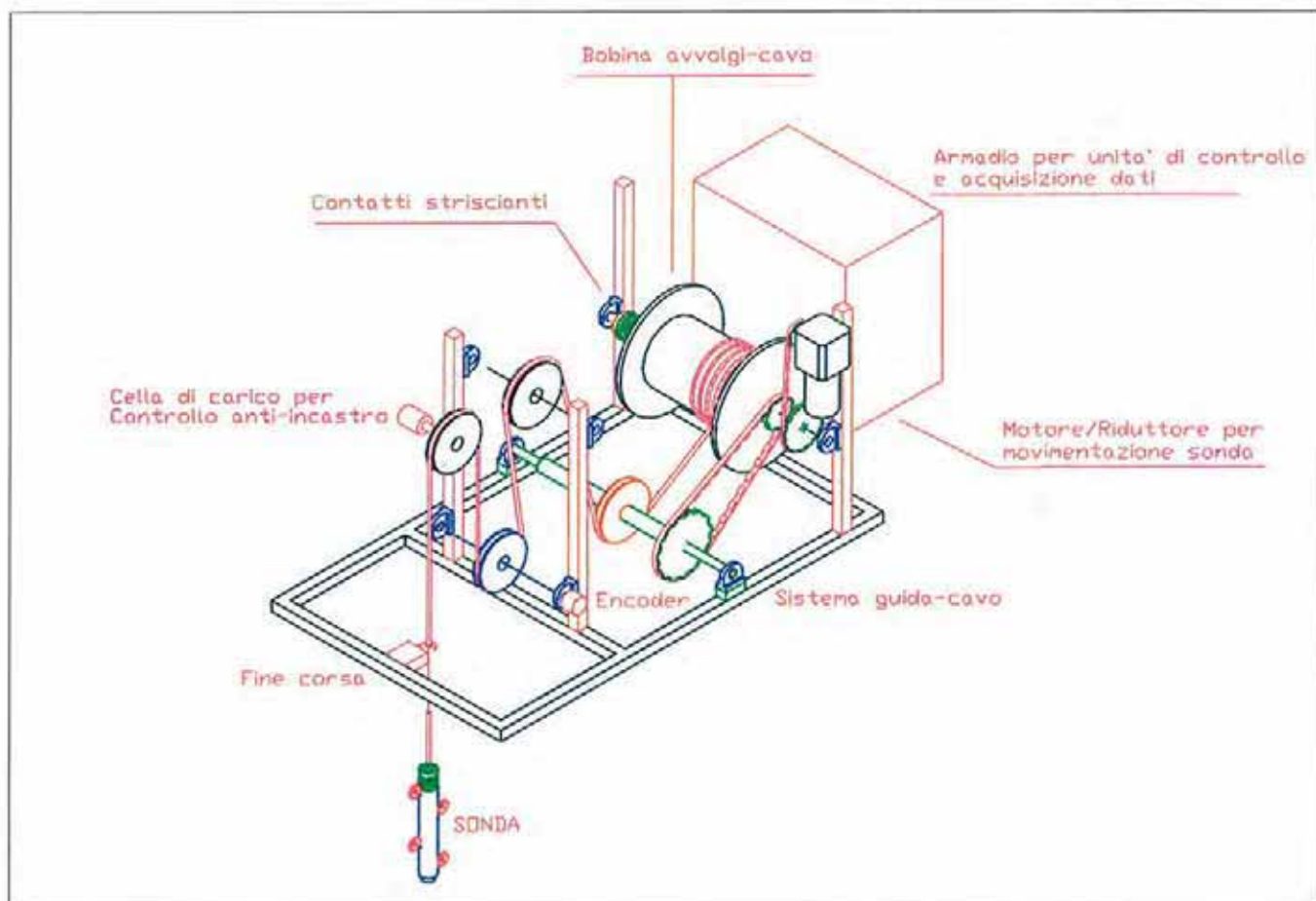


Fig. 5. Inclinometro automatizzato brevettato dal CNR-IRPI di Torino.

CNR-IRPI di Torino (Lollino, 1992). Tali dispositivi (Fig. 5) consistono in una sonda inclinometrica di tipo tradizionale asservita ad un motore elettrico a sua volta pilotato da una centralina elettronica programmabile. Tramite apposita programmazione la sonda viene periodicamente calata a fondo foro e fatta risalire con soste per le misure alle quote desiderate. Le misure sono leggibili a distanza tramite *modem* telefonico. Qualora il tubo risulti deformato al punto da non permettere il passaggio della sonda, il dispositivo recupera la sonda stessa e l'intero apparato può essere installato nuovamente su un altro tubo.

#### Estensimetri a filo

In due siti le fessure di coronamento sono controllate tramite estensimetri a filo, collegati ad una centralina per l'acquisizione in continuo dei dati.

#### Piezometri e centraline piezometriche

Su 74 siti sono stati posti in opera piezometri a tubo aperto. Il numero complessivo dei piezometri installati è di 118. Sono state inoltre installate 24 centraline per la registrazione in continuo dei dati di falda; a ciascuna centralina sono collegati uno o due trasduttori elettrici.

Sul sito di Monforte concentrico sono stati installati tre piezometri attrezzati con celle di Casagrande a varie profondità; l'interpretazione dei dati è effettuata con la collaborazione del Dipartimento di Ingegneria Strutturale del Politecnico di Torino.

La Fig. 6 riporta, a titolo di esempio, il sistema di controllo installato sul movimento franoso che interessa l'abitato di Serravalle Langhe.

I dati raccolti tramite la campagna geognostica sono stati utilizzati, in tutti i siti ove fossero previsti interventi di mitigazione del rischio, per la precisa progettazione degli interventi stessi. Alcuni dati sulle caratteristiche litotecniche dei materiali, derivanti dalle indagini geognostiche, sono riportati al paragrafo 5.1.

#### Risultati delle prime misure

Le letture di esercizio su tutti i tubi inclinometrici verranno effettuate da imprese specializzate, incaricate dall'Ente Regione, con cadenza media di due misure all'anno.

Il Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico ha comunque effettuato direttamente, con la propria strumentazione, le letture di origine su tutti gli inclinometri installati. Questo al fine di poter controllare l'operato delle imprese incaricate e per poter effettuare rapidamente, con la propria strumentazione, misure in caso di emergenza. Le letture di origine hanno inoltre permesso di valutare, unitamente alle misure spiralometriche, la corretta installazione delle verticali inclinometriche.

In una decina di siti si è provveduto ad effettuare direttamente anche alcune letture di esercizio. Al momento, soltanto presso il Comune di Perletto (località Concentrico e Carbone) tali letture hanno evidenziato movimenti profondi in atto.



Fig. 6. Sistema di controllo installato presso Serravalle Langhe (CN). Base topografica modificata dalla Carta Tecnica Regionale.

## Problemi di interpretazione

Come già ampiamente descritto nel paragrafo 5.1, i versanti Nord-Ovest delle Langhe sono affetti da fenomeni di instabilità generalmente descritti come scivolamenti planari lungo superfici di strato. In molti casi però agli scivolamenti planari in senso stretto si affiancano altre forme di instabilità, a questi strettamente correlati. A titolo di esempio si riportano di seguito i casi di Dogliani e Paroldo, ove gli inclinometri sono installati dalla fine degli anni '80 (Fig. 7).

A Dogliani, località Pianezzo, il continuo ripeter-

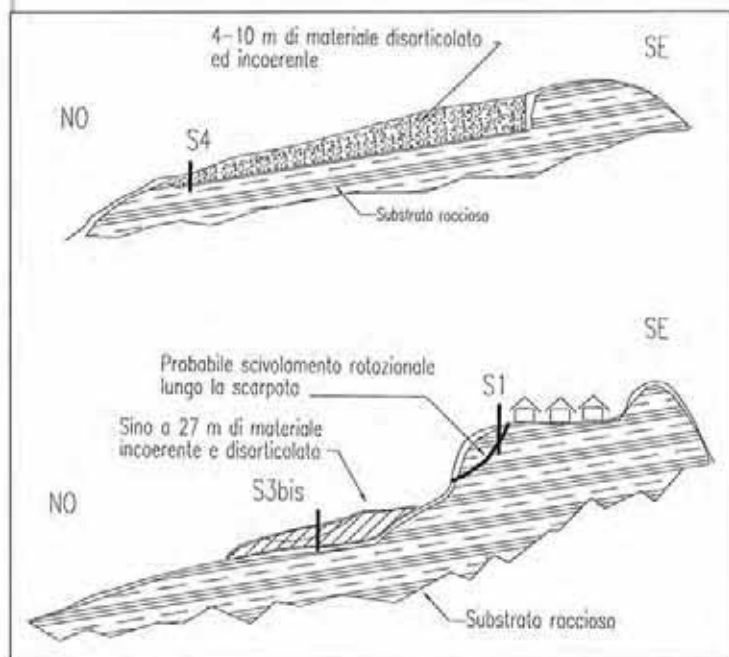


Fig. 7. Schema, non in scala, relativo ai fenomeni franosi presso Dogliani, loc. Pianezzo e Paroldo, loc. Concentrico.

si di fenomeni di movimento incipiente, con apertura di fessure e sviluppo di zone rigonfiate, ha prodotto un livello superficiale della potenza compresa tra 4 e 10 m circa completamente disarticolato e ridotto, di fatto, ad un ammasso limoso incoerente. Tale livello tende a muoversi lentamente, con meccanismi di deformazione plastica, più o meno indipendentemente dal più ampio fenomeno di scivolamento planare in senso stretto. I movimenti principali si sviluppano in corrispondenza del piede (presso l'inclinometro S4), ove una infrastruttura agricola è stata gravemente lesionata.

A Paroldo l'inclinometro 3 bis registra movimenti per deformazione plastica, su due differenti livelli, sino alla profondità di circa 27 m, spessore totalmente occupato da un ammasso limoso incoerente posto ai piedi di una scarpata. Tale ammasso deriva, secondo l'interpretazione recentemente proposta da una tesi di laurea realizzata sul movimento franoso di Paroldo (Ponza, 1996), dal disfacimento di zolle provenienti da movimento planari occorsi sulle scarpate superiori.

L'inclinometro n. 1, posto sul ciglio di una scarpata generata da antichi fenomeni per scivolamento planare, registra spiccati movimenti alla profondità di circa 4 m. Tali movimenti sono probabilmente imputabili a fenomeni franosi di tipo rotazionale innescati sul ciglio della scarpata stessa.

A Perletto, località concentrico, gli inclinometri installati a seguito dell'evento alluvionale (Fig. 8) segnalano nel primo anno di controllo movimenti di circa 2 cm alla profondità di 19 m (inclinometro S1) e 24 m (inclinometro S2). Il movimento sembra interessare una vecchia zolla originatasi per movimento planare; le stratigrafie dei sondaggi individuano infatti una successione di circa 20 m di terreni che hanno perso le originarie caratteristiche litotecniche.

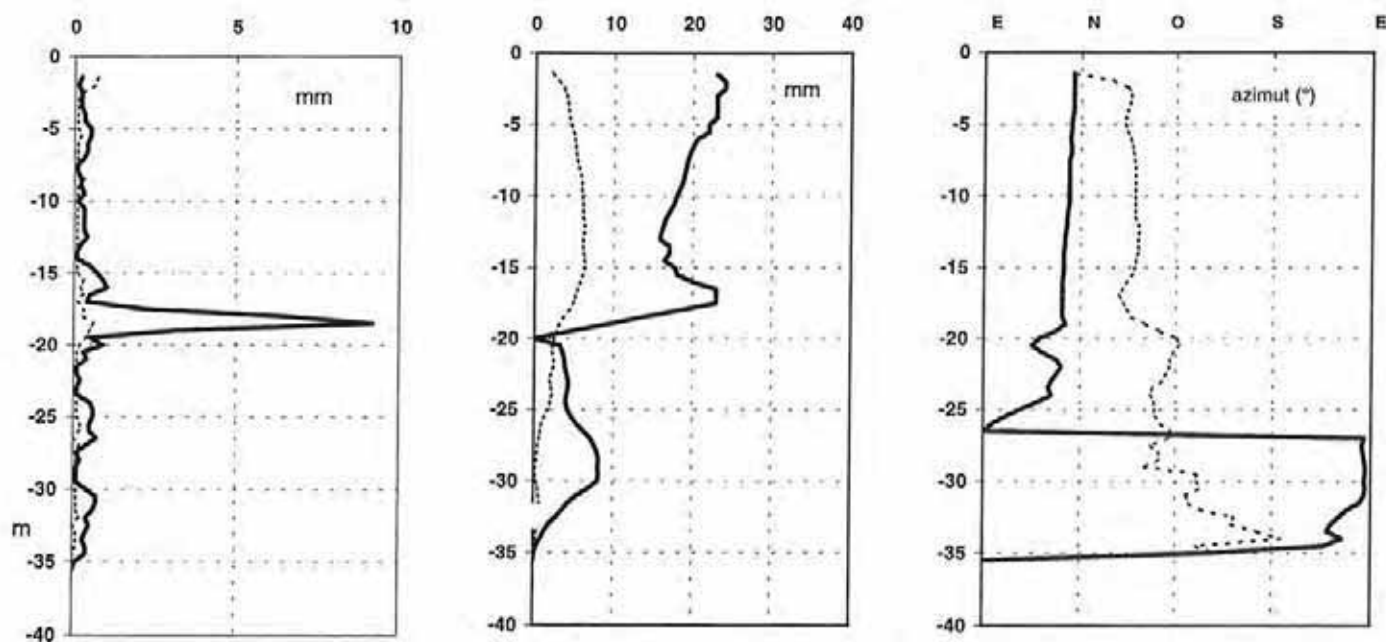


Fig. 8. Comune di Perletto, località concentrico; i tre diagrammi riportano rispettivamente lo spostamento differenziale, lo spostamento cumulato e l'azimut dell'inclinometro S1; la curva leggera tratteggiata indica la misura del 3-9-96, quella spessa intera la misura del 16-7-97. La misura di origine è del 4-7-1996.

Il movimento originario, di tipo planare, si sviluppò da SE verso NO, come la quasi totalità di tali movimenti nelle Langhe Cuneesi. Il movimento misurato avviene invece in direzione SSO-NNE ed è da imputarsi alla progressiva disarticolazione della zolla, secondo un meccanismo che è fortemente condizionato dall'assetto morfologico e strutturale dell'area (Fig. 9).

I casi di cui sopra indicano come, in fase di interpretazione delle misure, sia estremamente importante riconoscere quale forma di instabilità viene misurata, al fine di effettuare una corretta analisi dei fenomeni, valutare correttamente eventuali condizioni di rischio per gli abitati ed impostare correttamente, se necessario, interventi di mitigazione del rischio. Per quanto riguarda la risposta del fenomeno franoso alle condizioni della falda, ad esempio, è piuttosto evidente come nei citati casi di Paroldo, Dogliani e Perletto questa sarà legata anche alle normali precipitazioni annuali, mentre nei casi dei fenomeni planari in senso stretto l'innescio dei fenomeni sembra essere legato a soglie di piovosità decisamente più elevate (vedi capitolo 5).

### Gestione dei sistemi di controllo

Il Settore gestisce direttamente, dalla fine degli anni '80, una rete di controllo su movimenti franosi in Piemonte. Al momento la rete conta circa 160 siti, inclusi quelli di cui alla Tab. 1. È in corso un programma di interventi che dovrebbe elevare a circa

180 il numero dei fenomeni franosi sotto controllo entro il prossimo triennio. Lo stesso elenco di cui alla Tab. 1 è destinato ad allungarsi, in quanto il Settore prende in carico, a mano a mano che vengono realizzati, i sistemi di controllo installati autonomamente dai Comuni o dalle Comunità Montane. La gestione di tale mole di dati sarà resa possibile da un realizzando sistema per la raccolta, la gestione e la elaborazione di tutti i dati, completamente integrato con il Sistema Informativo Geologico della Direzione.

Tutti i sistemi installati sono finalizzati al controllo dell'evoluzione, nel tempo, dei movimenti franosi, al fine di disporre di tutti i dati necessari per una corretta valutazione delle condizioni di pericolosità geologica in corrispondenza dei nuclei abitati interessati.

### 6.2. INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Si è provveduto a curare l'identificazione di tutti i fenomeni franosi la cui evoluzione potesse interessare nuclei abitati ed ha curato le proposte progettuali per ciascun tipo di intervento.

Per numerose tipologie di fenomeno franoso gli interventi di sistemazione fanno riferimento a modalità e prassi di intervento consolidate. Nel caso dei fenomeni franosi per scivolamento planare lungo superfici di strato però, data la limitata diffusione areale di tale tipo di dissesto (di fatto limitata alle Langhe) e date le caratteristiche dello stesso, mancano precisi modelli di riferimento. Mancano inoltre (o sono rari

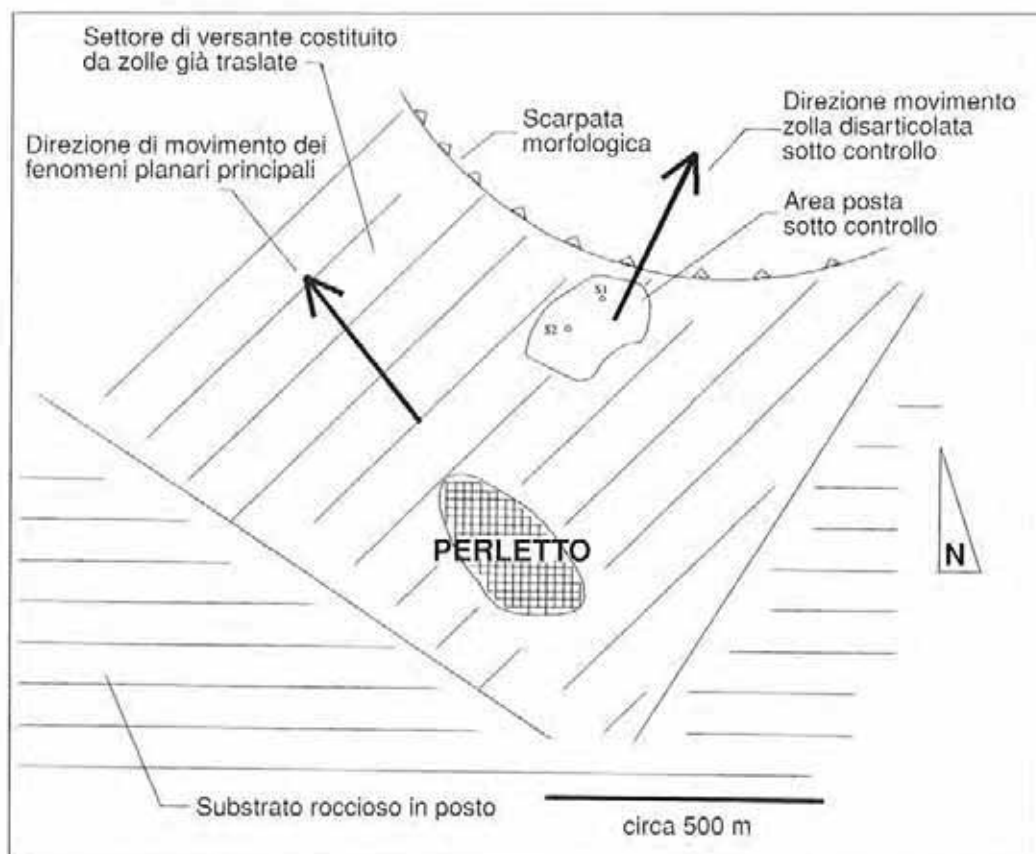


Fig. 9. Schema fenomeno franoso presso Perletto concentrico.

e sporadici) i casi passati di interventi su tale tipo di fenomeno. Per ovviare a tale lacuna e per uniformare gli interventi realizzati, in comuni diversi da professionisti diversi, il Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico ha redatto apposite linee-guida, trasmesse a tutti i comuni interessati ed integralmente riportate nel paragrafo "Linee guida per gli interventi di sistemazione". La tabella 1 riporta, in ultima colonna, i siti sui quali sono stati effettuati interventi, alcuni dei quali sono ancora in corso di realizzazione alla data di pubblicazione delle presenti note.

I fenomeni franosi allo stato incipiente rappresentano la maggior parte dei casi che prevedono interventi. In generale, le possibilità di una sistemazione definitiva dei dissesti franosi per scivolamento planare si scontrano con le dimensioni e la natura dei fenomeni stessi; non si hanno, inoltre, casi di dissesti analoghi totalmente sistemati. Ciononostante si ritiene che adeguati interventi di regimazione delle acque e di drenaggio possano condurre, se non all'arresto totale del fenomeno, ad un rallentamento dello stesso, ad una mitigazione del rischio di collasso ed all'elevazione delle soglie di piovosità necessarie per l'insorgere dei fenomeni stessi.

La procedura seguita per il riconoscimento dei siti ove realizzare interventi di mitigazione del rischio, in parte coincidente con la procedura relativa ai sistemi di controllo, è descritta nei punti seguenti.

- 1) riconoscimento dei fenomeni la cui evoluzione può minacciare nuclei abitati;
- 2) stima di massima dell'intervento e sua quantizzazione economica;
- 3) erogazione (da parte dell'Assessorato Regionale OO.PP.) della somma necessaria ai comuni interessati;
- 4) conferimento, da parte dei Comuni interessati, di incarico a professionisti per la redazione del progetto e la direzione dei lavori;
- 5) sopralluogo congiunto, su molti dei siti, con il funzionario tecnico regionale incaricato, il professionista incaricato ed il tecnico comunale, al fine di definire le linee di ciascun intervento;
- 6) redazione del progetto;
- 7) per i progetti di importo superiore ai 500 milioni di lire: verifica ed approvazione da parte della Segreteria Tecnica Regionale;
- 8) realizzazione degli interventi;
- 9) controllo, nel tempo, dell'efficacia di tutti gli interventi tramite le reti di controllo descritte nei paragrafi precedenti.

In corrispondenza degli interventi principali sono previste centraline per la misura delle portate defluenti dai sistemi di drenaggio, al fine di meglio valutare, nel tempo, l'efficienza della rete drenante.

Nelle linee guida viene suggerita una profondità massima per le trincee drenanti di 5 metri. Nel caso del fenomeno presso la località Pianezzo nel Comune di Dogliani, lo spessore della coltre incoerente ha richiesto la realizzazione di trincee drenanti spinte sino a 10 m di profondità.

Alla data odierna molti degli interventi riportati in tabella 1 sono in corso di realizzazione. Le figure 10 e 11 riportano interventi presso Pianezzo (Dogliani) e Pianezza (Ciscone).

### 6.3. SISTEMI DI CONTROLLO ED INTERVENTI NELLE PROVINCE DI ASTI ED ALESSANDRIA

Rispetto a quanto accaduto nella provincia Cuneese le provincie di Asti ed Alessandria hanno subito in misura decisamente minore gli effetti dei movimenti di versante ed il coinvolgimento della Direzione nelle procedure relative all'impianto dei sistemi di controllo e mitigazione del rischio è stato, in linea di massima, minore.

La tabella 3 riporta i principali sistemi di controllo installati su movimenti franosi nelle due provincie. La lista riportata in tabella 3 non è esaustiva in quanto alcune Amministrazioni Comunali hanno provveduto autonomamente alla realizzazione di sistemi di controllo.

Il Settore intende tuttavia prendere in carico anche tali sistemi di controllo, per garantire continuità nelle misure e uniformità di trattamento con gli altri siti.



Fig. 10. Dogliani, loc. Pianezzo. Interventi in corso di esecuzione (foto V. Peisino).



Fig. 11. Cissone, loc. Pianezza. Interventi in corso di esecuzione.

Tab. 3.

Comune	località	Provincia	tipo frana	danni					rischio			indagini e contr.				
				edif.	abitati	strade	ostruz.	trusf.	edif.	abitati	strade	ostruz.	inclin.	piez.	inter.	
Cabella Ligure	Montaldo di Coscia	AL	COMPL													
Fabbrica Curone	Caldirola	AL	COMPL													
Garbagna	Agliani	AL	COMPL													
Rocchetta Ligure	Celio	AL	ROT													
Visone	Buffa	AL	COMPL													
Cessole	Giaronetto	AT	COMPL													
Loazzolo	C. Audina	AT	ROT/COL													
Loazzolo	C. Foiano	AT	PLI													
Roccoverano	Str. Giorgino	AT	PLE													
S. Giorgio Scarampi	Arlanda	AT	COMPL													
S. Giorgio Scarampi	Str. Boglioli	AT	PLI													

#### 6.4. LINEE GUIDA PER GLI INTERVENTI DI SISTEMAZIONE

L'allegato A, di seguito nel capitolo, riporta integralmente il testo delle *Linee guida per i lavori di sistemazione sui dissesti franosi per scivolamento planare lungo superfici di strato nelle Langhe Cuneesi*, redatte dal Servizio (ora Settore) Interventi progettuali geologico tecnici della Regione Piemonte nel febbraio 1996.

#### Riferimenti bibliografici

LOLLINO G., *The automated inclinometric system*, proceedings of the 6th symposium Landslides, Christchurch, Nuova Zelanda, 10-14/2/1992.

PONZA M., *La frana di Paroldo*, "Alba Pompeia", Nuova serie, anno XVII, Fascicolo II, 2° semestre 1996.

REGIONE PIEMONTE (1995), *Linee guida per le reti di controllo topografico*. Settore Progettazione Interventi Geologico-Tecnici e Sismico.



**REGIONE PIEMONTE**

Assessorato Ambiente, Cave e Torbiere, Energia,  
Pianificazione e Gestione delle Risorse Idriche, Lavori Pubblici e Tutela del Suolo

Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione  
Settore per la Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico

Servizio Interventi Progettuali Geologico-Tecnici,  
Pronto Intervento e Verifica Grandi Opere Infrastrutturali

**LINEE GUIDA**

**per i lavori di sistemazione sui dissesti franosi  
per scivolamento planare  
lungo superfici di strato nelle Langhe Cuneesi**

**Torino, Febbraio 1996**



## LINEE GUIDA

### per i lavori di sistemazione sui dissesti franosi per scivolamento planare lungo superfici di strato nelle Langhe Cuneesi

Numerose località nelle Langhe sono state interessate, nel corso dell'evento alluvionale del novembre 1994, da dissesti per scivolamento planare lungo superfici di strato allo stato sia evoluto che incipiente. Le caratteristiche generali dei dissesti sono note e non verranno discusse in questa sede.

La Regione Piemonte ha già predisposto l'installazione di una rete di controllo e di indagini geognostiche su quei movimenti franosi che interessano nuclei abitati. Sono inoltre stati erogati stanziamenti per interventi su numerosi dissesti. Scopo delle presenti note è fornire linee-guida per tali interventi.

## SISTEMAZIONE DEI DISSESTI

### Fenomeni franosi allo stato incipiente

I fenomeni franosi allo stato incipiente rappresentano la maggior parte dei casi che prevedono interventi. In generale, le possibilità di una sistemazione definitiva dei dissesti franosi per scivolamento planare si scontrano con le dimensioni e la natura dei fenomeni stessi; non si hanno, inoltre, casi di dissesti analoghi totalmente sistemati. Ciononostante si ritiene che adeguati interventi di regimazione e di drenaggio possano condurre, se non all'arresto totale del fenomeno, ad un rallentamento dello stesso, ad una mitigazione del rischio di collasso e all'elevazione delle soglie di piovosità necessarie per l'innescamento dei fenomeni stessi.

L'evoluzione nel tempo delle fasi che caratterizzano i fenomeni franosi per scivolamento planare comporta, normalmente, lo sviluppo di fessure e trincee nella parte alta del dissesto e lo sviluppo di una morfologia rigonfiata, irregolare, con selle creste e contropendenze nella parte media e bassa. Tali elementi tendono naturalmente a creare, lungo il versante, delle leggere depressioni non drenate che, favorendo il ristagno delle acque, facilitano l'infiltrazione nel corpo di frana. Inoltre la forma concava «a catino» che molti settori di versante assumono in conseguenza dell'evoluzione nel tempo dei fenomeni franosi stessi favorisce il convogliamento delle acque ruscellanti sull'areale instabile. Gli elementi di cui sopra concorrono nel formare un quadro di estremo disordine nel microreticolato idrico superficiale, con una miriade di rivoli e di emergenze idriche.

Sulla base di quanto sopra le finalità degli interventi da realizzarsi sono essenzialmente:

- impedire che le acque ruscellanti lungo il versante possano convogliarsi sull'areale instabile;
- drenare le acque che tendono a convogliarsi lungo le fessure di coronamento;
- impermeabilizzare le fessure aperte, che rappresentano una principale via di infiltrazione in profondità;
- drenare tutte le depressioni superficiali che favoriscono condizioni di ristagno;
- drenare le emergenze idriche;
- drenare, per quanto possibile, le coperture superficiali che, in istato di saturazione, fungono da serbatoio per l'infiltrazione in profondità.

Con riferimento ai punti di cui sopra ed, in particolare, all'ultimo si ricorda quanto segnalato da Govi & Sorzana nel loro lavoro del 1982 (*Frane da scivolamento planare nelle Langhe cuneesi, febbraio-marzo 1972, febbraio 1974*; Bollettino della Associazione Mineraria Subalpina, A. XIX, n. 1-2, marzo-giugno 1982). In tutti i fenomeni franosi da loro descritti, la piovosità cumulata nei 60 giorni precedenti il collasso ha giocato un ruolo essenziale. Tale elemento è verosimilmente in relazione con una progressiva e relativamente lenta saturazione dell'ammasso roccioso nel periodo che precede il collasso, innescato poi da due-quattro giorni di precipitazioni intense e continue che, da se sole, non sarebbero state sufficienti a provocare il collasso. Ostacolare il processo di saturazione appare quindi un'efficace via per ridurre il rischio di innesco.

Le finalità di cui ai punti precedenti saranno perseguite essenzialmente mediante uno o più dei seguenti interventi:

- realizzazione di canalette;
- realizzazione di trincee drenanti;
- realizzazione di drenaggi di tipo agricolo;
- riprofilature.

Le precise modalità di ciascun intervento saranno definite caso per caso in funzione delle caratteristiche specifiche di ciascun dissesto e del numero e della rilevanza delle infrastrutture sottoposte a rischio. La figura 1 schematizza un generico intervento su di un movimento franoso per scivolamento planare allo stato incipiente che prevede:

- realizzazione di opere di presidio sui fossi esistenti ai lati dell'areale in frana (situazione piuttosto comune) o, se non altrimenti possibile, presidio di fossi sul corpo di frana stesso. Tali fossi raccoglieranno e convoglieranno nel più vicino impluvio naturale tutte le acque raccolte dalle opere successive;
- qualora i fossi di cui sopra non fossero naturalmente presenti occorre realizzarli artificialmente e presidiarli;
- realizzazione di un canale di gronda (preferibilmente in terra) che scarica nei fossi di cui sopra;
- realizzazione di canalette trasversali che intercettano settori non drenati ed emergenze idriche;
- riprofilatura di un tratto di versante per eliminare un'ampia depressione non drenata;
- realizzazione di trincee drenanti principali e di altre trincee che raccordano alle principali con disposizione a lisca di pesce;
- eventuale difesa al piede, in caso di erosione da parte di un torrente.

#### *Considerazioni circa le fessure aperte*

Le fessure beanti, più comuni nelle parti alte dei dissesti, rappresentano una importante via principale di infiltrazione lungo l'asse verticale. Le fessure modeste possono essere sigillate direttamente tramite materiale impermeabile; le fessure maggiori devono essere sigillate dopo essere state intasate con materiale anidro. Il materiale utilizzato per la sigillatura dovrebbe preferibilmente essere argilla, adeguatamente rullata. Vedi oltre per i problemi legati all'eventuale drenaggio delle fessure.

In ogni caso occorrerà porre estrema cura nell'allontanare tutte le acque superficiali che possano essere convogliate verso le fessure.

#### *Disposizione delle trincee drenanti*

Le trincee principali sono normalmente realizzate secondo la massima pendenza, sebbene possano discostarsene leggermente quando seguano un avvallamento naturale, caso piuttosto comune. Le trincee principali vengono poi integrate con aste minori che si raccordano al principale secondo uno schema a lisca di pesce (fig. 2). Le aste drenanti minori dovrebbero preferibilmente intercettare i settori depressi e/o con ristagni di acque.

Sono da evitarsi le trincee disposte secondo le curve di livello in quanto potrebbero agire come giunti di trazione. In caso di infiltrazione diretta di acque dalla superficie che ecceda le capacità di scarico del dreno potrebbero provocare pericolose sovrappressioni idrauliche; eventualità non remota data la pendenza modesta raggiungibile da una trincea così disposta.

Una questione piuttosto delicata riguarda l'eventuale impostazione di trincee drenanti lungo fessure beanti apertesi presso il coronamento o comunque sul corpo di frana. Si ritiene, in linea di massima, che tali fessure dovrebbero essere sigillate come già sopra citato. L'imposta, lungo tali fessure, di trincee drenanti se da un lato favorirebbe un rapido smaltimento delle acque di infiltrazione superficiale, dall'altro causerebbe il permanere di una via preferenziale di infiltrazione profonda.

L'impostazione di trincee drenanti lungo le fessure aperte, quindi, anche se non da escludersi a priori, deve essere valutato con estrema cautela e limitato ad alcuni casi particolari. Uno di tali casi potrebbe essere quello di una fessura impostata lungo una marcata depressione morfologica che drena le acque dai fianchi della depressione stessa. In tal caso, essendo comunque impossibile evitare che vengano convogliate acque sulla fessura stessa, la trincea permette di allontanare rapidamente le acque raccolte.

La disposizione generale dei drenaggi e delle canalette deve essere tale da interessare uniformemente tutto l'areale in frana, evitando di creare disequilibri tra settori limitrofi.

#### *Considerazioni circa la profondità dei drenaggi*

Scopo delle trincee è drenare adeguatamente le coperture superficiali, le zone di ristagno e/o gli strati superficiali più alterati al fine di limitare l'infiltrazione in profondità. A tal fine sarà opportuno, in linea di massima, limitare la profondità delle opere drenanti alle coperture superficiali ed ai livelli superficiali più alterati, evitando di penetrare nel basamento inalterato, per non creare vie preferenziali di infiltrazione profonda.

In caso di copertura superficiale con spessore molto limitato sarebbe opportuno verificare l'opportunità di utilizzare reti di drenaggi superficiali di tipo agricolo e comunque di limitare la profondità delle trincee a non più di due metri.

In caso di forti spessori di substrato molto alterato e disarticolato le trincee potranno spingersi sino a profondità massime di 4-5 m .

#### *Priorità degli interventi*

Fermo restando che gli interventi dovranno essere decisi caso per caso si ritiene che, in linea di massima, le priorità dovrebbero essere le seguenti:

- 1) regimazione delle acque superficiali e presidio di fossi esistenti e regimazione delle acque lungo le sedi stradali (se presenti);
- 2) interventi di cui al punto 1 e drenaggio delle coperture superficiali mediante tecniche di tipo agricolo;
- 3) interventi di cui al punto 1, eventuali interventi di cui al punto 2 e realizzazione di trincee drenanti.

#### *Regimazione delle acque lungo le sedi stradali*

Lo sviluppo dei grandi fenomeni franosi in parola tende, in generale, a svilupparsi per cause totalmente naturali ed indipendenti dalla presenza umana. Alcuni interventi antropici rappresentano comunque un fattore di disturbo. Le opere stradali, in particolare, presentano numerosi aspetti negativi, riassumibili nei punti seguenti (Govi & Sorzana, op. cit.):

- tagli di versante per la realizzazione di sedi stradali, che mettono in esposizione il substrato fratturato e facilitano l'infiltrazione;
- cospicui ristagni d'acqua trattenuta a monte di strade costruite trasversalmente al pendio, su rilevato in terra privo di opere drenanti;
- intercettazione e trasferimento di acque scolanti da un'intero versante da parte di sedi stradali a mezza costa con pendenze convergenti verso la zona assiale di ampi impluvi privi di canali di deflusso;
- ruscellamento concentrato lungo strade costruite in trincea, entro incisioni naturali spesso coincidenti con fratture perimetrali di antiche frane.

Al fine di eliminare, o quanto meno mitigare, gli effetti sopra descritti occorre realizzare, lungo tutte le sedi stradali che eventualmente attraversano o sovrastano le zone in frana, adeguate opere di regimazione delle acque superficiali tramite canalette ed altri manufatti.

#### *Considerazioni circa i drenaggi profondi*

Si ritiene che l'impiego di drenaggi profondi tramite pozzi, pozzi collegati o diaframmi drenanti (le cui modalità esecutive non saranno qui discusse), ancorché non da escludersi *a priori*, debba essere valutato con estrema cautela. Occorre, a proposito, tener presente alcune considerazioni relative ad una sia pur approssimativa analisi costi-benefici.

- Data la notevole estensione areale dei dissesti, dato il numero degli stessi e dato il costo estremamente elevato, tali opere non potrebbero, in linea di massima, essere estese all'intero areale instabile ma solo a settori dello stesso (in prossimità, ad esempio, dei nuclei abitati).
- Le opere indurrebbero, indubbiamente, una sostanziale riduzione della pressione idraulica nell'intorno delle stesse.
- Data l'estensione media dei fenomeni e data la litologia a prevalenza marnosa, l'effetto di cui al punto precedente avrebbe, di fatto, carattere puntuale.
- Drenaggi profondi puntuali non ridurrebbero comunque in maniera significativa i contenuti in acqua del corpo di frana nel suo insieme.
- Appare dubbio che un'intervento di drenaggio profondo su di un solo settore di un'areale in frana possa ridurre le probabilità di quel settore di essere coinvolto qualora il movimento, nel suo insieme, si riattivi.
- Alcune recenti ricerche (F. Forlati, R. Lancellotta, A. Osella, C. Scavia, F. Veniale, *Analisi dei fenomeni di scivolamento planare nelle Langhe*, GEAM, a. XXXII n. 4, dicembre 1995) sottolineano come nei meccanismi di innesco dei fenomeni franosi per scivolamento planare un ruolo fondamentale venga giocato dall'effetto di spinta indotto da livelli di argille rigonfianti.
- Se, come sottolineato dalle ricerche di cui sopra, il contenuto in acqua più che la pressione idraulica giocasse un ruolo essenziale nei fenomeni di innesco, i benefici in termini di riduzione complessiva del rischio di collasso potrebbero non essere commisurati ai costi di molto più elevati.

In conclusione si ritiene che, allo stato attuale delle conoscenze, dato il carattere puntuale dei drenaggi profondi, date (per quanto note) le dinamiche dei dissesti in parola e data la mancanza di esempi applicativi passati non sia dimostrato che all'elevato costo di tali opere corrisponda un'altrettanto elevata riduzione delle probabilità di collasso. In generale quindi, le sistemazioni saranno effettuate tramite l'estensivo impiego delle regimazioni superficiali sopra descritte. L'impiego dei drenaggi profondi potrà essere applicato, dopo attenta verifica, solamente a casi particolari.

### Fenomeni franosi evoluti

Si interviene sul corpo franato in maniera del tutto analoga a quanto sopra esposto per i fenomeni incipienti verificando attentamente le condizioni del settore di versante circostante quello collassato. È comune infatti, che i tratti collassati rappresentino porzioni di più vasti areali instabili spesso interessati da fenomeni di franamento incipiente. Sono, in linea di massima, necessari estesi interventi di riprofilatura e, se il corpo di frana ostruisce un torrente, la rimozione o il rimodellamento del piede dell'accumulo.

### Situazioni particolari

Eventuali situazioni particolari saranno discusse caso per caso. Alcuni casi sono di seguito riportati.

*Abitazioni poste a monte del coronamento di un dissesto evoluto.* Può essere verificata l'opportunità di realizzare opere di sostegno della scarpata associate a drenaggi suborizzontali inseriti nella scarpata stessa. In tal caso le opere di sostegno e drenaggio hanno come scopo essenziale quello di impedire collassi della scarpata lungo superfici circolari. In caso di ripresa del movimento planare che interressi il settore a monte della scarpata le opere di contrasto avrebbero probabilmente efficacia estremamente ridotta e sarebbe quindi opportuno integrare tale intervento con regimazioni (del tipo di quelle proposte per i fenomeni incipienti) nel settore a monte dell'abitato.

*Fenomeni incipienti su versanti ad acclività elevata.* Sono casi relativamente rari, perlopiù corrispondenti a riprese di movimento presso antiche scarpate di coronamento. L'acclività elevata rende talora possibile l'installazione di drenaggi suborizzontali.

## TIPOLOGIE DI OPERE

Si riportano le caratteristiche generali delle canalette e delle opere drenanti. La scelta del tipo di canaletta sarà decisa caso per caso, tenendo presente le considerazioni seguenti:

- sono da preferirsi, in linea di massima, le canalette in terra che presentano però lo svantaggio di aver bisogno di una manutenzione piuttosto regolare;
- le canalette od i fossi principali, che raccolgono le acque delle altre opere drenanti, devono sempre essere presidiati, al fine di evitare approfondimenti per erosione;

Sono da evitarsi, per quanto possibile, canalizzazioni rigide che non siano in grado di assorbire le deformazioni tipiche dei corpi di frana.

### Canalette in terra

Possono essere di due tipi: non presidiate o presidiate.

Le canalette non presidiate sono realizzate completamente in scavo di forma trapezia e di sezione minima di 0.16 m<sup>2</sup>. Nel caso di canalette in terra a mezza costa, o comunque non disposte secondo la massima pendenza, occorre realizzare, lato valle, un argine ben costipato utilizzando il terreno proveniente dallo scavo in modo tale da raggiungere una quota pari a quella del ciglio di monte.

Laddove la pendenza e le caratteristiche del terreno non garantiscano la funzionalità delle canalette (interramento erosione ecc.) devono essere previste opere di difesa e presidio. Tali opere possono consistere in uno o più dei seguenti:

- esecuzione di un'arginello in pietrame a contenimento della sponda di valle della canaletta;
- rivestimento della superficie della canaletta con pietrame (cunetta rivestita);

- esecuzione di due file di graticci di fascine verdi o di viminate per il contenimento delle sponde interne della canaletta;
- realizzazione di piccole briglie in legno mediante infissione nel terreno di picchetti di castagno, robinia o rovere (diametro 6-9 cm ed altezza 1-1.2 m), infissi nel terreno per circa 80-90 cm, con interasse di 20 cm, su cui vengono fissati a monte paletti orizzontali, accostati l'uno all'altro e di lunghezza di circa 1 m. Sul lato monte della briglia in legno verrà posto un telo di tessuto non-tessuto, al fine di evitare l'erosione ed il trasporto del materiale fine contenuto dalla briglia stessa. A monte della briglia deve essere sistemato pietrame, per un tratto di circa 50 cm.

L'interasse tra briglie successive viene così stabilito:

- 2.5-3 m per pendenze sino al 30%;
- 1.5-2 m per pendenze superiori.

Le canalette in legname e pietrame (descritte oltre) sono anch'esse canalette presidiate.

### **Canalette in legname e pietrame**

La canaletta viene realizzata con forma trapezia (dimensioni: altezza 80 cm; base minore 70 cm; base maggiore 170 cm) con intelaiatura realizzata con pali di legname idoneo (diametro 15-20 cm) e con il fondo e le pareti rivestiti in pietrame (spessore 20 cm) posto in opera a mano. Il tondame, posto in opera longitudinalmente viene ancorato a quello infisso sul terreno, disposto con il lato obliquo della canaletta, tramite chioderia e graffe metalliche; ogni 7 m viene inserita nella parte sommitale dell'opera una traversa in legno per rendere più rigida la struttura.

### **Canalette prefabbricate in calcestruzzo**

Le canalette prefabbricate in calcestruzzo devono essere costituite da elementi prefabbricati normalmente a sezione trapezia e di ampiezza variabile in modo che l'elemento di canaletta di monte entri, con la parte più stretta, nell'elemento di canaletta di valle con piccola sovrapposizione. Le dimensioni usuali degli embrici sono 50x50x20 cm.

Gli elementi di cui sopra devono essere prodotti con macchinari a vibro-compressione in conglomerato cementizio ed avere una resistenza  $R'_{bk}$  non inferiore a 250 kg/cm<sup>2</sup>.

Prima della messa in opera occorre effettuare lo scavo di impostazione degli elementi dando allo scavo stesso la forma della canaletta, in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato per evitare ogni cedimento.

Qualora non esista idonea opera muraria di ancoraggio, la canaletta deve essere bloccata a valle mediante l'infissione nel terreno di due tondini di acciaio a diametro 20 mm, della lunghezza minima di 80 cm. Tali tondini devono essere infissi per una profondità di 60 cm, in modo che la parte sporgente sia pari a 20 cm.

L'impiego delle canalette in calcestruzzo è suggerito nei tratti a pendenza elevata.

### **Canalette prefabbricate in lamiera**

Le canalette in lamiera sono di solito costituite da elementi semicircolari in acciaio ondulato nervato a spessore minimo di 2 mm e devono essere ben incassate nel terreno di posa. A lato della canaletta il terreno deve essere ben costipato al fine di evitare che si formino solchi laterali alla canaletta stessa. Il raccordo con il terreno circostante deve essere perfetto; se necessario i fianchi della canaletta saranno protetti con viminate o teli di juta. Il diametro della canaletta deve essere dimensionato sulla base delle quantità da smaltire; i diametri più comuni sono 60, 80 e 100 cm.

Anche se bene installate le canalette prefabbricate in lamiera presentano spesso la tendenza, col tempo, a scollarsi dal terreno circostante, il che comporta la creazione di solchi di erosione ai lati della canaletta stessa. Per tale motivo la posa di tali canalette sarebbe preferibile solo nel senso della massima pendenza, evitandone l'impiego con disposizione secondo le curve di livello.

### **Canalette in legno**

Sono semplici canalette con sezione, a U o a V, nell'ordine dei 45 x 25 cm e sono costituite da tavole a spessore di 3-4 cm, debitamente chiodate e graffate e fissate al terreno con picchetti in legno o ferro. Tali opere hanno in genere funzione temporanea.

## Trincee drenanti

Sono costituite da uno scavo parzialmente riempito di materiale anidro. La trincea mantiene la sua funzione drenante anche se parzialmente dislocata da movimenti dell'ammasso franoso.

Le modalità di esecuzione degli scavi e della formazione del drenaggio saranno concordate di volta in volta in funzione della situazione locale e del tipo di drenaggio da realizzare. In linea di massima si procede con gli scavi dal basso verso l'alto, al fine di rendere l'opera auto-drenante nel corso della costruzione, realizzando limitati tratti di scavo (circa 30 m) e completando il corpo drenante relativo prima di procedere all'apertura di un nuovo tratto di scavo.

Occorre evitare che le acque piovane confluiscono nello scavo aperto, realizzando fossetti di scarico che convogliano le acque pluviali al di fuori dello scavo stesso.

I corpi drenanti sono costituiti da inerti lavati, rappresentati da ghiaia fine, con granulometria compresa tra 0.5 e 7 cm (fig. 2). La percentuale di materiali fini (limo e argilla) non deve assolutamente superare il 3% in peso, al fine di evitare processi di cementazione del corpo drenante.

Il corpo drenante è avvolto in non-tessuto la cui funzione è impedire che i materiali fini contenuti nelle formazioni o nella copertura possano intasare il corpo drenante. Il non-tessuto deve avvolgere l'intero corpo drenante.

Occorre porre molta cura alle modalità di conservazione del non-tessuto nel cantiere ovvero:

- i rotoli devono essere conservati in luogo preferibilmente coperto ed imballati in pellicola polietilenica opaca;
- i teli in non-tessuto, una volta tolti dall'involucro, devono essere messi in opera e ricoperti nell'arco della giornata lavorativa.

La copertura minima con terreni di rinterro non deve essere inferiore al metro, deve essere effettuata con terreni il più possibile impermeabili e deve essere adeguatamente costipata (al 90% minimo della massima densità a secco), al fine di **evitare che le acque ruscellanti in superficie possano infiltrarsi direttamente nel corpo drenante**. Il rinterro deve essere adeguatamente protetto dall'erosione e deve essere inerbito, ricorrendo, se necessario, a semplici opere antierosive (viminate e similari).

Occorre porre in opera, all'inizio del dreno (o quanto meno all'inizio delle trincee drenanti principali), un tubo verticale (o due tubi verticali in caso di doppio tubo drenante) che sia collegato mediante un raccordo a 90° al tubo finestrato di fondo, protetto in superficie da un pozzetto prefabbricato (40 x40 cm). Tale tubo permette di collaudare l'opera e di verificarne l'efficienza nel tempo.

È inoltre necessario porre in opera a fine dreno un tubo di controllo a T (o due tubi di controllo verticali in caso di doppio tubo drenante), protetto in superficie da un pozzetto in cls; tale tubo permette di controllare il passaggio delle acque nel tubo di scarico. Altri tubi di controllo a T con pozzetti potranno essere installati in caso di trincee drenanti particolarmente lunghe.

Il tubo di scarico del dreno deve essere convogliato nel più vicino impluvio o fosso naturale tramite adeguate canalette. Se il tratto tra la fine dell'opera drenante ed il punto di scarico a giorno è limitato (20-30 m massimo), può essere omesso il tubo a T ed il tubo di scarico non deve essere finestrato (tranne prescrizioni particolari). Se il tratto di collegamento è più lungo è necessario predisporre il tubo a T ed inserire il tubo di scarico finestrato all'interno di un piccolo corpo drenante.

Il controllo dell'efficienza del dreno avviene immettendo acqua nel pozzetto di inizio dreno e controllando il passaggio attraverso il pozzetto a T e/o nello scarico terminale.

L'opera drenante si considera completata solo quando sia avvenuto tutto il rinterro ed il ripristino finale dei terreni ed il tubo di raccolta sia stato convogliato sino agli impluvi o ai fossi naturali.

La trincea è costituita da un corpo drenante in ghiaia lavata (diametro 0.5 ÷ 7 cm) avvolto in tessuto non-tessuto direttamente appoggiato al fondo dello scavo. Al fondo della trincea, immediatamente sopra il telo di tessuto non-tessuto, è posto un tubo finestrato in PVC o polietilene con diametro di 20 cm. Sulle trincee drenanti principali sarà opportuna la posa di due tubi drenanti affiancati.

Il fondo scavo, di larghezza nell'ordine di un metro, può avere livelletta unica in caso di pendii poco acclivi (10-15°) mentre nel caso di pendii più acclivi, o in caso di opera di notevole lunghezza, è opportuno prevedere la gradonatura del fondo dello scavo. In linea di massima l'altezza di ciascun gradone non dovrebbe essere inferiore al metro. Nella gradonatura deve essere curata la connessione tra i tratti di tubo finestrato orizzontali e verticali mediante pezzi speciali.

La parte terminale del tubo di scarico del dreno deve essere protetta, verso il fosso recettore, tramite un gabbione od un muretto. Al fine di facilitare i successivi controlli sarebbe opportuno che gli scarichi ed i tombini dei dreni fossero indicati con una palina.

### Caratteristiche del non-tessuto

**Tipo:** polipropilene o poliestere a filo continuo o agugliato da fiocco.

**Massa areica:** non inferiore a 300 g/m<sup>2</sup>.

**Resistenza a rottura:** superiore a 15 kN/m (sia in senso trasversale che longitudinale).

**Resistenza e deformazione al punzonamento:** superiore a 3 kN .

**Resistenza allo strappo e alla lacerazione:** superiore a 0.3 kN .

**Filtrazione idrodinamica e tendenza all'intasamento:** Il diametro di filtrazione deve essere minore o uguale al  $d_{85}$  del deposito da filtrare. Qualora non espressamente dichiarato dal costruttore il diametro di filtrazione potrà essere valutato sulla base delle specifiche ENEL-CRIS (R. Bellotti, M. Puccio, *Indagini sperimentali sull'uso di nuovi materiali nelle dighe in materiali sciolti*, luglio 1981, 2981 RB-MP/1r). Al fine della valutazione del parametro di cui sopra i depositi delle coperture superficiali dovranno essere sottoposti ad analisi granulometrica.

La scelta del non-tessuto è un elemento critico per la durata, nel tempo, del sistema drenante. Il diametro di filtrazione, in particolare, deve essere accuratamente valutato sulla base delle caratteristiche dei terreni da drenare. Non-tessuti con diametro di filtrazione eccessivo portano rapidamente all'intasamento del corpo drenante in ghiaia con materiale fine; un diametro di filtrazione troppo ridotto porta invece alla formazione, tra il non-tessuto e la formazione, di un pannello di fango che impermeabilizza il corpo drenante (fig. 3). Il non-tessuto ottimale è quello che permette il passaggio alla sola frazione finissima, che viene facilmente asportata dalle acque percolanti nel dreno stesso. Alle spalle del non-tessuto si formerà quindi uno spessore di terreno (prefiltro naturale) che, impoverito della stessa frazione finissima, aumenterà la propria permeabilità e quindi l'efficacia del sistema drenante.

Il non-tessuto con diametro di filtrazione correttamente dimensionato fa sì che la resa del dreno aumenti col tempo, laddove il non corretto dimensionamento fa sì che la resa del dreno diminuisca nel tempo sino ad annullarsi.

### Drenaggi superficiali di tipo agricolo

Per ridurre lo stato di saturazione delle coltri superficiali su aree molto estese può essere verificata l'opportunità di realizzare una rete di tubi drenanti corrugati in PVC fessurati, interrati a debole profondità mediante le stesse tecniche utilizzate per i drenaggi agricoli. I tubi vengono posati direttamente in uno scavo (prof. 0.5-1 m) e ricoperti. Per interventi consistenti può essere verificata l'opportunità di impiegare le apposite macchine di posa (*drainomat* o similari), che permettono di effettuare velocemente scavo, posa e ricopertura. I tubi drenanti fessurati devono essere preferibilmente del tipo con rivestimento in non-tessuto.

### Drenaggi suborizzontali

I dreni suborizzontali sono costituiti da tubazioni fessurate in PVC, con diametro di 3», inseriti in fori eseguiti a mezzo sonda ed inclinati di circa 5° verso l'alto. Tali opere sono realizzabili ove la situazione morfologica lo permetta. Date la tipologia dei dissesti in esame i casi ove si possa prevedere l'uso di drenaggi suborizzontali sono piuttosto limitati, in corrispondenza delle scarpate di coronamento o nei casi nei quali l'inclinazione del versante sia piuttosto spiccata.

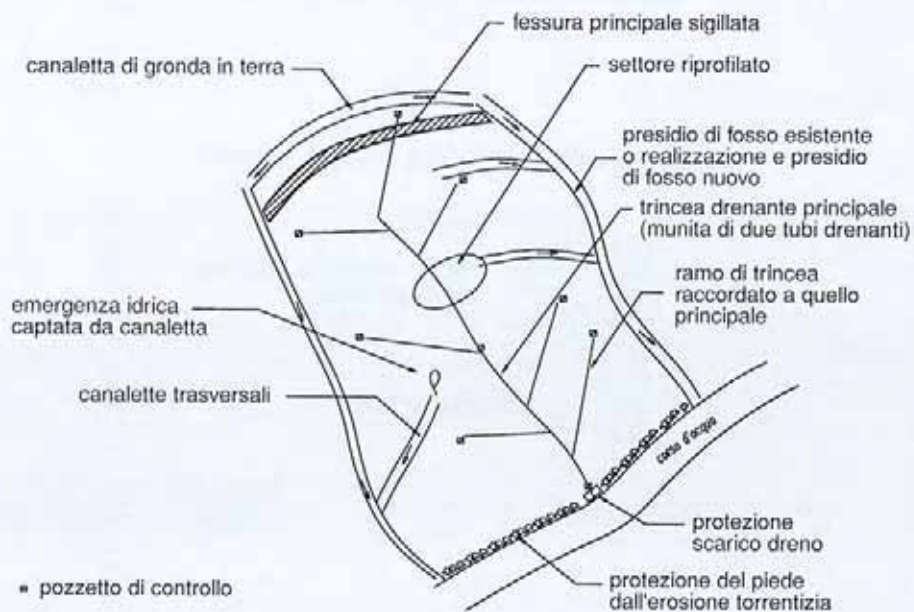
### Note generali

È fondamentale che tutti gli scarichi siano sempre essere condotti sino al più vicino fosso od impluvio naturale. **Mai, in nessun caso e per nessun motivo, gli scarichi possono essere abbandonati lungo il versante.** In corrispondenza dei punti di scarico occorre verificare che le acque non inneschino processi erosivi realizzando, se necessario, adeguati manufatti (ad esempio una piccola briglia).

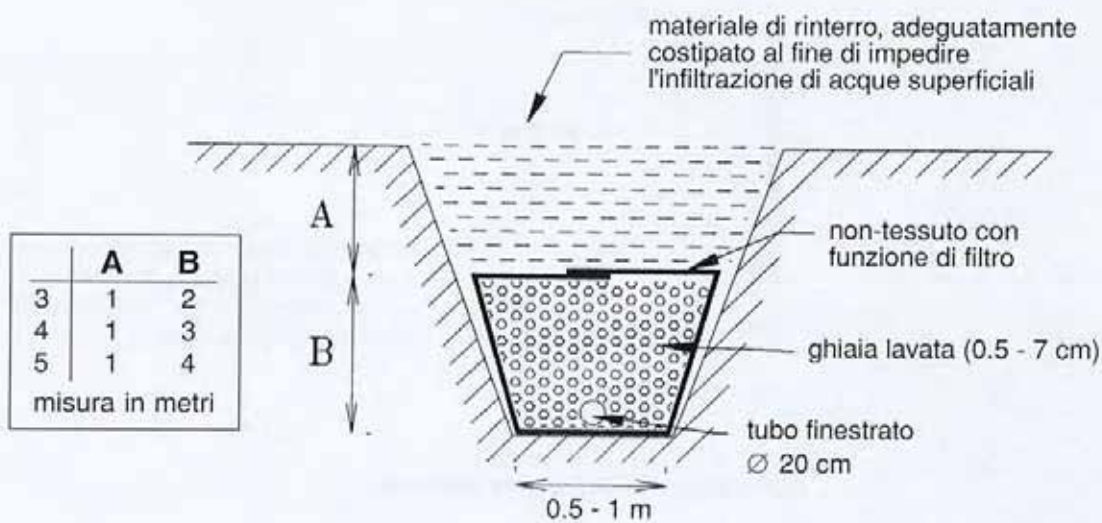
Gran parte degli interventi saranno realizzati su fondi privati. Si raccomanda alle Autorità Comunali di sensibilizzare i proprietari dei fondi circa l'utilità degli interventi ai fini del miglioramento delle condizioni di sicurezza dei nuclei abitati interessati e circa la necessità di mantenere l'efficacia delle reti drenanti proposte evitando intasamenti o danneggiamenti.

Con riferimento a quanto sopra il progettista dovrà, per quanto possibile e di concerto con le Autorità Comunali, ridurre al minimo l'eventuale interferenza delle opere con l'utilizzazione del suolo a fini agricoli.

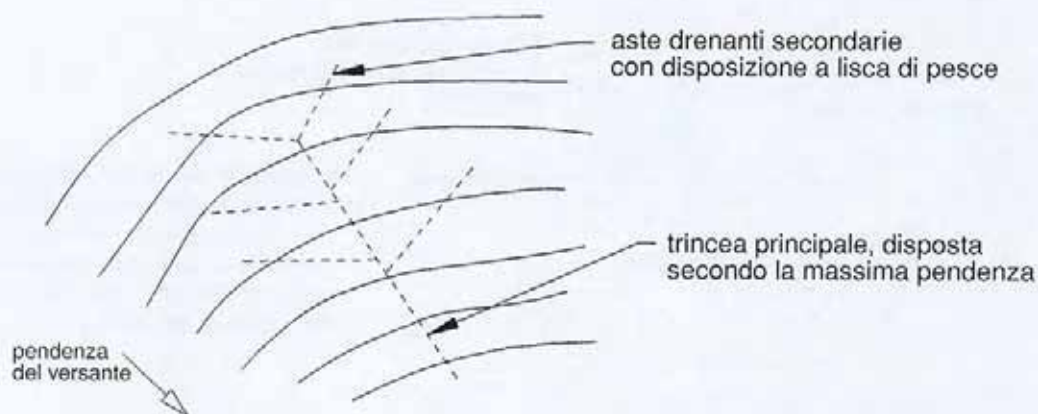
## Schema di intervento su scivolamento planare allo stato incipiente



## Sezione trasversale schematica di trincea drenante



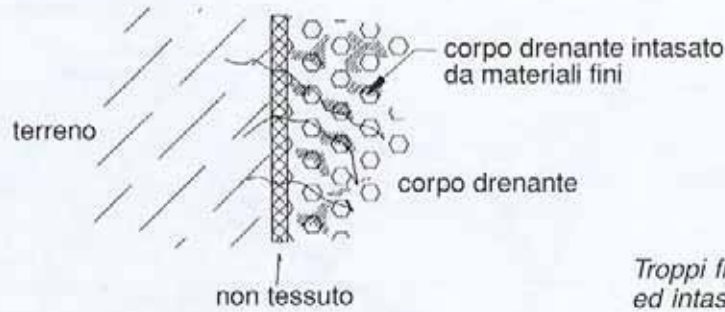
## Disposizione planimetrica delle trincee drenanti





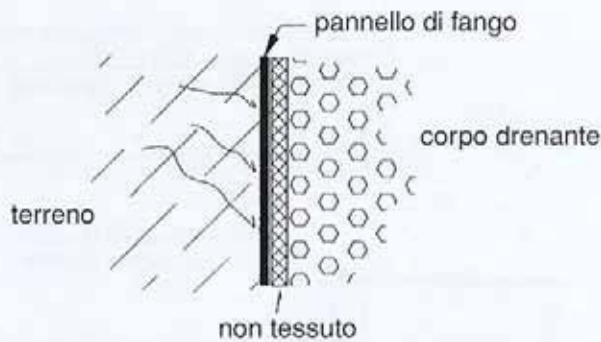
## SCELTA DEL NON-TESSUTO

### Diametro di filtrazione troppo grande



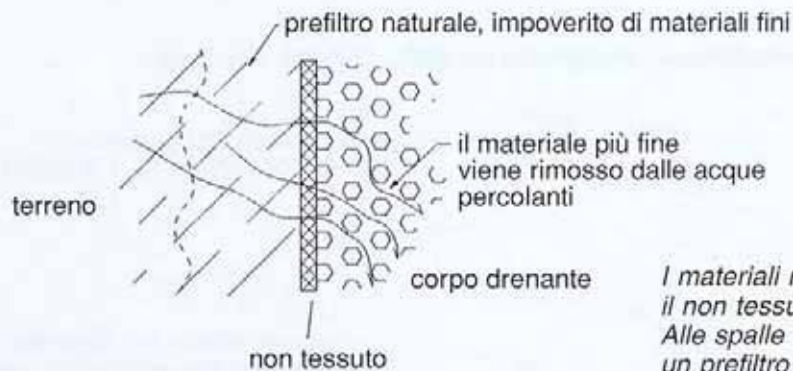
*Troppi fini attraversano il non tessuto ed intasano il corpo drenante.*

### Diametro di filtrazione troppo ridotto



*I materiali molto fini si addensano contro il non tessuto, formando un pannello di fango impermeabile che ostruisce il dreno.*

### Diametro di filtrazione ottimale



*I materiali molto fini attraversano il non tessuto e vengono dilavati. Alle spalle del non tessuto si forma un prefiltro naturale, impoverito di fini che aumenta la resa, nel tempo, del sistema drenante.*

## Interventi a supporto delle scelte urbanistiche

### 7.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

In un'ottica di tutela e pianificazione del territorio atta a superare la fase iniziale di pronto intervento conseguente al fenomeno alluvionale, la Direzione Regionale Servizi tecnici di Prevenzione individuava le norme specifiche da applicare in corrispondenza dei territori colpiti dalle calamità naturali.

La prima di queste norme concerne l'applicazione dell'articolo 7 ter della L.R. n. 38 del 29 giugno 1978, avente l'obiettivo di verificare il rilascio di concessioni edilizie in relazione alle condizioni di rischio idrogeologico del sito interessato; se ne riporta il testo nel seguito.

#### **L.R. 38/78 e s.m.i. - art. 7 ter**

*Nelle zone ove siano individuati, a cura dei Servizi Tecnici Regionali, territori di natura instabile o che comunque presentino rischio geologico per l'insediamento di abitati, ogni provvedimento di concessione edilizia o il mantenimento in essere di concessione edilizia rilasciata prima dell'evento calamitoso, è sottoposto al parere del Comitato Regionale Opere Pubbliche, sentiti gli uffici tecnici regionali ed il servizio geologico regionale.*

La seconda concerne l'applicazione dell'articolo 9 bis della L.R. n. 56 del 5 dicembre 1977 "Tutela ed uso del suolo" e successive modificazioni ed integrazioni, il cui testo si riporta nel seguito.

#### **L.R. 56/77 e s.m.i. - art. 9 bis Dissesti e calamità naturali**

1) *La Giunta Regionale, nel rispetto delle norme statali vigenti, può adottare i provvedimenti cautelari di cui al precedente art. 9, nelle aree colpite da calamità naturali riconosciute gravi ai sensi dell'art. 9 della L.R. 29 giugno 1978, n. 38, e nelle aree soggette a dissesto, a pericolo di valanghe e di alluvioni o che, comunque, presentino caratteri geomorfologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti, delimitate con deliberazione del Consiglio Regionale su proposta della Giunta, anche sulla scorta delle indagini e degli studi del Servizio Geologico Regionale e sentito il Comune interessato.*

2) *I provvedimenti cautelari di inibizione e sospensione hanno efficacia sino all'adozione del Piano Territoriale, oppure del Piano Regolatore Generale, elaborati o modificati tenendo conto della calamità natu-*

*rale, del dissesto e del pericolo di valanghe o di alluvioni, comunque non oltre i termini dell'art. 58 ultimo comma.*

In aggiunta alla normativa regionale vigente già anteriormente agli eventi alluvionali del 1993 e del 1994 (L.R. 38/77 e L.R. 56/77), per quanto riguarda gli approfondimenti volti a migliorare le valutazioni della pericolosità dei territori, notevole importanza rivestono le nuove norme introdotte dall'Autorità di Bacino del Fiume Po. Infatti, nel periodo immediatamente successivo all'evento del novembre 1994, venivano applicate una serie misure temporanee di salvaguardia con l'adozione del "Piano stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico, alla eliminazione delle situazioni di dissesto idrogeologico e alla prevenzione dei rischi idrogeologici nonché per il ripristino delle aree di esondazione" (noto più brevemente come "P.S. 45") adottato con la deliberazione del Comitato Istituzionale n. 10 del 10 maggio 1995. Tale Piano è stato elaborato con l'obiettivo di:

– «fornire alle Amministrazioni competenti i riferimenti necessari a realizzare le opere di ricostruzione e di ripristino in un quadro coerente, nel suo complesso, con gli indirizzi della pianificazione di bacino»

– «definire, ad un primo livello, le condizioni di assetto idrogeologico del bacino che consentano di definire gli interventi più urgenti relativi alla difesa del suolo che non hanno un carattere puntuale ma un significato alla scala di bacino»

– «definire gli indirizzi di compatibilità con l'assetto idrogeologico del bacino per le altre opere di ricostruzione».

L'efficacia delle misure di salvaguardia del P.S. 45 si produce comunque per un periodo non superiore ai tre anni dalla data di entrata in vigore della sopracitata deliberazione n. 10/95.

Successivamente, l'Autorità di Bacino del Fiume Po, con le deliberazioni del Comitato Istituzionale rispettivamente n. 1 del 5-2-1996 e n. 26 del 11-12-1997 adottava il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (noto più brevemente come "P.S.F.F."), predisposto ai sensi dell'art.17 della Legge 183/89. Il P.S.F.F. è stato approvato con D.P.C.M. del 24-7-98.

Il P.S.F.F. rappresenta lo «strumento per la delimitazione della regione fluviale, funzionale a consentire, attraverso la programmazione di azioni (opere, vin-

*coli, direttive), il conseguimento di un assetto fisico del corso d'acqua compatibile con la sicurezza idraulica, l'uso della risorsa idrica, l'uso del suolo (a fini insediativi, agricoli e industriali) e la salvaguardia delle componenti naturali e ambientali».*

In corso di avanzato allestimento da parte della medesima Autorità di Bacino è inoltre il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (noto più brevemente come P.A.I.).

Il P.A.I. persegue l'obiettivo di «*garantire al territorio del bacino del fiume Po un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico, attraverso il ripristino degli equilibri idrogeologici ed ambientali, il recupero degli ambiti fluviali e del sistema delle acque, la programmazione degli usi del suolo ai fini della difesa, della stabilizzazione e del consolidamento dei terreni, il recupero delle aree fluviali ad utilizzi ricreativi*».

Inoltre in data 8 maggio 1996 è stata emanata la Circolare del Presidente della Giunta Regionale (C.P.G.R.) n. 7/LAP, concernente le specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici previsti dalla L.R. 56/77. Con questa circolare si intende individuare «*uno strumento di lavoro di costante riferimento di criteri ed indirizzi per la componente geologica nella pianificazione territoriale*» richiamando «*l'importanza dell'azione di prevenzione del rischio esercitata dai Comuni della Regione, attraverso l'adozione, negli strumenti urbanistici generali ed esecutivi, degli elaborati geologici (relazione e cartografie), quali indispensabili conoscenze propedeutiche a tutti i livelli del processo di pianificazione, in grado di guidare le successive scelte urbanistiche*».

La principale innovazione fornita dall'introduzione della C.P.G.R. n. 7/LAP consiste nella realizzazione della «*Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*», che prevede una zonizzazione dell'intero territorio comunale distinta per aree omogenee dal punto di vista della pericolosità geomorfologica. La stessa cartografia, inoltre, deve riportare anche la descrizione della propensione all'uso urbanistico dei settori omogeneamente distinti secondo tre classi di idoneità. La Circolare richiede in sostanza l'applicazione di un nuovo e più efficace standard di lavoro volto ad una reale prevenzione del rischio geologico.

## **7.2. LE MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI PREVISTI DALL'ART. 9 BIS DELLA L.R. N. 56 DEL 5 DICEMBRE 1977**

Per mezzo della L.R. n. 50 del 20-5-80 fu introdotto nella legge urbanistica della Regione Piemonte n. 56 «*Tutela ed uso del suolo*» l'articolo 9 bis. Ciò avvenne per consentire l'applicazione dei provvedimenti cautelari di inibizione e sospensione dei P.R.G.C., previsti dall'articolo n. 9 della medesima legge, per particolari e rilevanti esigenze di tutela ambientale e naturale.

Il primo testo dell'articolo 9 bis (nella formulazione della L.R. n. 50/80) prevedeva che l'applicazione avvenisse con Deliberazione della Giunta Regionale sulla base di indagini e studi del Servizio Geologico Regionale.

La successiva ed attuale formulazione (introdotta con LL.RR. 61-62/84) ha previsto che l'articolo 9 bis venisse applicato su porzioni di territorio delimitate con deliberazione del Consiglio Regionale su proposta della Giunta, sentendo anche i comuni interessati. Tale formulazione prevede:

- l'invio alle amministrazioni comunali di una proposta di perimetrazione delle aree da sottoporre a revisione del Piano Regolatore Generale
- eventuali controproposte formulate dalle amministrazioni comunali e condivise dalla Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione
- l'adozione di provvedimenti cautelari di inibizione e sospensione degli strumenti urbanistici vigenti, mediante deliberazione della Giunta Regionale
- il superamento di tali provvedimenti con la riformulazione e l'adozione di un nuovo strumento urbanistico che dovrà individuare, attraverso cartografie tematiche e di dissesti, le diverse classi di pericolosità del territorio, normandone, di conseguenza, la propensione all'edificabilità.

## **7.3. L'APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI PREVISTI DALL'ART. 9 BIS A SEGUITO DEI FENOMENI ALLUVIONALI:**

### **- settembre-ottobre 1993**

La normativa relativa ai provvedimenti cautelari di inibizione e sospensione degli strumenti urbanistici vigenti è stata applicata, per la prima volta su un considerevole numero di comuni, a seguito dell'evento alluvionale del settembre-ottobre del 1993, che ha interessato il Piemonte Nordoccidentale e Sudorientale (Regione Piemonte, *Gli eventi alluvionali del settembre-ottobre 1993 in Piemonte*, Torino 1996).

In seguito alle analisi effettuate dalla Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione, sono stati individuati 16 Comuni da sottoporre alle misure di salvaguardia. L'elenco di tali comuni, suddivisi per provincia, è riportato nella tabella 1.

### **- novembre 1994**

Degli oltre 750 comuni coinvolti dal fenomeno alluvionale del novembre 1994, 197 venivano dichiarati gravemente colpiti dai DD.P.C.M. del 26-11-94 e 29-11-94; per questi ultimi si è avviata la procedura di verifica finalizzata all'applicazione delle misure di salvaguardia previste dall'articolo 9 bis della L.R. 56/77 (vedi tab. 2).

L'analisi più approfondita di quanto avvenuto ha successivamente consentito di accertare che per alcuni comuni non era necessario avviare tale procedura, in quanto questi territori risultavano già tutelati dai vincoli contenuti negli strumenti urbanistici vigenti o,

Tabella 1.

Provincia di TORINO	Provincia di ALESSANDRIA	Provincia di ASTI	Provincia di VERCELLI	Provincia di VERBANIA
Groscavallo	Albera Ligure	Mombaldone	Alagna	Macugnaga
Ingria	Cabella Ligure	Monastero Bormida	Riva Valdobbia	
Pont Canavese	Cantalupo Ligure	Roccoverano		
Ronco Canavese	Mongiardino Ligure			
Valprato Soana	Roccaforte Ligure			

in altri casi, le problematiche di carattere geologico non erano di gravità tale da richiedere misure di salvaguardia. Inoltre, la proficua azione di concertazione tra la Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione e le Amministrazioni Comunali ha indotto numerosi Comuni ad una revisione spontanea dei piani regolatori vigenti (le procedure da attuarsi a tal fine sono state definite dalla D.G.R. n. 58-41755 del 19 dicembre 1994). Ciò, peraltro, evidenziando un notevole senso di responsabilità, ha notevolmente contribuito ad alleggerire l'azione impositiva dei disposti dell'articolo 9 bis della L.R. 56/77. Appare significativo ricordare che un Comune, sebbene non incluso negli elenchi riportati dai DD.P.C.M., ha volontariamente adeguato il proprio strumento urbanistico a quanto richiesto dalla già menzionata C.P.G.R. n. 7/LAP.

La procedura per l'applicazione dei provvedimenti cautelari è stata quindi avviata, sul territorio di 138 Comuni degli iniziali 197, nel periodo compreso tra l'aprile ed il giugno del 1995. Tale procedura ha avuto inizio con la trasmissione ai Comuni delle proposte di perimetrazione dei territori da tutelare, rispetto alle quali gran parte delle Amministrazioni interessate ha inviato la propria controproposta.

Il Consiglio Regionale, con la Deliberazione n. 261-10814 del 9 luglio 1996, individuava intanto una serie di criteri guida per l'applicazione dei provvedimenti, tenendo conto delle misure di salvaguardia già previste dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e dell'opera di verifica attuata dai competenti Settori di Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico sulle varianti dei piani regolatori.

Venivano pertanto individuati alcuni Comuni per i quali la procedura già avviata veniva interrotta, non avendo più ragione di sussistere i provvedimenti previsti. Nel frattempo si erano verificate infatti le seguenti situazioni:

- Comuni i cui territori venivano interessati dai provvedimenti posti in essere dall'Autorità di Bacino del Fiume Po con l'adozione dei già menzionati P.S. 45 e P.S.F.F.

- Comuni che avevano avviato l'adeguamento dei propri strumenti urbanistici secondo le indicazioni della già menzionata D.G.R. n. 58-41755.

Nel periodo compreso tra il gennaio ed il giugno 1997 è infine avvenuta l'applicazione definitiva dell'articolo 9 bis su 95 comuni suddivisi tra le provincie di Torino (10 comuni), Cuneo (63 comuni), Vercelli (3 comuni), Asti (10 comuni), Biella (1 comune),

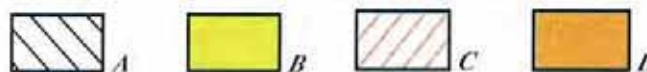


Fig. 1. In alto: stralcio fuori scala di tavola tematica di sintesi allegata alla delibera di applicazione dell'articolo 9 bis della L.R. 56/77 inviata al Comune di Bossolasco. In basso: stralcio fuori scala della "Carta di Sintesi della Pericolosità Geomorfológica e dell'Idoneità all'Utilizzazione Urbanistica", allestita secondo i disposti della C.P.G.R. dell'8 maggio 1996 n. 7/LAP ed allegata alla Variante al P.R.G.I. a seguito applicazione art. 9 bis - Comune di Bossolasco (G. Galliano, 1998). Base topografica: C.T.R. scala 1:10000 sez. n. 211050 "Bossolasco".

LEGENDA: A: Area esclusa dall'applicazione dell'art. 9 bis - L.R. 56/77; B: Classe II "Porzioni di territorio a moderata pericolosità geomorfologica"; C: Classe IIIa "Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici, geologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti"; D: Classe IIIb "Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio esistente".

Alessandria (8 comuni). L'applicazione è avvenuta mediante specifiche Deliberazioni della Giunta Regionale inviate ai comuni interessati, alle quali sono state allegate:

- una cartografia con indicazione degli ambiti di territorio da sottoporre ai provvedimenti di inibizione urbanistica (Fig. 1)

- una nota tecnica indicante i tipi di intervento ammessi, in relazione alla diversa tipologia dei fenomeni di dissesto geologico avvenuti

La quasi totalità dei comuni ha dato immediatamente corso alla revisione dei piani regolatori vigenti, favorita dalla L.R. n. 24 del 30-4-96 "Sostegno finanziario per l'adeguamento obbligatorio della strumentazione urbanistica". La formulazione delle varianti agli strumenti urbanistici comunali a seguito dell'applicazione dell'articolo 9 bis avviene sulla base dei disposti della Circolare P.G.R. n. 7/LAP e segue l'iter procedurale stabilito dalla D.G.R. n. 23-24167 del 16-3-98.

L'attività della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione si è svolta in tutte le fasi dell'iter procedurale sopra descritto (visualizzato per chiarezza nel diagramma di Fig. 2):

- incontri di concertazione con i tecnici delle amministrazioni interessate

- valutazione delle controproposte eventualmente formulate dai comuni (in considerazione delle quali l'iniziale proposta di applicazione delle misure di salvaguardia è stata in molti casi ridotta territorialmente)

- assistenza per gli studi relativi alle varianti sugli strumenti urbanistici, sia precedentemente che a seguito dell'applicazione dell'articolo 9 bis.

#### - luglio 1996

In seguito all'evento alluvionale del luglio 1996 si sono resi necessari interventi di somma urgenza a favore di cinque Comuni (Baveno, Gravellona Toce, Omegna, Verbania e Pettenasco), individuati con D.G.R. n. 2-10512 dell'11-7-96 e n. 160-10674 del 15-7-96.

L'Ordinanza del Ministro dell'Interno n. 2456 del 5 agosto 1996 ha considerato gravemente danneggiati sette comuni nel territorio delle province del Verbano Cusio Ossola e di Novara: i cinque sopraelencati nonché i Comuni di S. Bernardino Verbo e Cossogno.

Per quanto concerne le procedure di pianificazione territoriale si è svolta un'azione più rapida rispetto a quanto avvenuto a seguito degli eventi del 1993 e del 1994.

Tale azione ha portato i Comuni di Omegna e di

Pettenasco alla revisione spontanea del proprio piano regolatore e ha condotto all'applicazione dell'articolo 9 bis della L.R. 56/77 e s.m.i. su parte dei territori dei Comuni di Baveno, Gravellona Toce e Verbania.

Anche se la limitata estensione dell'area colpita ha facilitato ed accelerato le diverse fasi dell'intervento, la rapidità è stata determinata dalla disponibilità di procedure già collaudate dagli eventi alluvionali del 1993 e 1994, di personale qualificato (la Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ha costituito un apposito gruppo di lavoro formato da nove geologi e tre ingegneri) nonché dalla predisposizione in tempi rapidi di strumenti decisionali da parte degli organi statali (Ordinanza del Ministro dell'Interno n. 2456 del 5 agosto 1996).

Anche in questa occasione tuttavia, si sono rilevate alcune criticità di carattere normativo e gestionale, per le quali sarà importante trovare adeguate soluzioni. In particolare sarà necessario rivedere le norme sulla gestione delle concessioni edilizie in essere o da rilasciare da parte dei comuni (Articolo 7 ter della L.R. 38/78) e sulla revisione dei piani regolatori (L.R. 56/77). Quest'ultimo problema dovrà essere strettamente correlato al ristoro dei danni sia pubblici che privati ed al divieto di ricostruzione delle aree a rischio.

#### 7.4. RIFLESSIONI CONCLUSIVE

Lo studio dei dissesti di tipo geologico dimostra che essi tendono a ripetersi con caratteristiche analoghe in epoche diverse, presentando cioè un carattere di ripetitività legato al manifestarsi di tipo ciclico degli eventi alluvionali.

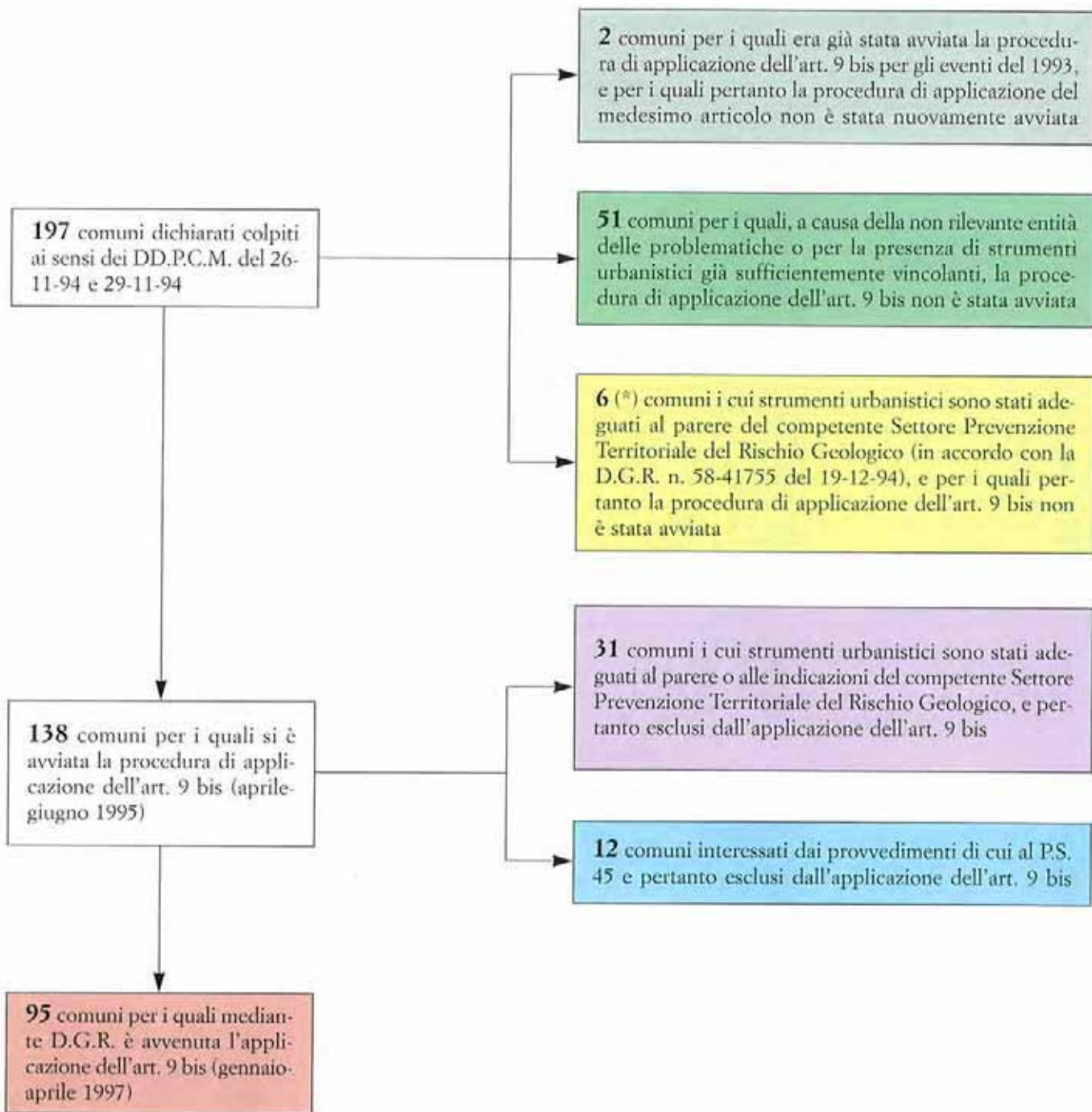
I provvedimenti cautelari di inibizione degli strumenti urbanistici espressi dall'articolo 9 bis della Legge Regionale n. 56 del 5 dicembre 1977 rappresentano pertanto la necessità di verificare la possibilità o meno di procedere alla realizzazione di nuovi edifici nei territori colpiti da calamità naturali, proponendo su di un piano normativo un necessario atteggiamento di prudenza, troppo spesso trascurato in favore di utilizzi del territorio errati ma apparentemente irrinunciabili.

Tuttavia solo privilegiando un'azione preventiva di pianificazione si potrà abbandonare la filosofia corrente della difesa ad oltranza di situazioni estremamente critiche dal punto di vista del rischio idrogeologico.

Tab. 2. I 197 comuni del Piemonte dichiarati colpiti ai sensi dei DD.P.C.M. del 26.11.94 e 29.11.94; la colorazione consente di collocare ogni comune entro il diagramma di flusso della figura seguente.

PROVINCIA DI CUNEO							
1	Alba	27	Clavesana	53	Monasterolo Casotto	79	Rocca Ciglié
2	Albaretto Torre	28	Cortemilia	54	Monchiero	80	Roccaforte Mondovì
3	Arguello	29	Cossano Belbo	55	Monesiglio	81	Rocchetta Belbo
4	Bagnasco	30	Cravanzana	56	Monforte d'Alba	82	Roddi
5	Barolo	31	Diano d'Alba	57	Montaldo Mondovì	83	Roddino
6	Bastia Mondovì	32	Dogliani	58	Montelupo Albese	84	Rodello
7	Belvedere Langhe	33	Farigliano	59	Monteu Roero	85	Sale Langhe
8	Benevello	34	Feisoglio	60	Montezemolo	86	Sale San Giovanni
9	Bergolo	35	Frabosa Soprana	61	Murazzano	87	Saliceto
10	Bonvicino	36	Frabosa Sottana	62	Narzole	88	S. Benedetto Belbo
11	Borgomale	37	Gareggio	63	Neive	89	S. Michele Mondovì
12	Bosia	38	Gorzegno	64	Naviglie	90	S. Stefano Belbo
13	Bossolasco	39	Gottasecca	65	Niella Belbo	91	S. Stefano Roero
14	Camerana	40	Govone	66	Niella Tanaro	92	Scagnello
15	Canale	41	Grinzane Cavour	67	Nucetto	93	Serravalle Langhe
16	Caprauna	42	Guarene	68	Ormea	94	Sinio
17	Castagnito	43	Igliano	69	Pamparato	95	Somano
18	Castelletto Uzzone	44	Lequio Berria	70	Paroldo	96	Torre Bormida
19	Castellinaldo	45	Lequio Tanaro	71	Perletto	97	Torre Mondovì
20	Castellino Tanaro	46	Leseugno	72	Pezzolo Valle Uzzone	98	Torresina
21	Castino	47	Levice	73	Piozzo	99	Treiso
22	Cerretto Langhe	48	Lisio	74	Priero	100	Trezzo Tinella
23	Ceva	49	Mango	75	Priola	101	Verduno
24	Cherasco	50	Marsaglia	76	Prunetto	102	Veza d'Alba
25	Ciglié	51	Mombarcaro	77	Rouascio	103	Vicoforte
26	Cissone	52	Mombasiglio	78	Roburent	104	Viola
PROVINCIA DI TORINO							
1	Andrate	10	Corio	19	Loranzé	28	Pratiglione
2	Borgofranco	11	Cumiana	20	Lugnacco	29	Rocca Canavese
3	Brandizzo	12	Druento	21	Moncalieri	30	S. Mauro Torinese
4	Brosso	13	Forno Canavese	22	Moriondo Torinese	31	S. Raffaele Cimena
5	Burolo	14	Giaveno	23	Palazzo Canavese	32	Santena
6	Chiaverano	15	Lauriano	24	Perosa Canavese	33	Tavagnasco
7	Chivasso	16	Leini	25	Piverone	34	Venaria Reale
8	Coussolo	17	Lessolo	26	Poirino	35	Volpiano
9	Colleretto Giacosa	18	Levone	27	Prascorsano	(*)	Volvera
PROVINCIA DI ASTI							
1	Asti	7	Castelnuovo Belbo	13	Isola d'Asti	19	Rocchetta Tanaro
2	Bubbio	8	Cerro Tanaro	14	Loazzolo	20	S. Damiano d'Asti
3	Calamdrana	9	Cessole	15	Monastero Bormida	21	S. Giorgio Scarampi
4	Canelli	10	Cisterna d'Asti	16	Nizza Monferrato	22	Serole
5	Castagnole delle Lanze	11	Costigliole d'Asi	17	Olmo Gentile	23	Vesime
6	Castello di Annone	12	Incisa Scapaccino	18	Roccaforte	24	Villanova d'Asti
PROVINCIA DI ALESSANDRIA							
1	Alessandria	7	Camino	13	Isola Sant'Antonio	19	Prasco
2	Acqui Terme	8	Casale Monferrato	14	Masio	20	Quattordio
3	Alluvioni Cambiò	9	Coniolo	15	Morano sul Po	21	Sale
4	Balzola	10	Felizzano	16	Oviglio	22	Solero
5	Bergamasco	11	Gabiano	17	Pietramarazzi	23	Villanova Monferrato
6	Bozzole	12	Guazzora	18	Piovera	24	Visone
PROVINCE DI BIELLA E VERCELLI							
1	Crescentino	4	Mongrando	7	Saluggia	10	Varallo Sesia
2	Donato	5	Netro	8	Serravalle Sesia		
3	Graglia	6	Palazzolo Verellese	9	Trino		

(\*) Non incluso nei suindicati DD.P.C.M.; in seguito adesione spontanea alla revisione dello strumento urbanistico.



**Fig. 2.** Il diagramma di flusso illustra sinteticamente la procedura di applicazione dell'art. 9 bis in Piemonte a seguito del fenomeno alluvionale del novembre 1994.

(\*) Il Comune di Volvera (TO) aderisce spontaneamente alla medesima procedura di revisione dello strumento urbanistico ma non fa parte degli elenchi di cui ai DD.P.C.M. del 26.11.94 e 29.11.94.

## 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 Verbano 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 Meteorologica 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.

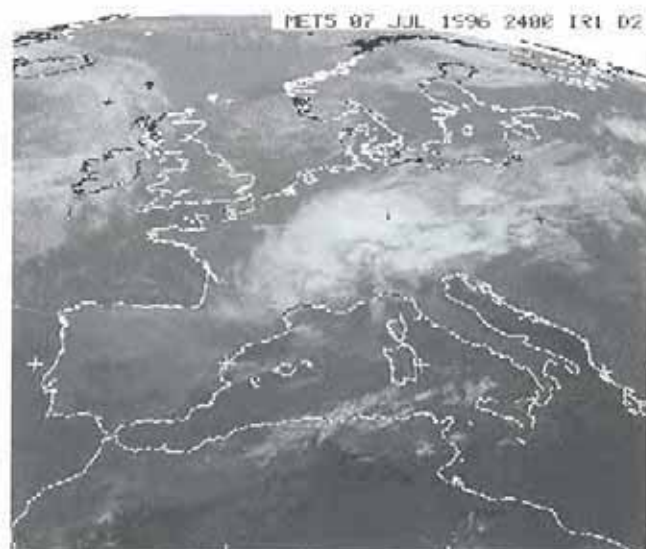
Le immagini ad infrarosso da satellite METEOSAT mostrano tra le ore 00:00 e 06:00 del giorno 8 un intenso e ripetuto sviluppo di nubi convettive localizzate sulla zona dell'Ossola; pur essendo presente contemporaneamente su tutto il Piemonte e Valle d'Aosta una variabilità dinamica molto spinta, la convezione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

#### Previsione meteorologica

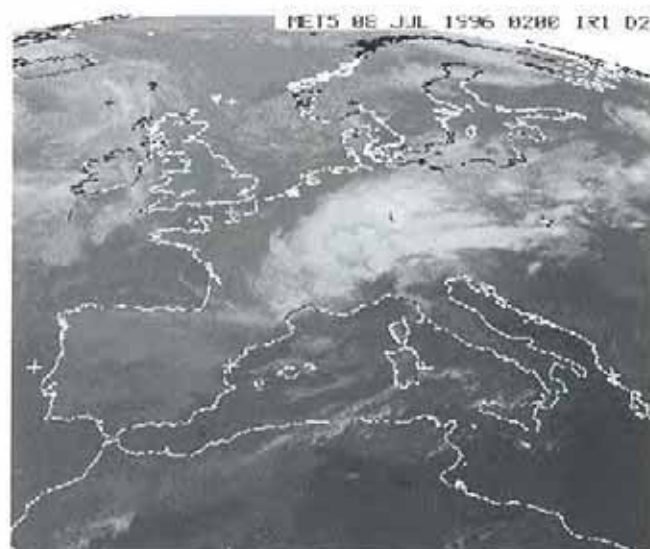
Le previsioni del ECMWF emesse il giorno 6 alle ore 12:00 con validità +36 e +48 ore (valide quindi rispettivamente per il giorno 8 alle ore 00:00 e alle 12:00) descrivono correttamente la situazione a grande scala riportata sopra. Le precipitazioni previste da ECMWF sulla zona dell'Ossola, sempre alla 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.

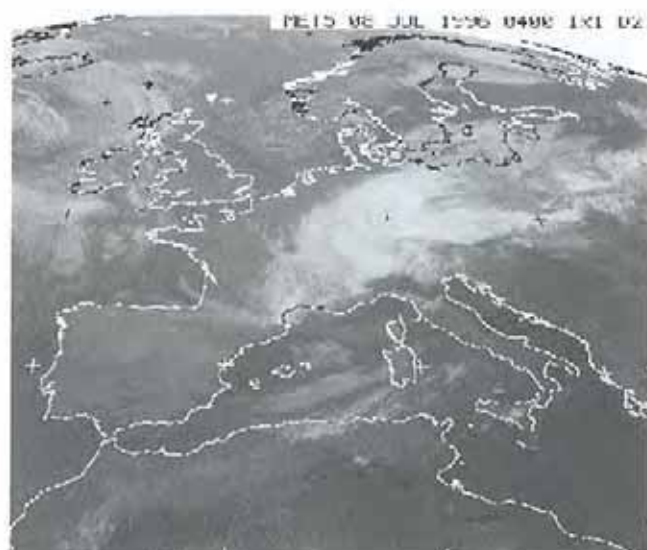
La discrepanza tra le precipitazioni previste e quelle misurate è dovuta alla limitazione insita nei modelli previsionali. Infatti malgrado i modelli previsionali abbiano riprodotto correttamente le caratteristiche della circolazione a bassa quota e sebbene la situazione meteorologica a scala sinottica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



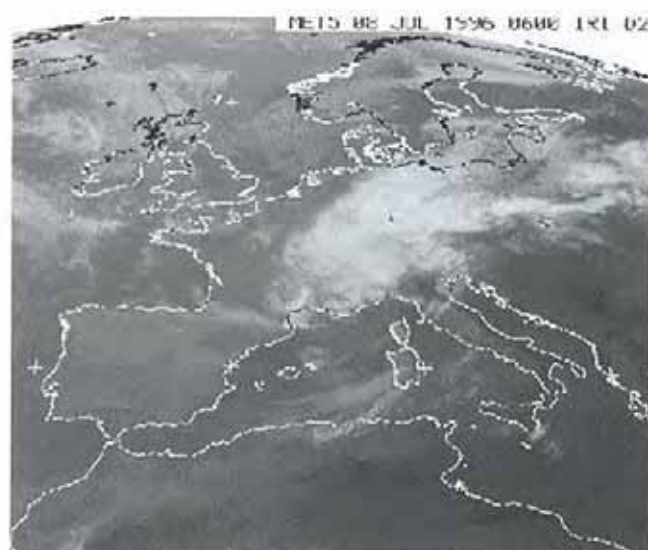
8 luglio ore 0:00



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-

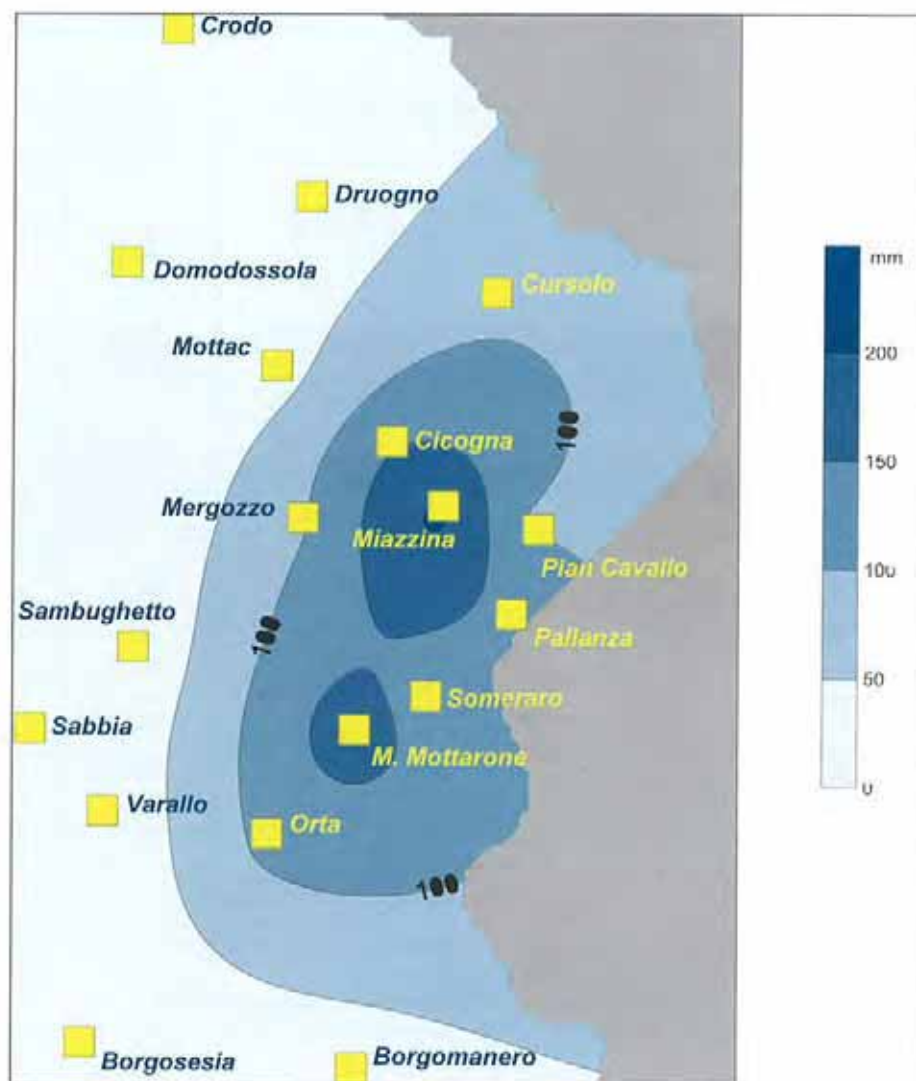
tentrionale dell'area colpita. Le isoiete delle precipitazioni cadute dalle ore 0:00 alle ore 6:00 dell'8 luglio per l'area colpita sono riportate nella Fig. 2.

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-Verbania 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

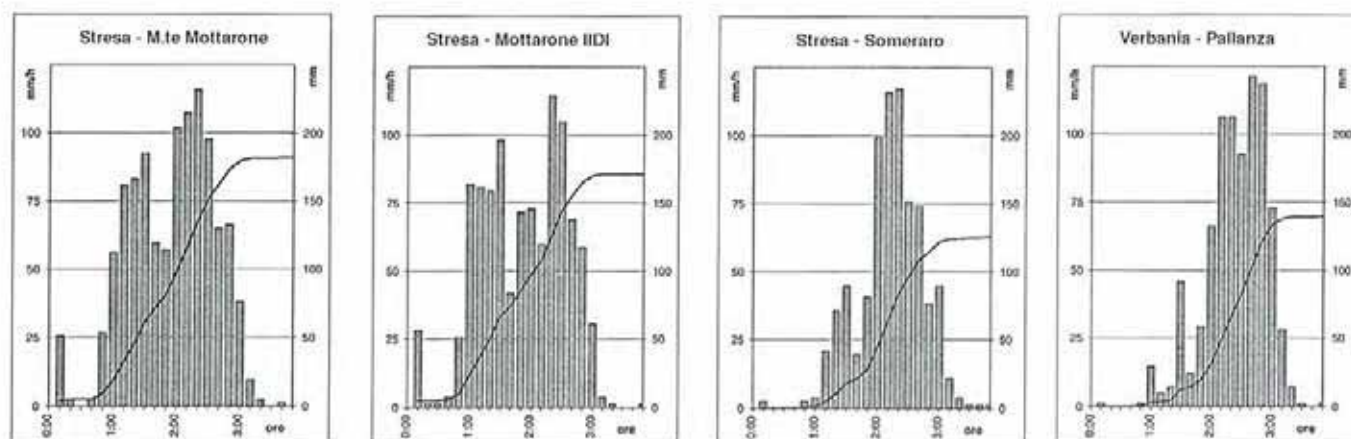


Fig. 3. Pluviogrammi ed intensità media sui 10 minuti delle stazioni meteorologiche di Stresa e Verbania.

**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, Gravello 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, Gravello 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 Gravello 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», «Gravello Toce - Baveno - Verbania» e «Omegna». A titolo esemplificativo alla presente pubblicazione è allegata la tavola «Gravello 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;

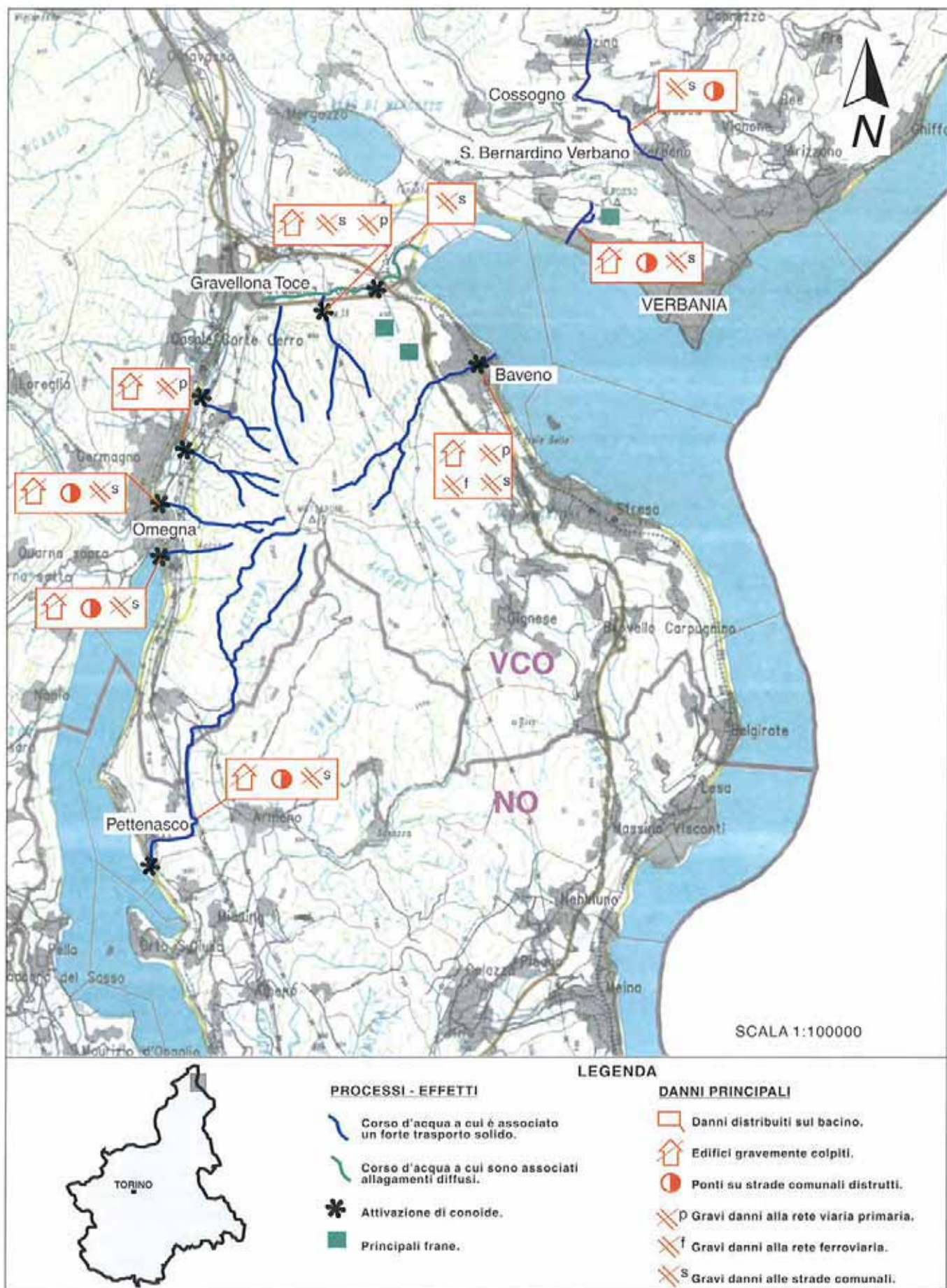


Fig. 1. Comuni colpiti dall'evento alluvionale dell'8 luglio 1996. Principali processi e danni.

**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>
<b>Torrente Pescone</b> (Omegna, Pettinasco, Armeno)	Area bacino 16 km <sup>2</sup> 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.
<b>Rio S. Rocco</b> (Omegna)	Area bacino 0,6 km <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> di limi e sabbie legate all'alluvionamento liquido. Area colpita 0,225 km <sup>2</sup> . Edifici variamente coinvolti 19; una vittima.
<b>Rio Bertogna</b> (Omegna)	Area bacino 1,5 km <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> di materiali a pezzatura per lo più grossolana nell'area sottostante l'apice e lungo l'alveo; 1000 m <sup>3</sup> di materiali prevalentemente sabbioso-limosi sulle aree circostanti per effetto dell'alluvionamento liquido. Area colpita 0,06 km <sup>2</sup> . Edifici variamente coinvolti 27.
<b>Rio Inferno</b> (Omegna)	Area bacino 2 km <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> 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 <sup>2</sup> . Edifici variamente coinvolti 7.
<b>Rio Frassino</b> (Gravellona Toce e Baveno)	Area bacino 4 km <sup>2</sup> 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.
<b>Torrente Selva Spessa</b> (Baveno)	Area bacino 5,5 km <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> di materiale solido. Edifici variamente coinvolti 40.
<b>Rii minori</b> (Verbania e Baveno)	Bacini con aree inferiori al km <sup>2</sup> 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 Selva Spessa.

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 m<sup>3</sup>, 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 m<sup>3</sup>). 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.

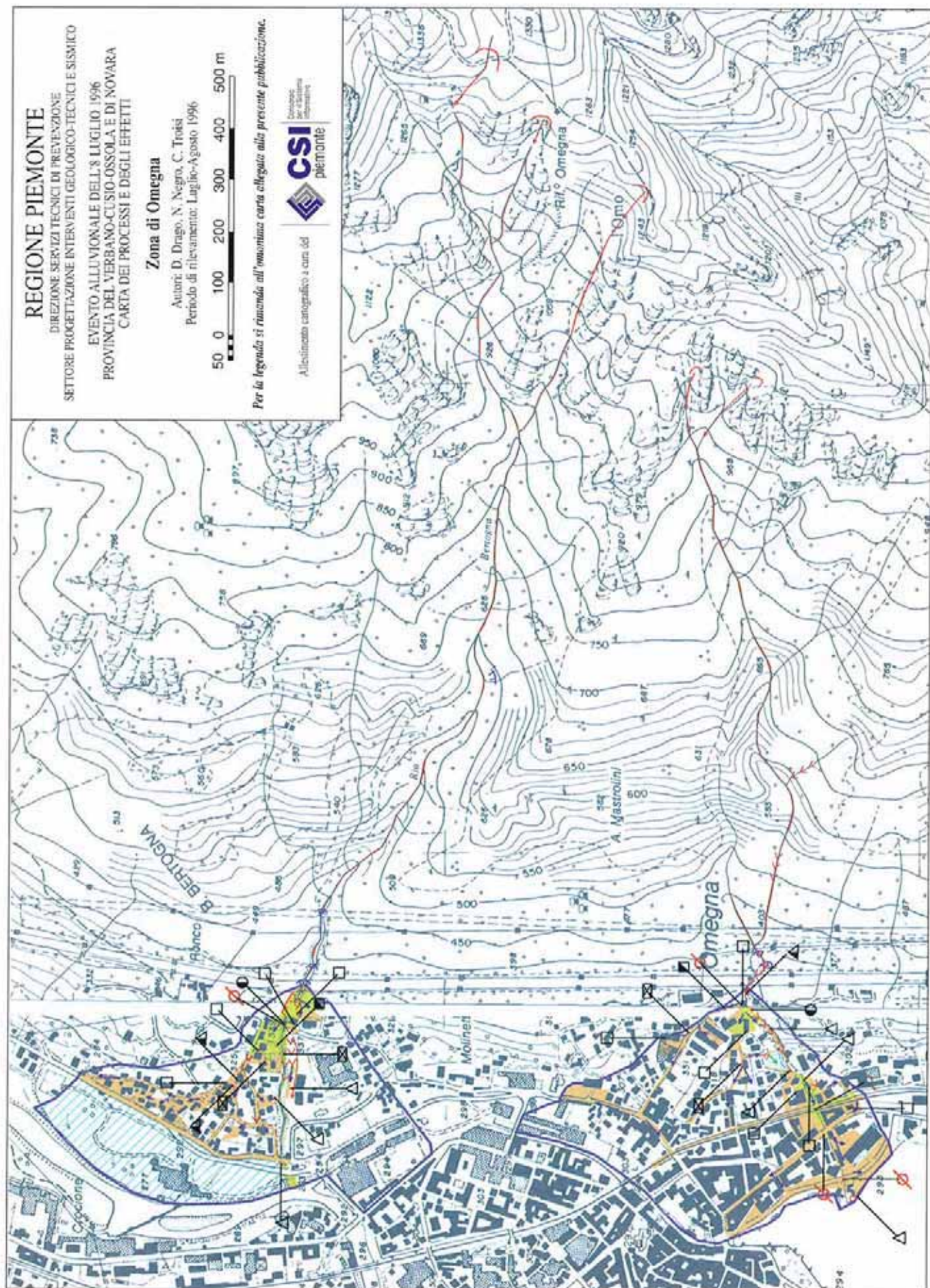
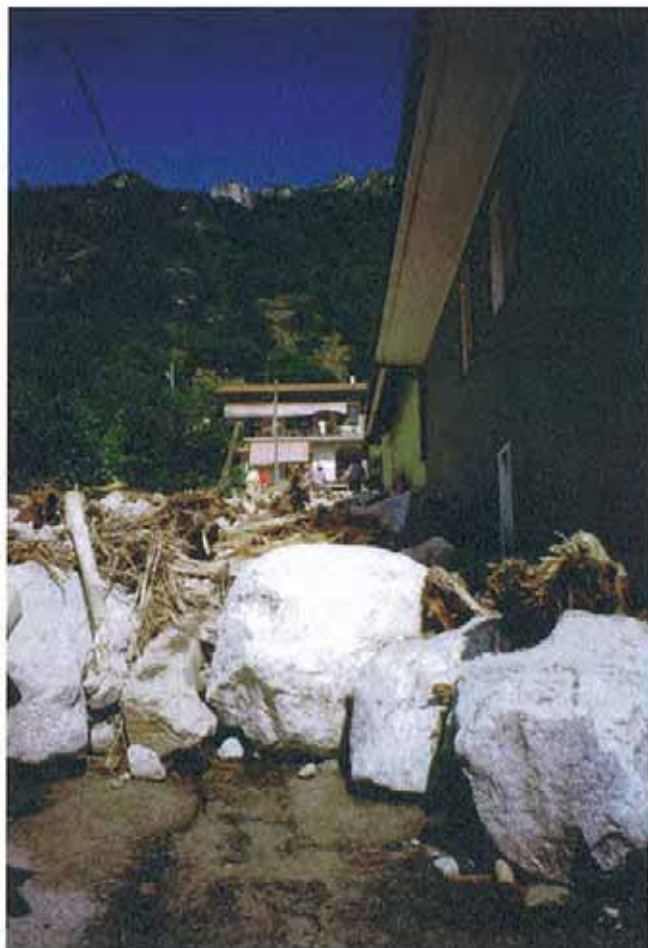


Fig. 5. Stralcio della cartografia "Eventi alluvionali dell'8-7-1996. Provincia del Verbano-Cusio-Ossola e di Novara. Carta dei Processi e degli Effetti", tavola "Omegna", riportante i rii Bertogna e S. Rocco (Comune di Omegna).



**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.

La miscela liquido-solido 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 canale. 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-solido 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-



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

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-solido 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 km<sup>2</sup>; il volume di materiale mobilizzato è stimabile in circa 5000 m<sup>3</sup> se si considera la porzione più grossolana (2500 m<sup>3</sup> in apice, 2500 m<sup>3</sup> nell'area a monte della ferrovia); più difficile è la stima del materiale fine che sembra tuttavia essere non inferiore a 1000 m<sup>3</sup>. Anche i rilievi condotti lungo l'asta concordano nell'indicare un volume mobilizzato di materiali solidi nell'ordine dei 6000 m<sup>3</sup>.

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'innescò, 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 mobilitazioni (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 sciovvia. 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 depositato un ingente volume di materiale lapideo, costituito prevalentemente da massi granitici di circa 1-2 m<sup>3</sup>; 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 km<sup>2</sup>; il volume di materiale mobilizzato è complessivamente stimabile in circa 18000 m<sup>3</sup> (5000 m<sup>3</sup> di materiale a grossa pezzatura in apice di conoide, 9000 m<sup>3</sup> l'accumulo presso la fabbrica, 3000 m<sup>3</sup> lungo l'alveo; sulla parte restante del conoide è verosimile che si siano depositi almeno 1000 m<sup>3</sup> 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 mobilizzato 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 depositi 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 accumulata si tergo della circonvallazione e immediatamente a valle della stessa può superare i 50.000 m<sup>3</sup>, su una superficie di circa 0,04 km<sup>2</sup>. 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 m<sup>3</sup>. Frammista ad essi è presente anche una notevole quantità di sabbia arciosa.

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 m<sup>3</sup> ed asportati numerosi alberi; in alcuni tratti il materiale mobilizzato si è depositato 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 Borea 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'esondazione 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'esondazione 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'esondazione 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 Aureglia, dove, nell'alto bacino in località Alpe Aureglia, 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 Aureglia 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'esondazione 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.

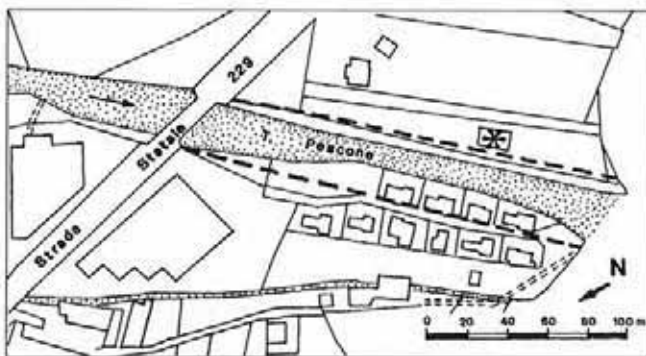


Fig. 14. Pettenasco, T. Pescone: ripresa dell'11-7-96 (da monte verso valle) e corrispondente stralcio catastale (ridisegnato). L'edificio evidenziato dall'asterisco nello stralcio catastale e visibile al centro della foto è stato distrutto durante l'evento. Con la linea tratteggiata sullo stralcio catastale 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 Verbanico-

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 m<sup>3</sup> sul rio San Rocco e circa 50.000 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup> 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, Gravelona 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, Gravelona 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-Verbanò, 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.

## L'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7-10 OTTOBRE 1996



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



## Le condizioni meteorologiche e idrometriche

### 1.1. INQUADRAMENTO METEOROLOGICO

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

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

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

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

### 1.2. DISTRIBUZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

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

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

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

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

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

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

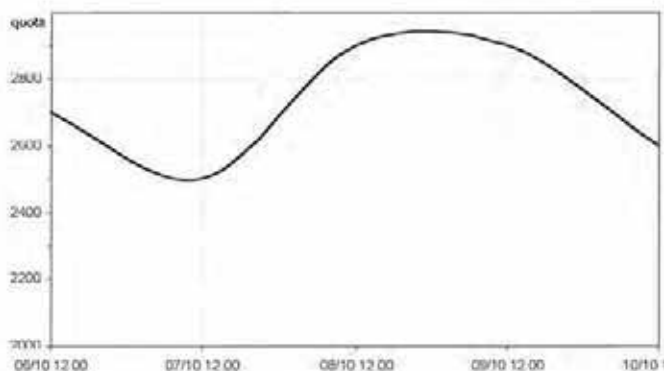
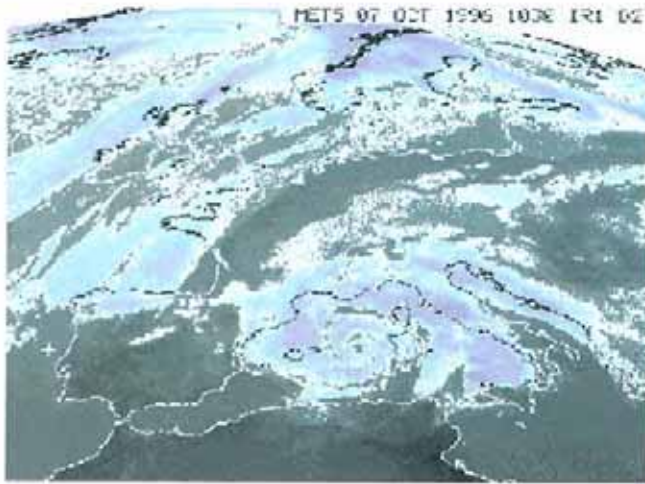
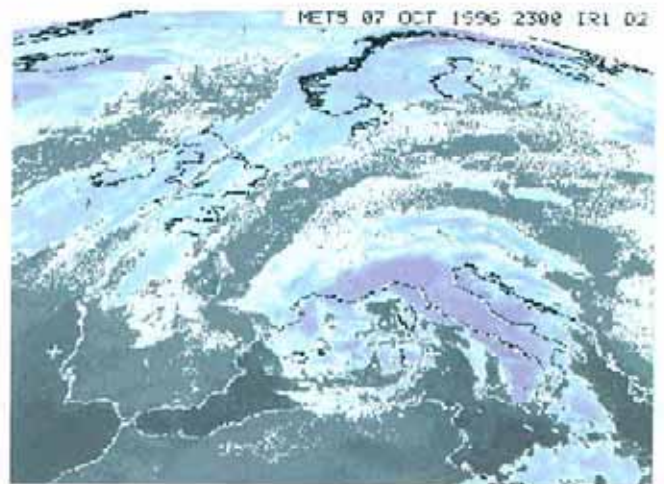


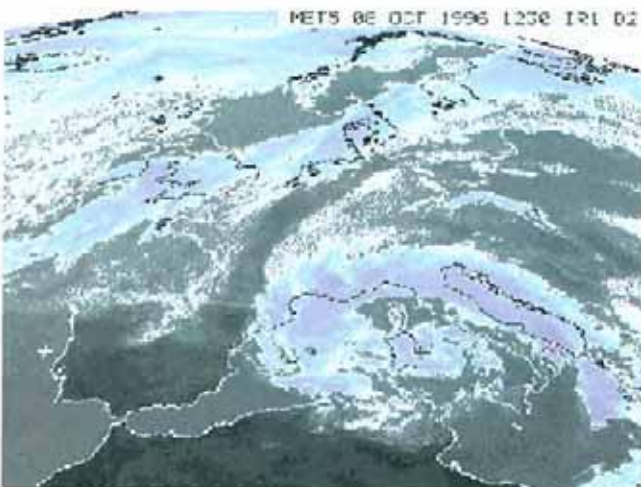
Fig. 1. Andamento dello zero termico nei giorni 6-10 ottobre 1996.



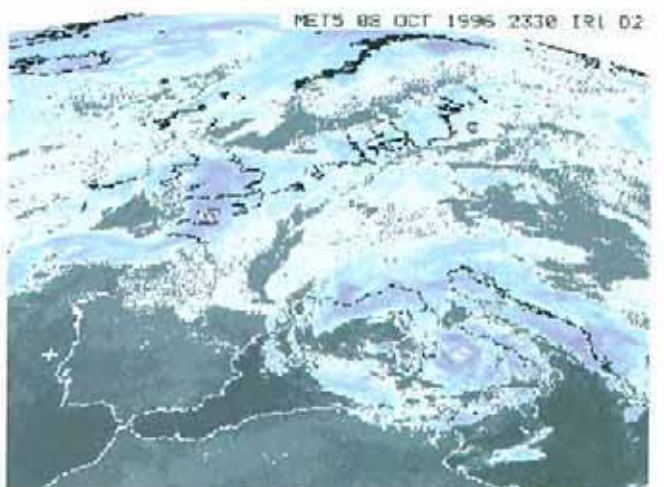
7 ottobre 1996 ore 10:30



7 ottobre 1996 ore 23:00



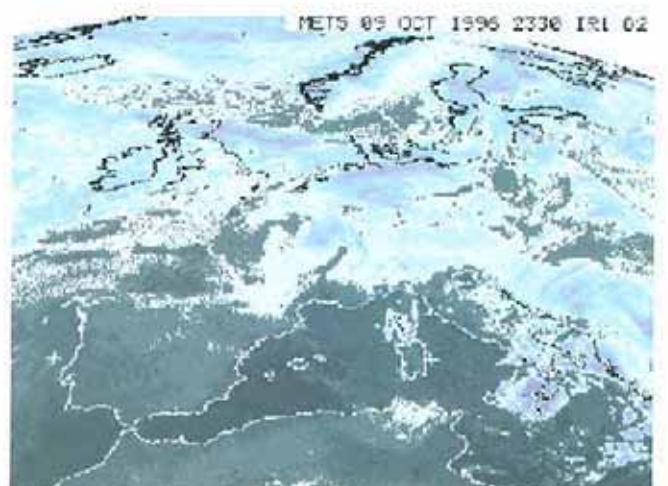
8 ottobre 1996 ore 12:30



8 ottobre 1996 ore 23:30



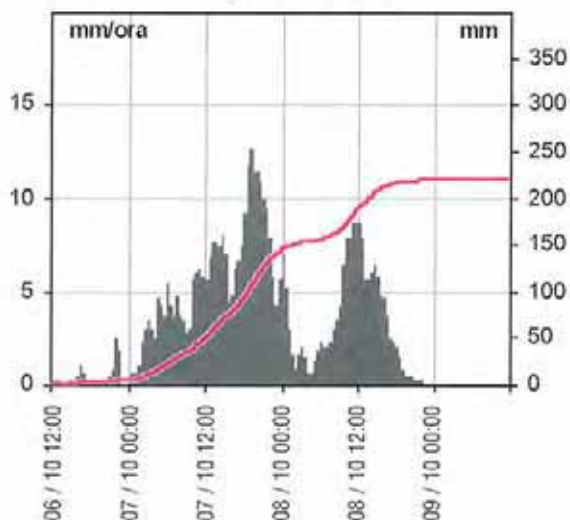
9 ottobre 1996 ore 12:30



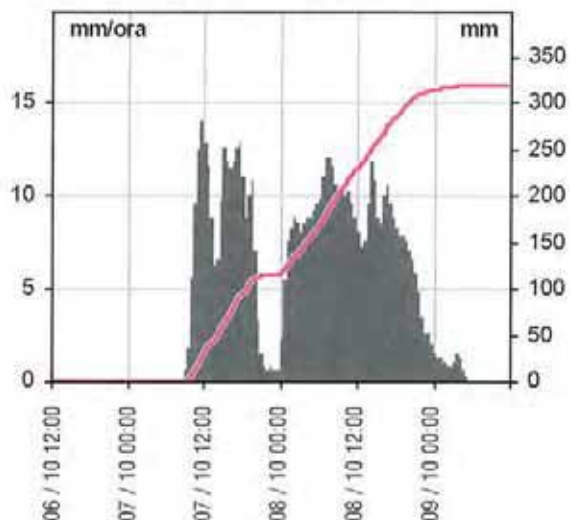
9 ottobre 1996 ore 23:30

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

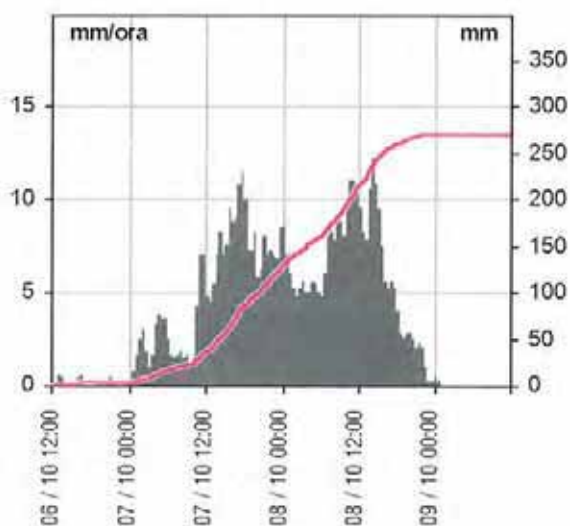
Precipitazioni totali e intensità a  
Ghigo di Prali - Villa



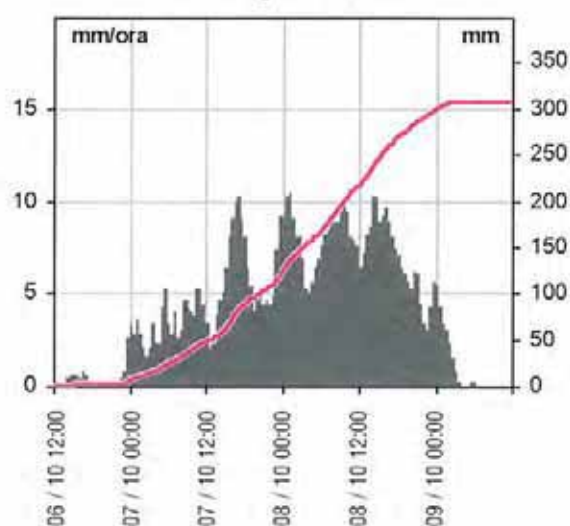
Precipitazioni totali e intensità a  
Bobbio Pellice Col Barant



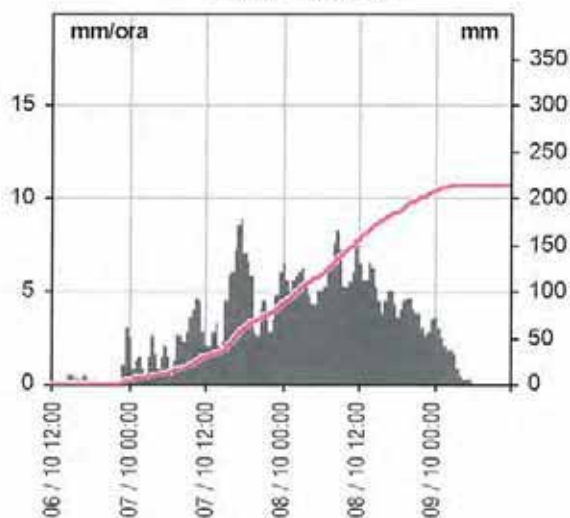
Precipitazioni totali e intensità a  
Crissolo



Precipitazioni totali e intensità a  
Castelmagno - Santuario



Precipitazioni totali e intensità a  
Vinadio - Neraissa



Precipitazioni totali e intensità a  
Chiusa Pesio - Certosa

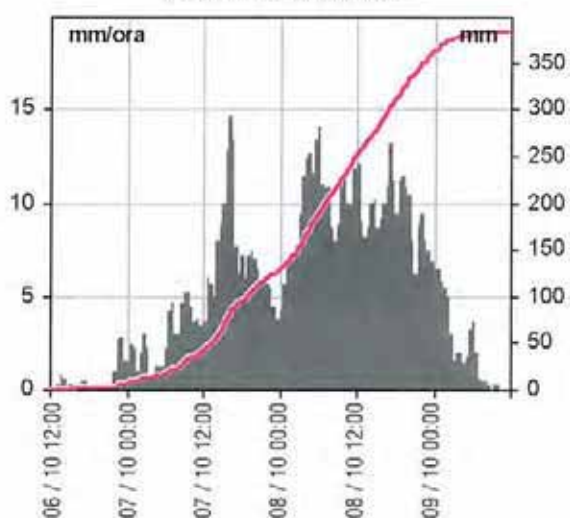


Fig. 3. Precipitazioni totali ed intensità oraria in alcune stazioni di misura.

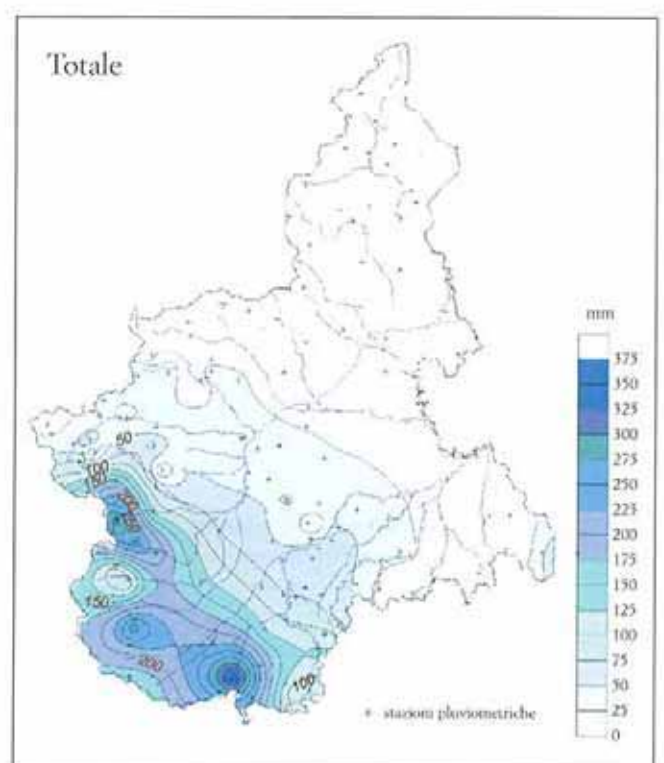
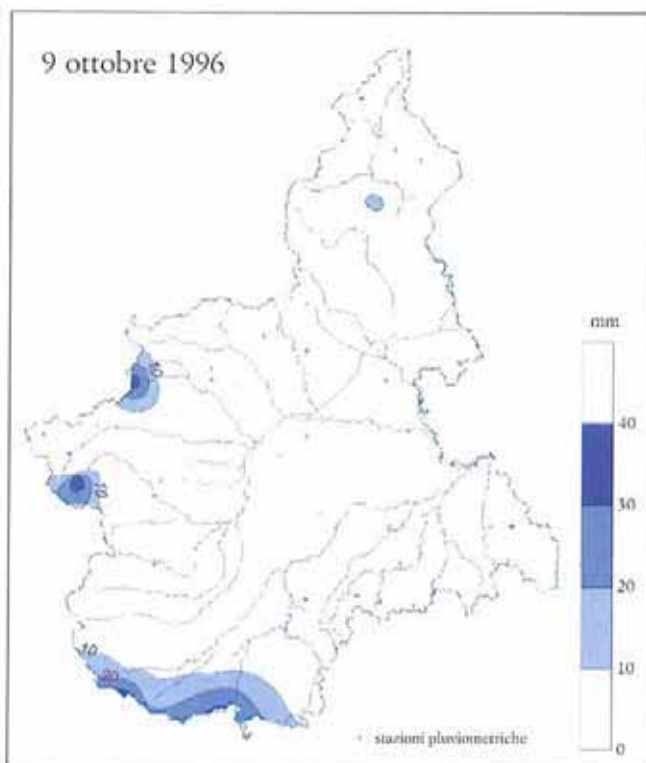
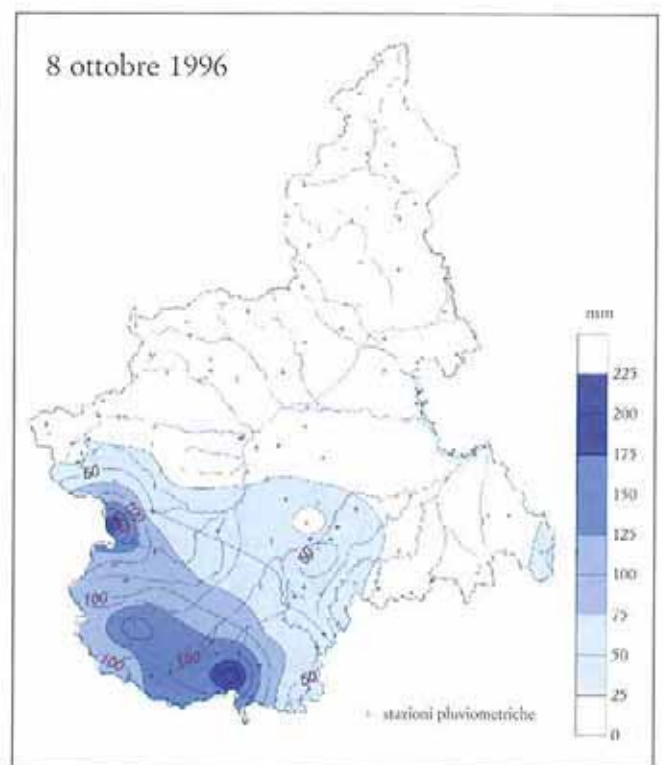
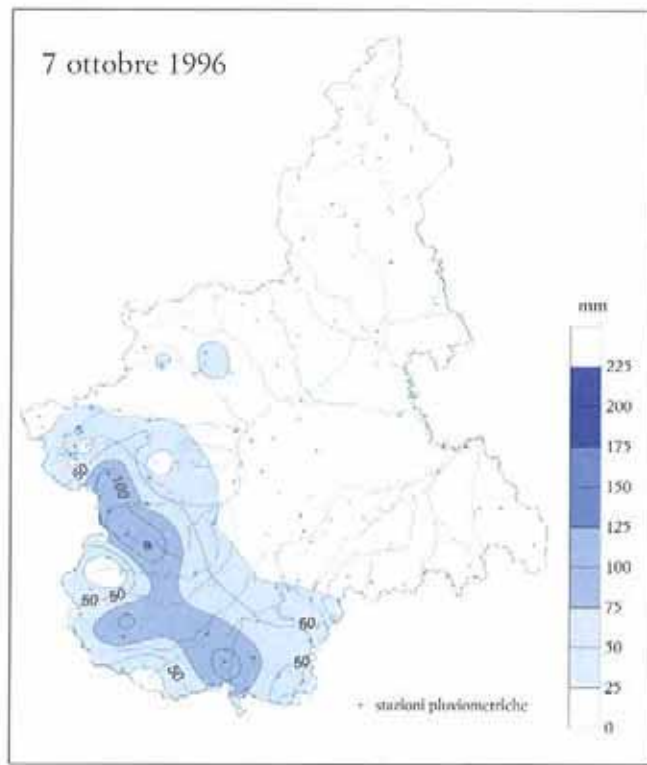


Fig. 4. Distribuzione delle precipitazioni nei giorni 7-9 ottobre 1996 in Piemonte.

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

### 1.3. ANALISI IDROLOGICA

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

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

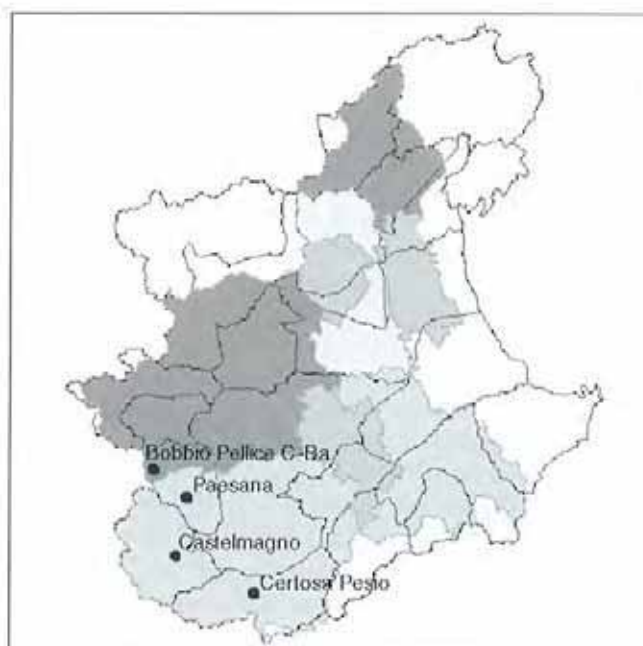


Fig. 5. Suddivisione in zone pluviometriche proposta dall'Autorità di Bacino del Po per il settore alpino occidentale, ubicazione delle quattro stazioni regionali considerate nel testo e province regionali.

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

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



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

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

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

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

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

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

Il Servizio Meteorologico della Regione Piemonte

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

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

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

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

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

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

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

Risulta opportuno richiamare l'attenzione sui seguenti aspetti:

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

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

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

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

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

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

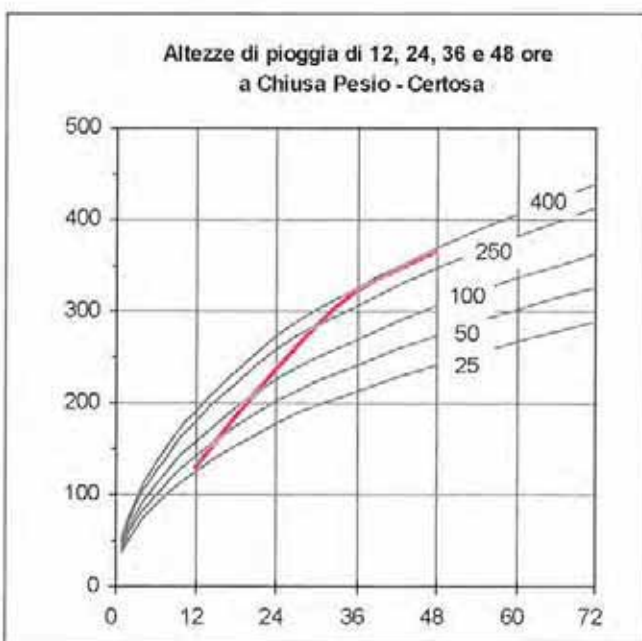
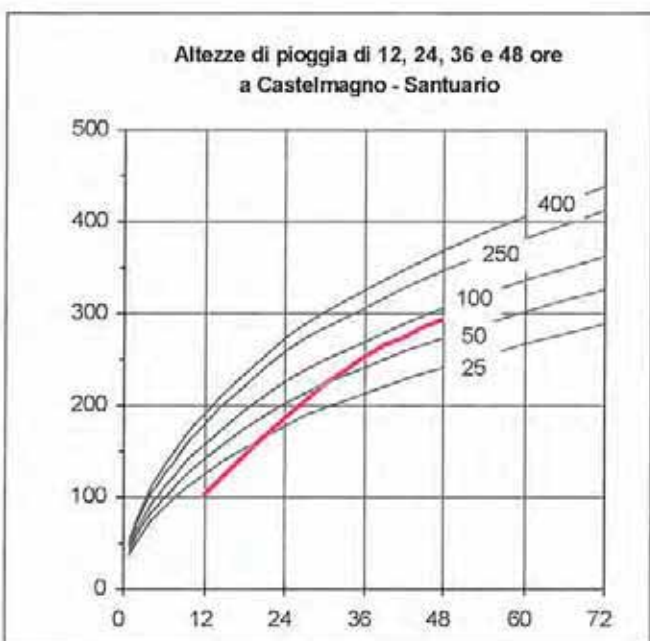
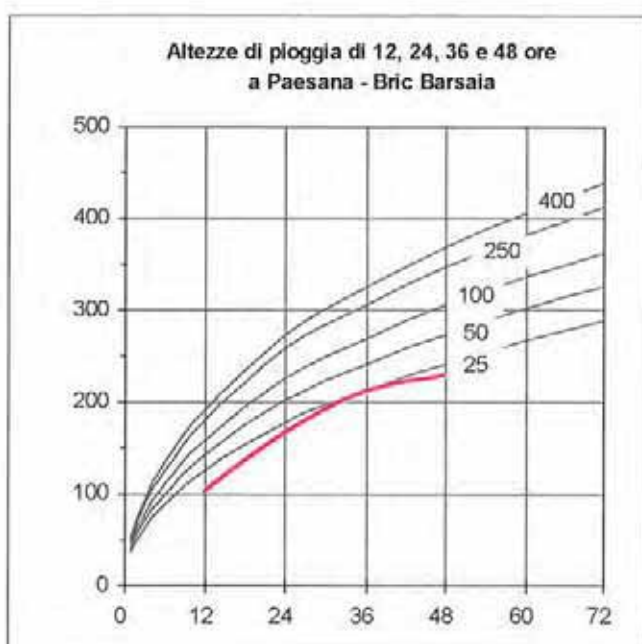
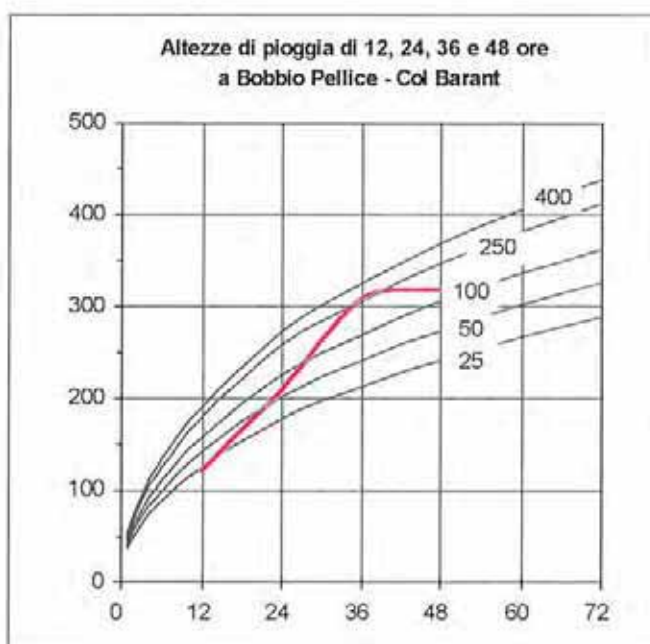


Fig. 6. Altezze di pioggia misurate a confronto con valori calcolati per tempi di ritorno di 25, 50, 100, 250 e 400 anni.

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

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

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

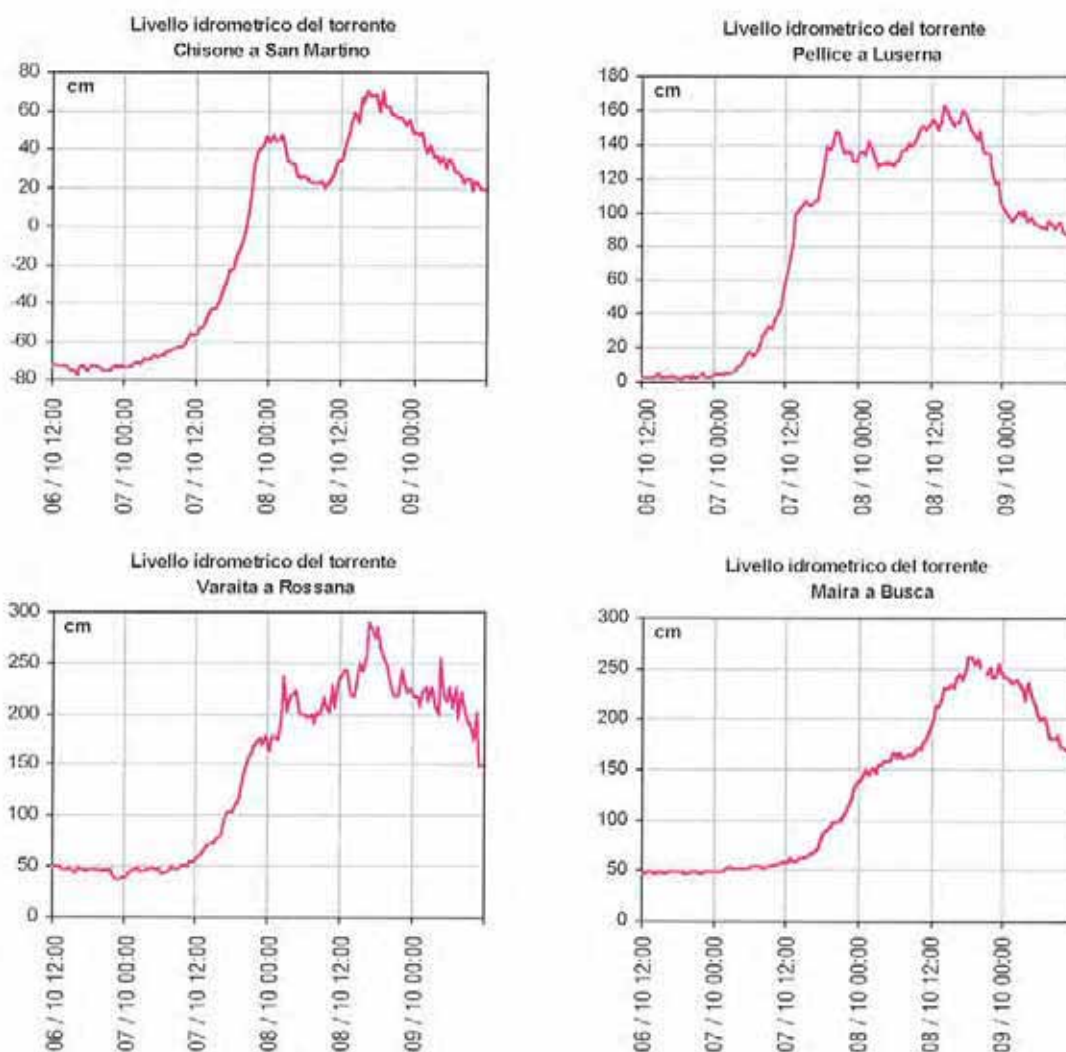
#### 1.4. DEFLUSSI REGISTRATI

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

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

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

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



**Fig. 7.** Livelli idrometrici degli affluenti del Po.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

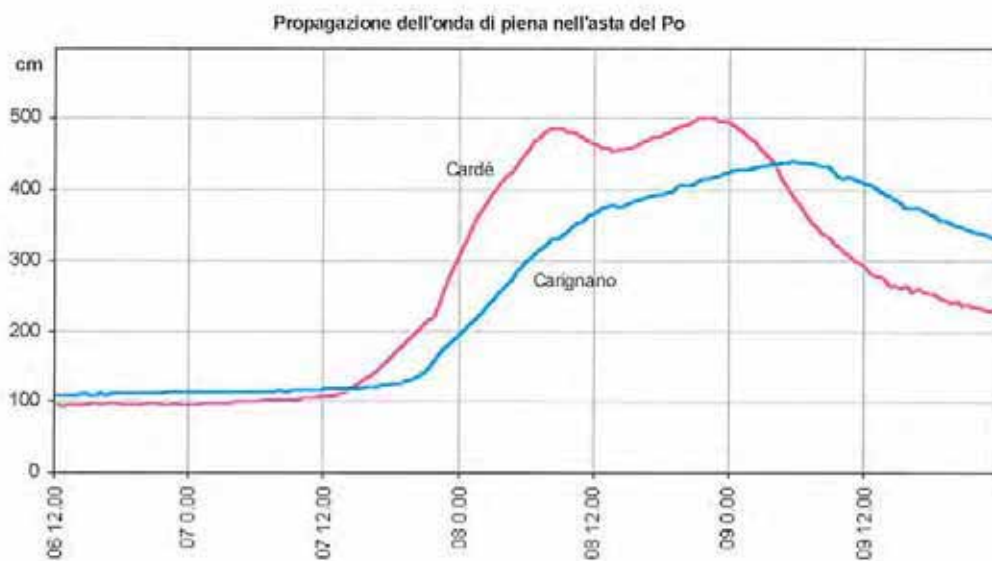


Fig. 8. Livelli idrometrici del Po a Cardè e Carignano.

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

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

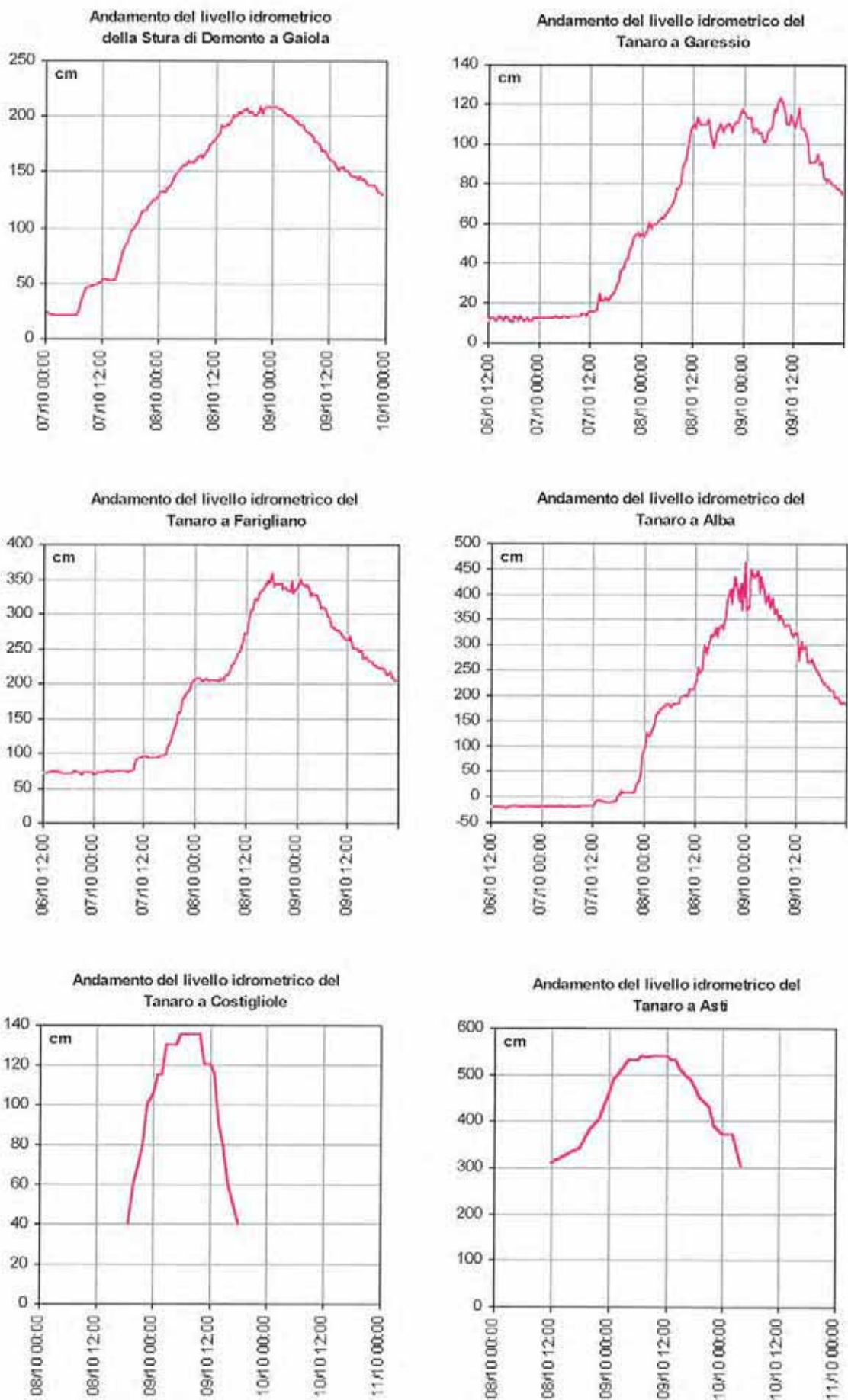


Fig. 9. Livelli idrometrici del Tanaro e dei suoi affluenti.

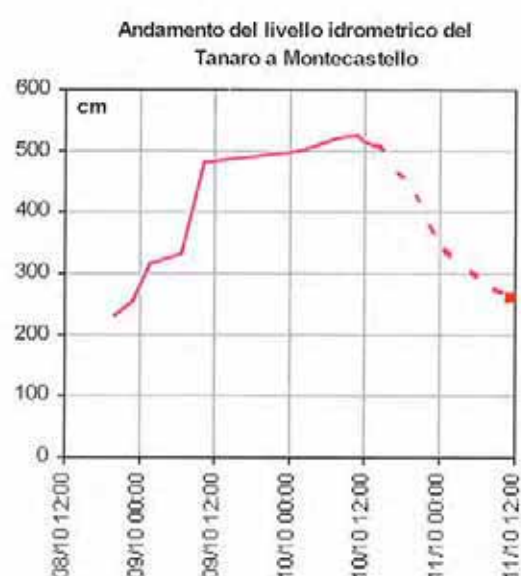
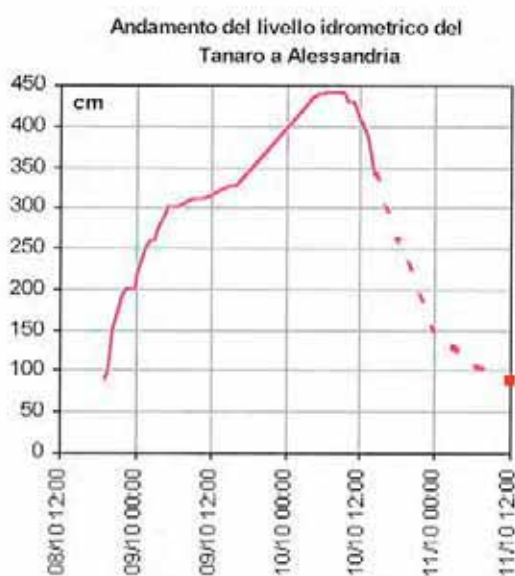
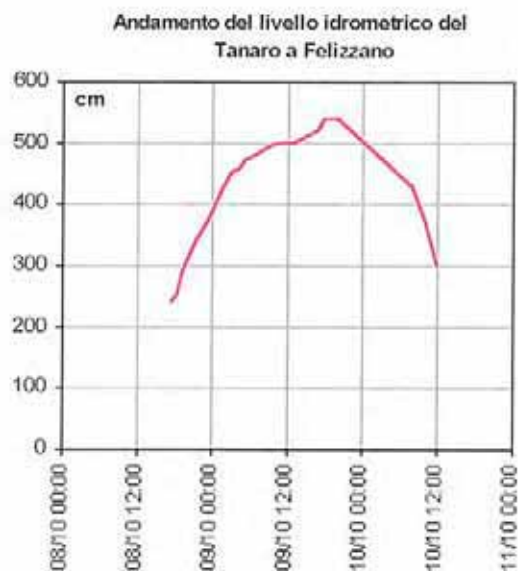
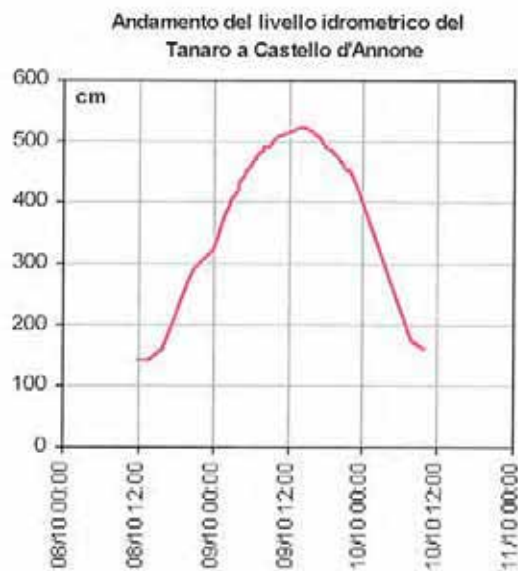
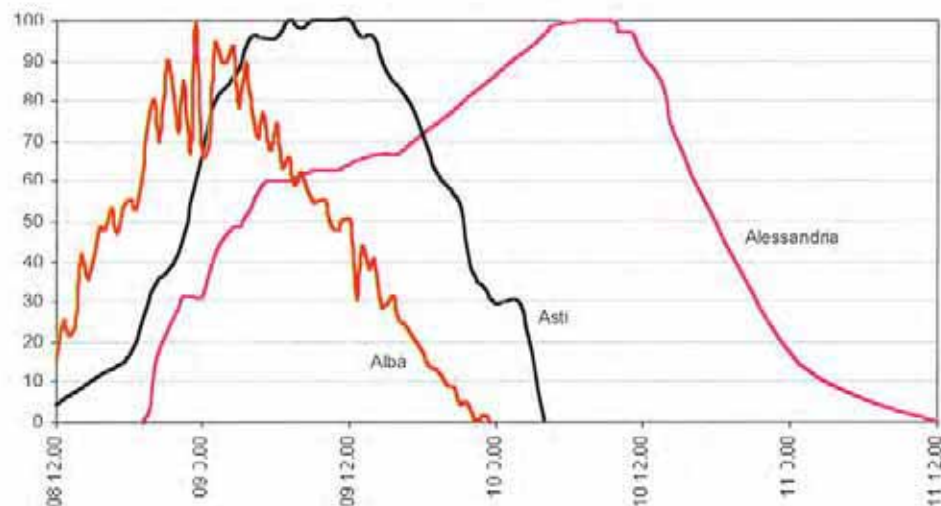


Fig. 10. Livelli idrometrici del Tanaro e dei suoi affluenti (nelle sezioni di Alessandria e Montecastello il tratteggio indica la probabile coda di esaurimento sino all'ultimo valore misurato indicato dal quadratino).

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

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



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

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

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

4. la piena del Tanaro si sposta verso Alessandria ove giunge al colmo intorno alle 6,30 del giorno 10.

## Processi d'instabilità geologica ed effetti

### PREMESSA

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

### 2.1. ANALISI DEGLI EFFETTI DELL'EVENTO SUL TERRITORIO ALPINO

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

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

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

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

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

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



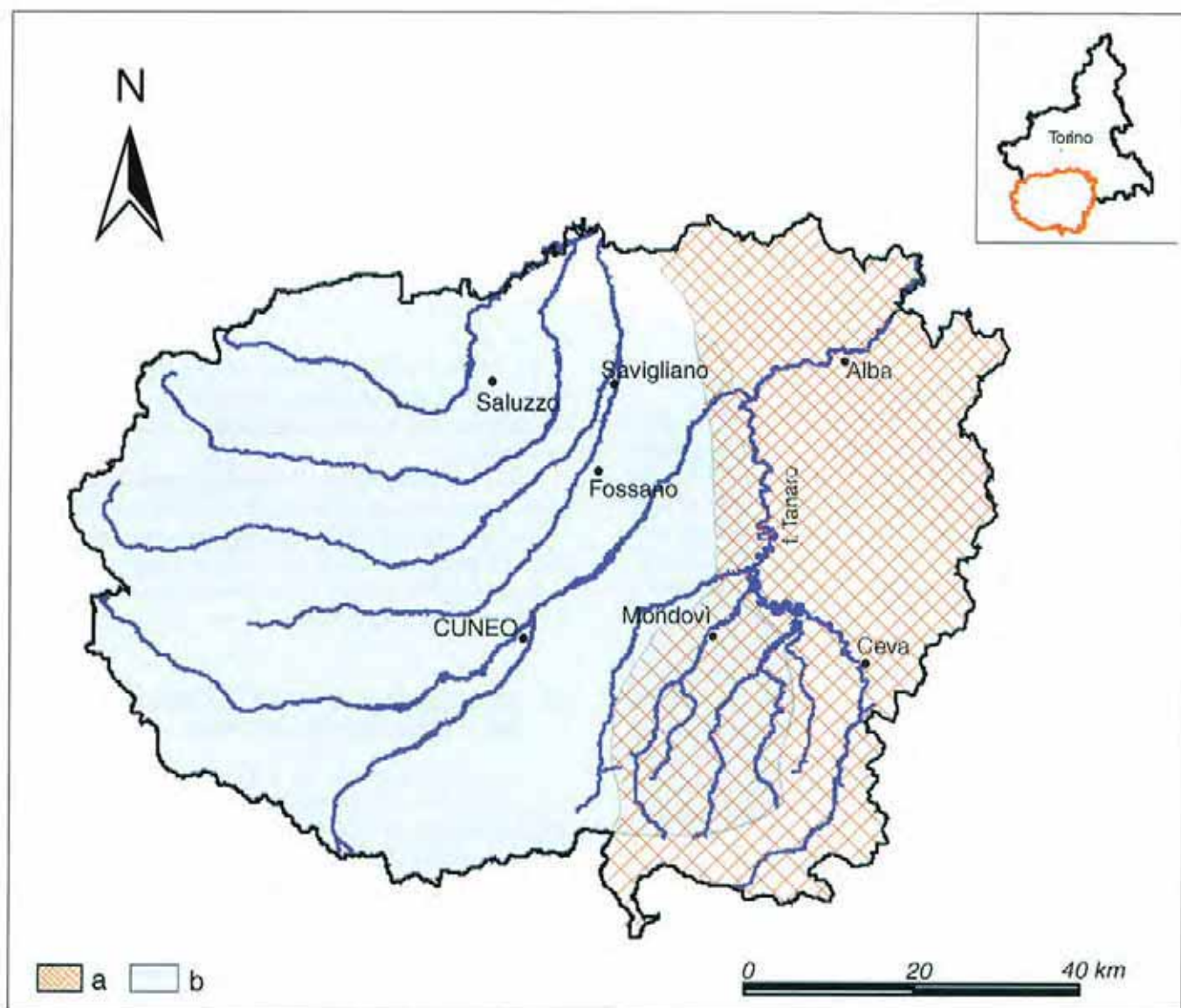


Fig. 1. Aree colpite, entro il territorio della provincia di Cuneo, dagli eventi alluvionali del novembre 1994 (a), e dell'ottobre 1996 (b) e relativa zona di coincidenza.

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

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

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

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

Per i bacini maggiormente colpiti (Grana, Stura

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

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

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

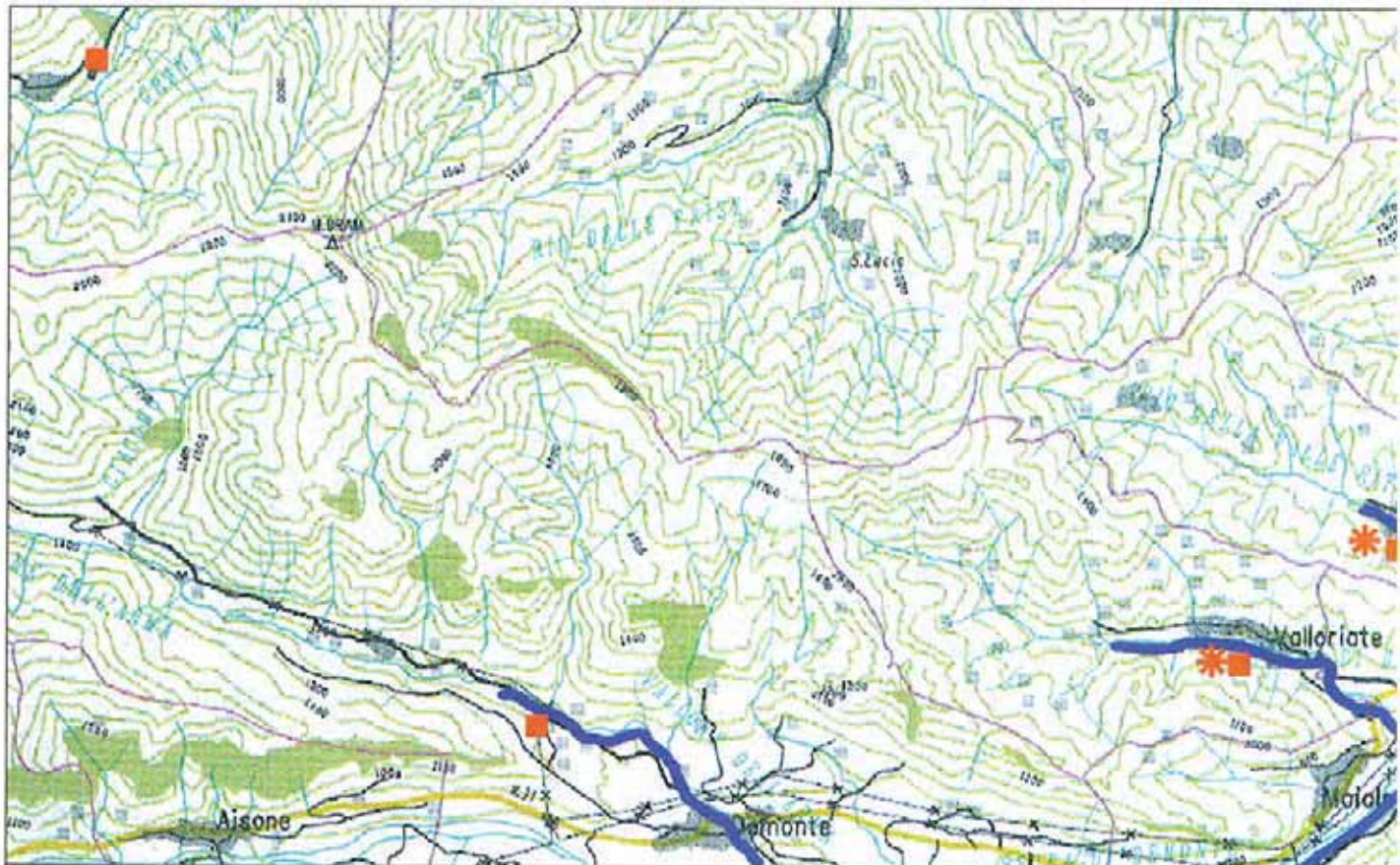
*Bacini delle valli Germanasca, Pellice, Po, Varaita e Maira*

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

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

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

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









Regione Piemonte  
 Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione

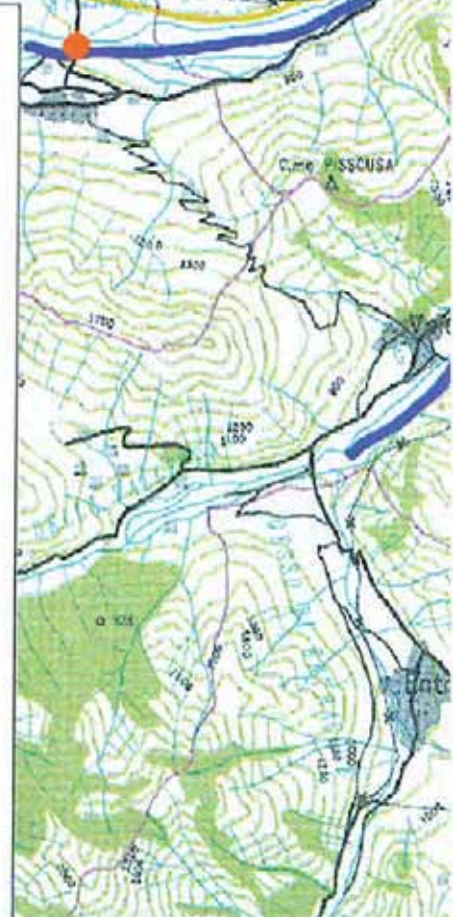
Evento alluvionale del 7-10 ottobre 1996  
**UBICAZIONE DEI PROCESSI E DEI DANNI SIGNIFICATIVI**



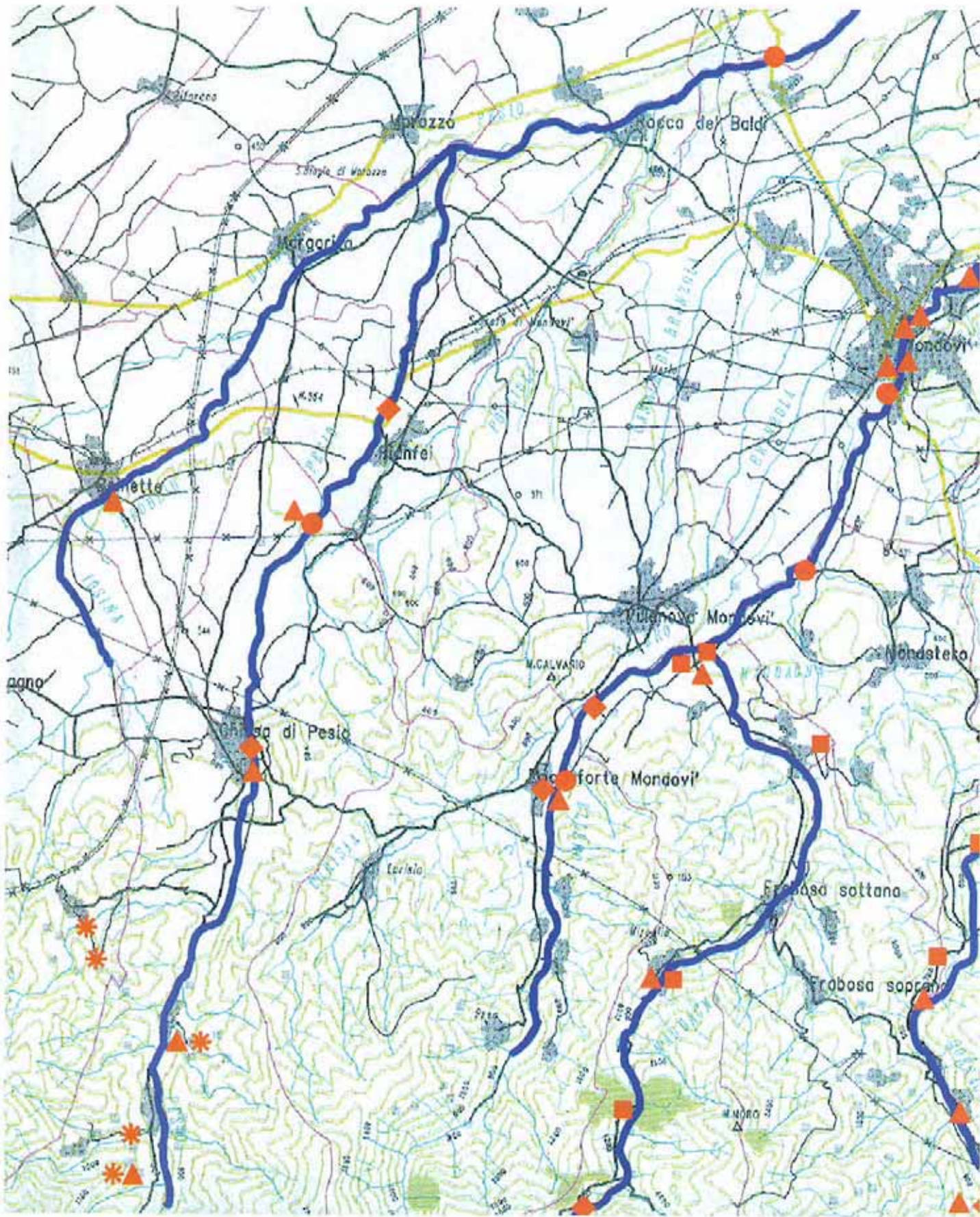
**Legenda**

-  Principali tratti di alveo interessati da violenta attività fluvio-torrentizia
-  Maggiori movimenti franosi di neoformazione o riattivati
-  Edifici danneggiati o distrutti
-  Tronchi stradali o ferroviari danneggiati o distrutti
-  Infrastrutture coinvolte (impianti di depurazione, sportivi, etc.)
-  Ponti danneggiati o distrutti

Gianfranco SUSELLA, M. Grazia GALLO  
 Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi  
 Marina ZERBATO  
 Settore Prevenzione Territoriale del Rischio geologico - Area di Cuneo









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

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

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

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

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

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

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

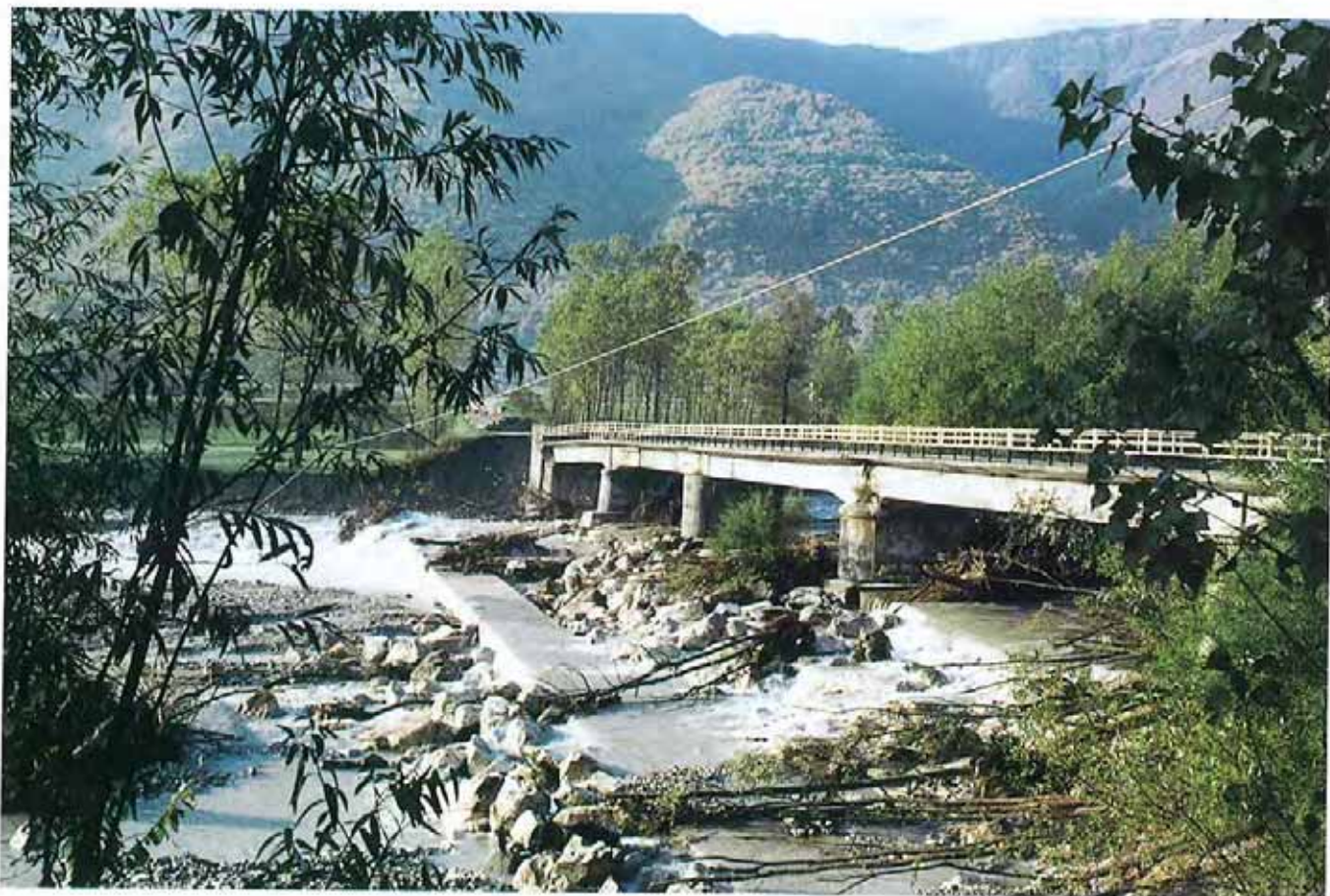
#### *Bacino del torrente Grana - Mellea*

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

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

#### *Bacino del torrente Stura di Demonte*

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Locali osservazioni morfologiche depongono inve-



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



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



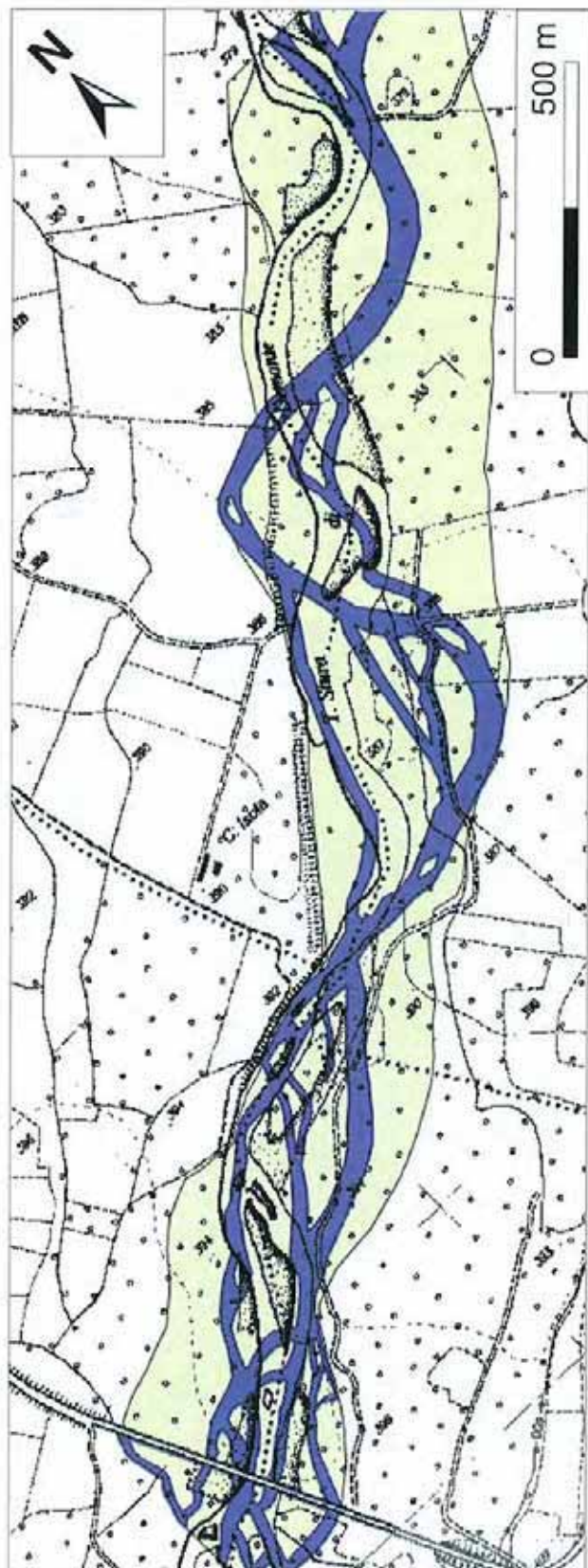
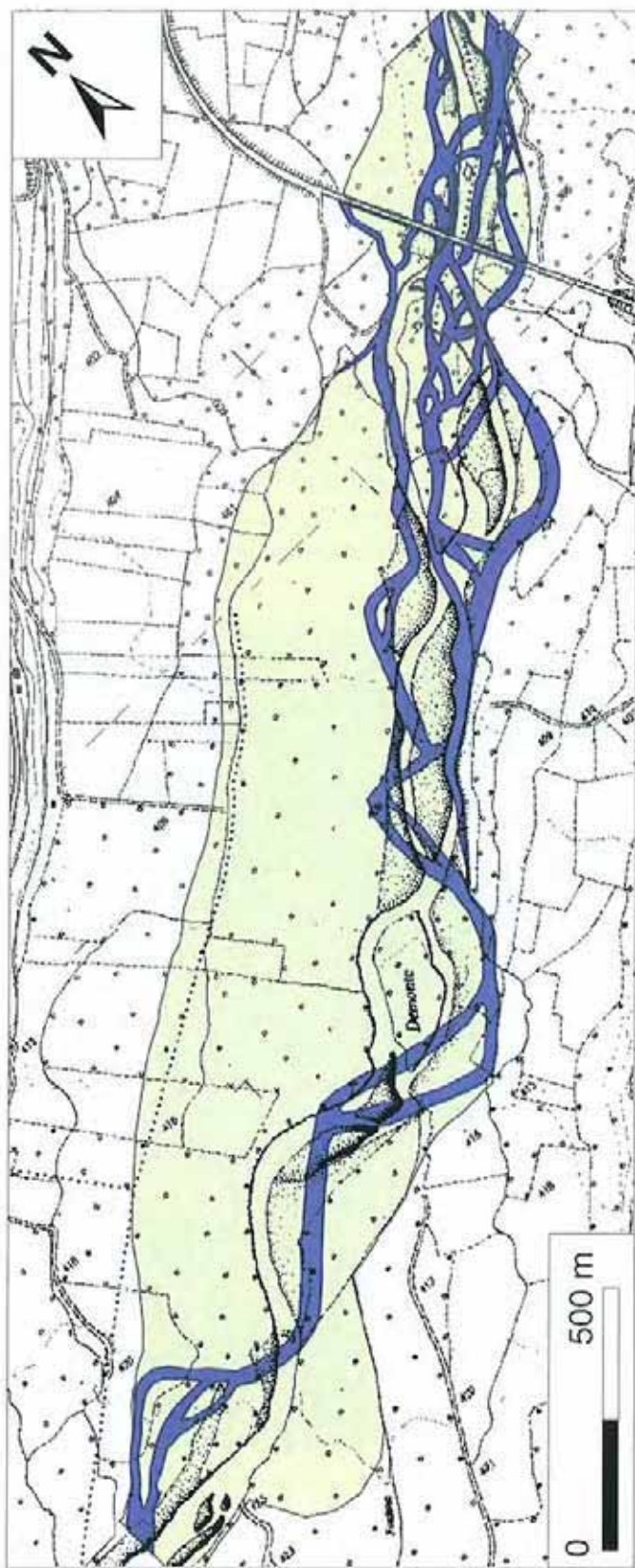


Fig. 5. Torrente Stura di Demonte. Modificazioni del canale di deflusso a seguito della piena fluviale del 1996: sono identificati il canale di deflusso nella sua nuova configurazione e l'area interessata da esondazione (G. Moletta, G. Susella, 1998). Stralzo della cartografia in scala 1:10.000, Banca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



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

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

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

#### Bacini dei torrenti Gesso e Vermenagna

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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



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

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

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

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

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

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

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



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



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



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

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

#### *Bacini dei torrenti Colla, Iosina e del torrente Pesio*

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

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

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



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



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

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

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

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

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

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

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

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

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



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



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



**Fig. 16.** *Comune di Chiusa di Pesio, località Tetti Rumiano. Frana di circa 1000 m<sup>3</sup> innescata con movimento rotazionale a monte dell'abitato. Il materiale instabile (terreni di copertura a preponderante componente argillosa) ha dato luogo ad una colata di fango che ha interessato parzialmente un edificio senza procurare danni gravi. La colata è proseguita verso valle lungo canali della rete idrografica locale.*

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### *Bacino del torrente Corsaglia*

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

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

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

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

#### *Bacino del torrente Casotto*

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

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

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

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

#### *Bacini del torrente Mongia e dell'alto fiume Tanaro*

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

#### *Premessa*

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

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

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

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

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

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

#### *Processi legati all'attività fluviale*

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Come già nel novembre 1994, a monte dell'autostrada A26 Voltri-Sempione e, più in generale, a monte del ponte ferroviario di Alessandria, si genera un invaso con battenti d'acqua in accrescimento ed esteso per una superficie di diversi km<sup>2</sup>; tale invaso viene contenuto in sinistra ed al fronte dal rilevato ferroviario, che assume la funzione di argine, e in destra dai terrazzi morfologici di Casalbagnano e dello scalo merci delle FFSS.

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

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

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

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

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

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

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

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



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

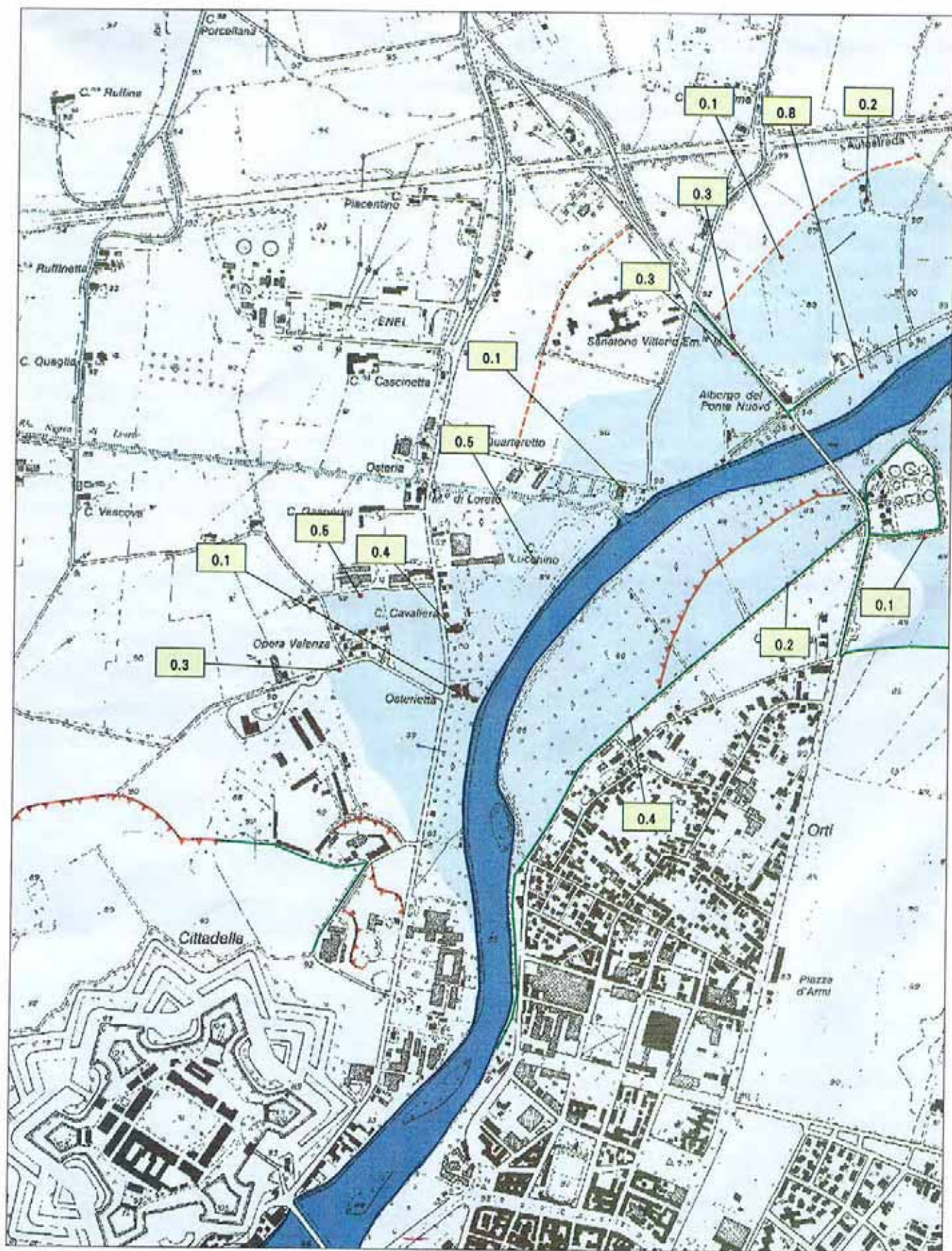


Fig. 19. Alessandria. Limiti del campo di inondazione e altezze in metri raggiunte dalle acque di esondazione a valle della città a seguito della piena fluviale del Tanaro. Cartografia in scala 1:10.000, Banca Dati Geologica - Regione Piemonte.

Alle 6 di mattina l'idrometro della Cittadella segnala un picco di +4,40 metri.

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

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

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

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

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

## Conclusioni

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

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

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

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

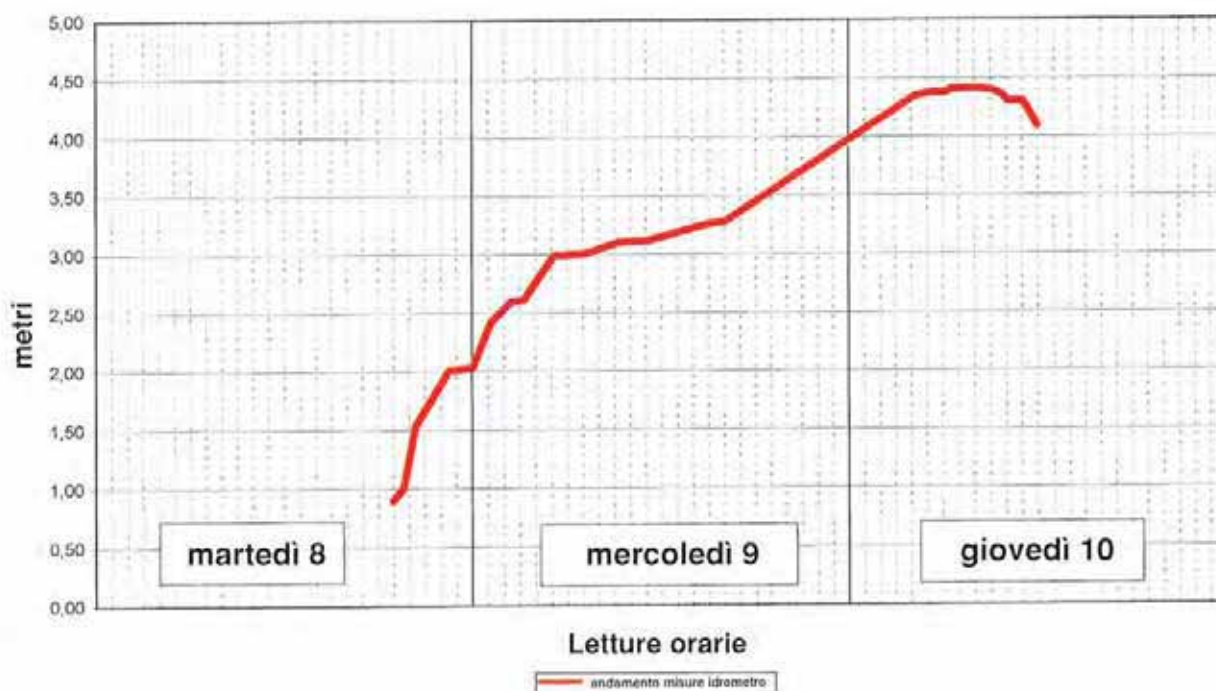


Fig. 20. Valori idrometrici registrati sul fiume Tanaro in Alessandria durante la piena fluviale dell'ottobre 1996.

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

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

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

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

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

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

### Riferimenti bibliografici

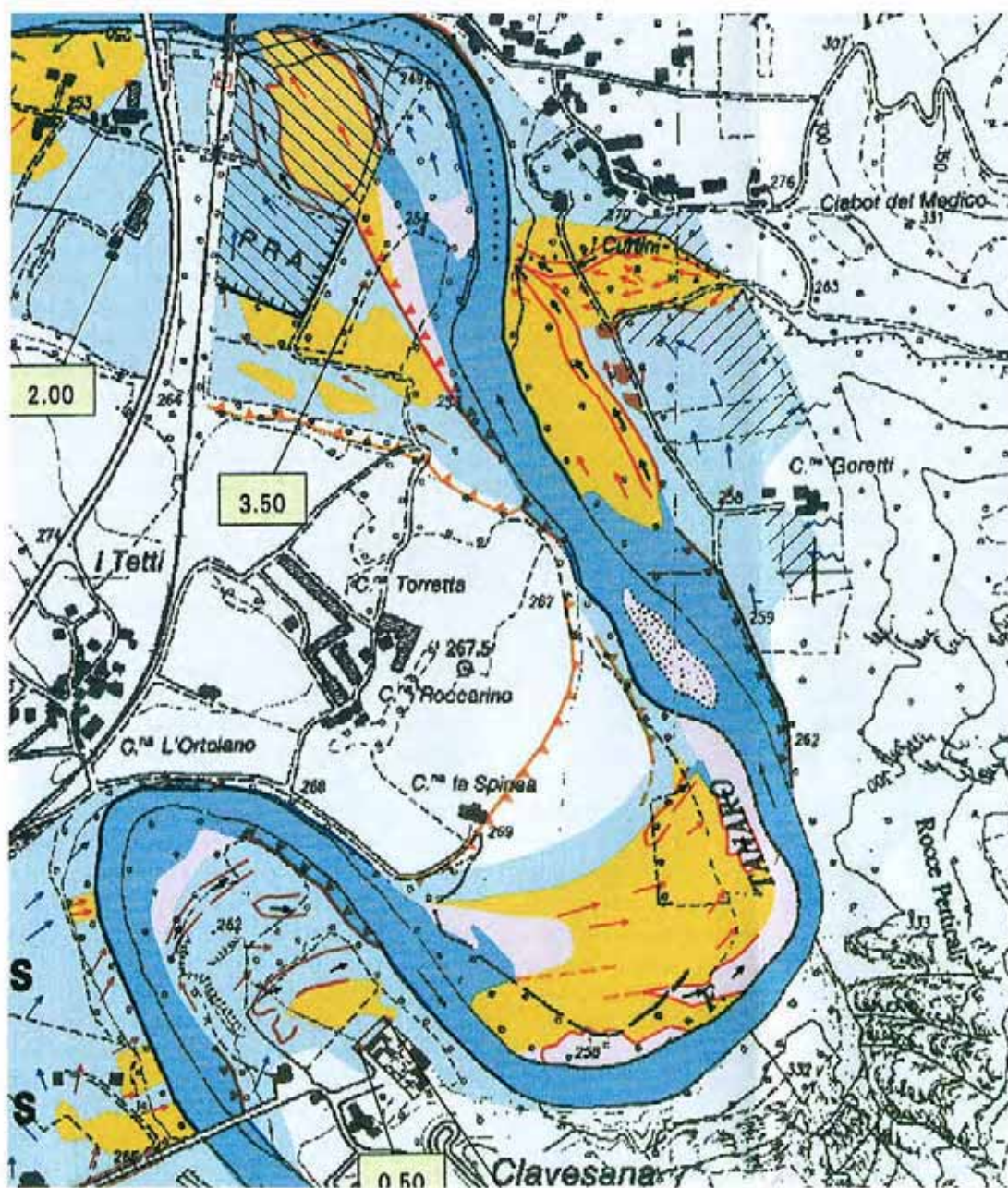
MOLETTA G., SUSELLA G. (1998), *Modificazioni del canale di deflusso del fiume Stura di Demonte a seguito della piena dell'ottobre 1996*. Cartografia in scala 1:10.000, Tratto Cuneo-Bra. REGIONE PIEMONTE - Banca Dati Geologica. *Inedito*

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

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

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

## CARTOGRAFIE FUORI TESTO



Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro.  
Evento alluvionale 2-6 novembre 1994. Regione Piemonte, 1995. Scala originale 1:10.000.



## Premessa

La Regione Piemonte, tramite la Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione, persegue un programma di prevenzione territoriale condotto tramite attività di studio, e monitoraggio, dei fenomeni di instabilità geologica al fine di arrivare ad una valutazione qualitativa e quantitativa delle condizioni di pericolosità cui è sottoposto il territorio.

Condizioni di pericolosità che proprio, e purtroppo, a seguito di eventi alluvionali gravosi ed arealmente estesi si rendono più visibili al tecnico chiamato ad identificarle e valutarne i limiti e le modalità spaziotemporali di evoluzione.

Grande importanza acquistano, in questa ottica, le attività inerenti l'aggiornamento in tempo reale degli archivi alfanumerici del Sistema Informativo Geologico che da un lato consentono di rappresentare un quadro dei processi e degli effetti su ciascun territorio comunale coinvolto, in termini di soluzione di problemi in emergenza, e dall'altro permettono una conseguente e successiva elaborazione dei dati raccolti per arrivare alla identificazione non più di soli "singoli" processi ma ad aggregazioni, secondo esigenze di studio, sia di carattere temporale che areale o tipologico.

La cartografia tematica di derivazione numerica, così come è quella prodotta dalla Direzione, con il coordinamento del Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi, rappresenta, in questo quadro, sia la più classica rappresentazione degli effetti di un evento alluvionale sia il lato "visibile" di tutta la serie di informazioni che l'hanno costituita e che ne rappresentano l'aspetto di possibili elaborazioni.

La produzione ha, nel corso degli anni, riguardato tematiche diverse che iniziano con la elaborazione dei fogli alla scala 1:100.000 della Banca Dati Geologica su dati dei diversi archivi (*Frane, Alveotipi e portate, Vulnerabilità per fenomeni franosi di fluidificazione, Conoidi, Aree inondabili, Danni a rete viaria e ponti, Danni a centri abitati, Unità litologiche*) per passare poi, nel tempo, ad altre elaborazioni realizzate in scale di maggior dettaglio. Sono state quindi prodotte le carte: *Attività fluviali, danni ai centri abitati e indici*

*di disequilibrio nel bacino della Dora Riparia; Movimenti gravitativi delle alte valli di Susa e Chivasso; Analisi del sistema fluviale del fiume Tanaro su riprese aeree del 1954; Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del novembre 1968 sul fiume Sesia; Evento alluvionale del settembre 1993 sui fiumi Dora Baltea e Stura di Lanzo e sui torrenti Orco e Soana.*

Con l'intento di rendere maggiormente visibili le caratteristiche che accompagnano i diversi processi di instabilità geologica esplicitati nella regione Piemonte a seguito degli eventi alluvionali oggetto della pubblicazione, e per rendere meglio fruibile quanto nei capitoli descritti, si è ritenuto doveroso accompagnare il testo con una serie di esemplari cartografici di grande formato realizzati dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione e predisposti, nella loro veste di cartografia numerica, dal CSI Piemonte.

La quasi totalità di queste tavole cartografico-tematiche ha come soggetto i processi di instabilità attivatisi nel novembre 1994 e riguarda sia movimenti di versante che attività lungo la rete idrografica principale.

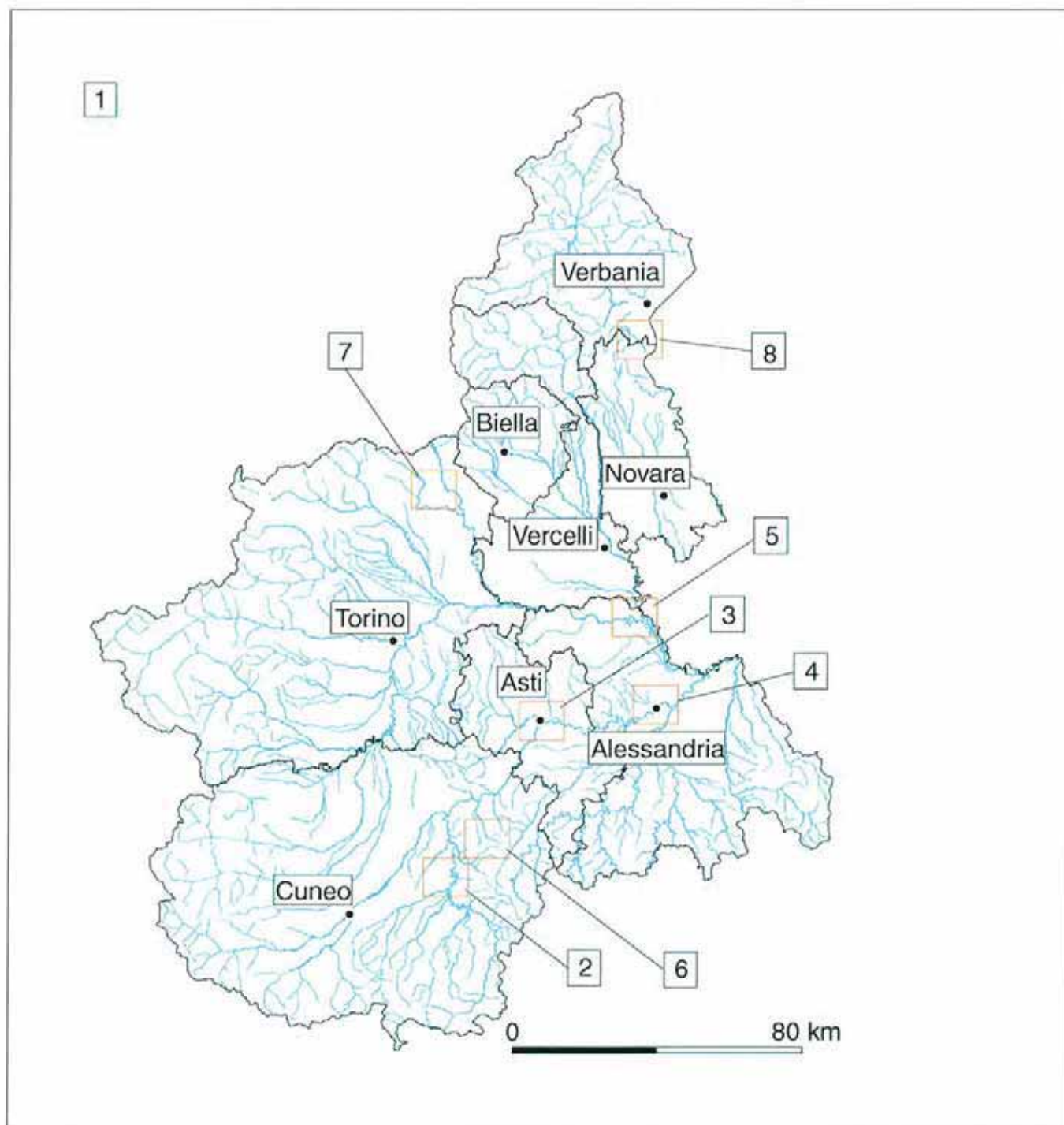
La prima di queste cartografie propone, con opportuna simbologia, un quadro complessivo e di sintesi di tutto il territorio regionale.

Una tavola è, poi, dedicata all'area compresa tra i laghi d'Orta e Maggiore coinvolta da puntuale ma gravoso episodio di pioggia intensa che nel luglio 1996 ha comportato una serie di pesanti danni su apparati di conoide edificati mentre l'evento verificatosi durante l'autunno 1996 è invece commentato da cartografie di sintesi contenute entro il testo.

Le cartografie allegate alla pubblicazione, divise per diverso tematismo o ubicazione, sono qui di seguito elencate e brevemente commentate; nella figura a lato presentata è offerto un quadro di unione riassuntivo delle diverse localizzazioni cartografiche entro il territorio piemontese.

Alcune delle aree identificate nelle cartografie allegate hanno i vertici di tavola non coincidenti, per scelta editoriale, con quelli della copertura delle sezioni della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000).

## Schema dell'ubicazione delle tavole tematiche sul territorio regionale piemontese



*Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994*

- 1** Tavola di sintesi  
**2-7** Tavole di dettaglio

*Evento alluvionale dell'8 luglio 1996*

- 8** Tavola di dettaglio

# Note alle tavole tematiche

## Cartografia relativa all'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Nelle ore che hanno seguito l'esplicitarsi dell'evento alluvionale del 1994 sul territorio piemontese l'Amministrazione regionale, fin da subito presente sui territori colpiti con personale delle varie competenze tecniche, ha attivato la richiesta per una ripresa aerea di tutta l'area colpita così come questa si andava delineando a seguito della acquisizione dei dati territoriali.

Pochi giorni dopo la fine del periodo di emergenza sono così stati messi a disposizione dei tecnici della Direzione scrivente i fotogrammi (in scala 1:20.000 ca. su tutto il territorio colpito e in scala 1:10.000 ca. su alcune delle aste idrografiche principali) relativi all'evento alluvionale.

Questo ha permesso di affrontare in tempi brevi l'analisi della distribuzione areale dei processi di instabilità geologica sia per quanto concerne l'attività fluvio-torrentizia sia per quanto attiene all'attività di versante e di programmarne il rilevamento di dettaglio e il successivo allestimento cartografico.

### PROCESSI DI INSTABILITÀ GEOLOGICA E DANNI ASSOCIATI

- Tav. 1, f.t. - Territorio regionale  
Cartografia di sintesi  
Scala 1:250.000

Come già ricordato nel testo le attività attraverso le quali si muove la struttura della Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione sono essenzialmente:

- studio dei processi naturali
- monitoraggio
- gestione normativa
- progettazione di interventi di sistemazione.

Attraverso i dati territoriali desunti dalle 4 attività sopradette (essenzialmente documenti di rilevamento, ma anche risultanze di istruttorie e relazioni tecniche ispettive, fonti di archivio e fonti conoscitive varie) vengono aggiornati gli archivi della Banca Dati Geologica, in particolare quello relativo ai processi di instabilità, agli effetti ed ai danni indotti.

Attualmente la base dati relativa all'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994 consta di oltre 2000 schede riguardanti processi accaduti sul territorio

regionale; ciascuna di esse identifica un danno, la sua natura, l'ubicazione e la causa che l'ha prodotto corredati da tutta una serie di parametri di dettaglio.

Partendo da questa realtà si è ritenuto di utile esplicazione, ai fini di meglio comprendere come si sia distribuito il campo degli effetti del dissesto sul tessuto antropico a scala regionale, la realizzazione di una carta di sintesi dei processi geologici e danni associati relativamente all'evento alluvionale del novembre 1994, per quanto l'implementazione dei dati sia ancora lontana dalla sua conclusione e quindi il documento in questione sia da essere considerato come una sorta di "fermo immagine" di un quadro conoscitivo in corso di completamento.

Una apposita finestra dedicata all'area più colpita, la zona collinare delle Langhe, ovvia al problema del "sovraffollamento" del campo simbolico e dettaglia in modo sintetico le diverse tipologie di processo.

Altri parametri (dati pluviometrici) e indicazioni storiche (analogie con altri eventi a scala regionale) sono presenti a corredo della tavola e trovano commento nella nota a piè di carta.

### CAMPO DI INONDAZIONE ED EFFETTI INDOTTI DALLA PIENA DEL 4/6-11-1994

- Tav. 2 f.t. - Fiume Tanaro, tratto Carrù-Piozzo
  - Tav. 3 f.t. - Fiume Tanaro, tratto Asti
  - Tav. 4 f.t. - Fiume Tanaro, tratto Alessandria
  - Tav. 5 f.t. - Fiume Po, tratto confluenza fiume Sesia
- Cartografia di dettaglio  
Scala 1:10.000

Per quanto concerne i processi lungo la rete idrografica si è provveduto a studiare in modo approfondito e continuo le aste principali ( fiumi Tanaro, Po, Bormida di Millesimo e torrente Belbo ) lungo le quali il fenomeno di piena straordinaria si era esplicato in modo gravoso con ampie aree allagate e pesanti danni ad un tessuto urbano e infrastrutturale di capitale importanza.

Lo studio ha comportato l'analisi preliminare dell'accaduto, l'identificazione degli indicatori e l'elaborazione di una metodologia volta al rilevamento, mediante fotointerpretazione, lavoro di terreno e raccolta dati documentari.

Nel corso del rilevamento, condotto alla scala 1:10.000 su basi della Carta Tecnica Regionale, si è data particolare importanza all'acquisizione degli elementi utili alla ricostruzione della dinamica dei deflussi ponendo l'attenzione su:

- effetti verificatisi entro il canale di deflusso principale;
- aspetti inerenti il passaggio della piena fuori il canale di deflusso principale con distinzione delle varie modalità di inondazione;
- rilevazione delle altezze raggiunte dall'acqua su terreni posti al di fuori del canale di deflusso;
- analisi dell'influenza delle infrastrutture sull'amplificazione degli effetti;
- interferenza o condizionamento operato dalle forme fluviali relitte sul deflusso delle acque;
- individuazione dei danni agli edifici e alle infrastrutture.

Il lavoro, che ha visto coinvolti, con la responsabilità scientifica e il coordinamento del Settore Studi e Ricerche Geologiche, tecnici di altri Settori regionali (Settori per la Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico per le aree di Cuneo, Asti ed Alessandria e Settore Meteo idrografico e reti di monitoraggio), e, per alcuni tratti, ricercatori di altri Enti (Parco Fluviale del Po e dell'Orba, CNR-IRPI di Torino), si è concretizzato già nella estate 1995 con la pubblicazione di copie fotostatiche a colori degli originali d'autore, affinché ne fosse permessa una prima necessaria divulgazione, e si è perfezionato nei 3 anni successivi con la predisposizione, affidata al CSI Piemonte, delle cartografie definitive mediante acquisizione delle geometrie tematiche e relativa restituzione cartacea.

Come già riportato nel capitolo *Processi sulla rete idrografica primaria*, le sezioni rilevate sono in totale 91 e di queste sono allegati, fuori testo alla presente pubblicazione, i quattro esempi sopraindicati, identificativi di situazioni morfologiche diverse.

#### **GLI SCIVOLAMENTI PLANARI NEL TERRITORIO DELLE LANGHE PIEMONTESI ATTIVATI DURANTE L'EVENTO DEL 4-6 NOVEMBRE 1994**

- Tav. 6 f.t. - Settore di Bossolasco - Serravalle Langhe  
Cartografia di dettaglio  
Scala 1:10.000

Studio realizzato con analisi fotointerpretativa e con il supporto di informazioni provenienti dalle attività di gestione dell'emergenza e da rilevamenti specifici di terreno finalizzati a riconoscere gli elementi dubbi o non visibili dalle fotografie aeree.

Il risultato si è concretizzato in 24 sezioni alla sca-

la 1:10.000 e la rappresentazione grafica di più di 800 frane per scivolamento planare delle quali oltre ai limiti del corpo franoso, sono state rappresentate anche molte caratteristiche geometriche-cinematiche del movimento. La ricerca ha preso in esame anche tutte le frane di una certa rilevanza caratterizzate da tipologie di movimento differenti dagli scivolamenti planari e si sono evidenziati quei settori di versante che, pur non potendo essere definiti con limiti precisi e quindi identificati come frane, associano indizi morfologici di presunta generale instabilità e quindi sono da ritenersi settori a rischio.

Queste carte, oltre alla rappresentazione delle varie frane e delle caratteristiche fisiche che le contraddistinguono, contengono anche molte informazioni inerenti gli effetti e danni indotti, nonché lo stato di monitoraggio che per alcune di queste è stato attuato e i limiti e i periodi di passate riattivazioni.

#### **ANFITEATRO MORENICO D'IVREA CARTA DEI PROCESSI ED EFFETTI**

- Tav. 7 f.t. - Settore Colletterto Giacosa - Borgofranco d'Ivrea - Piverone  
Cartografia di dettaglio  
Scala 1:20.000

In occasione dell'evento alluvionale del 2-6 novembre 1994, i settori interni dell'Anfiteatro Morenico d'Ivrea sono stati interessati da numerosi fenomeni dissestivi che hanno coinvolto, con diverse tipologie ed intensità, i versanti ed il fondovalle.

A seguito di uno studio preliminare condotto su fotogrammi di ripresa aerea e della raccolta di documentazione tecnica relativa a sopralluoghi effettuati da funzionari della Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione nei giorni immediatamente successivi all'evento, a partire dalla primavera 1996 i tecnici del Settore "Prevenzione territoriale del rischio geologico per le aree di Torino, Novara e Verbania" hanno condotto approfonditi rilievi di terreno che hanno consentito la redazione di cartografie dei processi e degli effetti alla scala 1:5.000.

Come evidenziato dall'articolata legenda che accompagna le cartografie, le indagini hanno portato alla individuazione di numerose tipologie di "dissesti prodotti dalla rete idrica minore", concentrati nei settori di fondovalle e di "dissesti di versante", nonché degli ambiti urbani maggiormente colpiti e delle tipologie di danni rilevate.

La tavola allegata fuori testo alla presente relazione è stata riprodotta alla scala 1:20.000, al fine di offrire una parziale sintesi delle 19 cartografie allestite dal CSI Piemonte alla scala 1:5.000.

## **Cartografia relativa all'evento alluvionale dell'8 luglio 1996**

**EVENTO ALLUVIONALE DEL 8-7-1996.  
PROVINCIA DEL VERBANO-CUSIO-OSSOLA  
E DI NOVARA. CARTA DEI PROCESSI  
E DEGLI EFFETTI**

– Tav. 8 f.t. – Area Gravellona Toce - Baveno -  
Verbania  
Cartografia di dettaglio  
Scala 1: 10.000

L'evento alluvionale dell'8 luglio 1996 ha colpito un settore limitato del territorio piemontese, tra i laghi d'Orta e Maggiore. Un episodio di pioggia intensa molto localizzato ha innescato in 7 comuni delle province di Novara e del Verbano-Cusio-Ossola fenomeni di trasporto incanalato lungo i rii minori, episodi di inondazione dei settori di fondovalle nonché

limitati fenomeni franosi lungo i versanti. I danni più ingenti si sono verificati su alcuni apparati di conoide, intensamente urbanizzati.

I rilievi condotti sul campo a partire dalla mattinata dell'8 luglio 1996 e le ispezioni aeree, integrati dall'osservazione stereoscopica dei fotogrammi prodotti con volo del 25 luglio 1996 dalla Compagnia Generale Riprese aeree di Parma alla scala 1:8.000 circa, hanno consentito ai funzionari dei Settori "Progettazione interventi geologico-tecnico e sismico" e "Prevenzione territoriale del rischio geologico per le aree di Torino, Novara e Verbania" di redigere per tutta l'area colpita una cartografia dei processi e degli effetti alla scala 1:10.000. In particolare sono state predisposte, su basi topografiche della Carta Tecnica Regionale, 3 tavole: "Armeno - Pettenasco", "Gravellona Toce - Baveno - Verbania" e "Omegna". Alla presente pubblicazione è allegata, fuori testo, la tavola "Gravellona Toce - Baveno - Verbania"; uno stralcio della tavola "Omegna" è invece inserito nel testo, nel relativo capitolo.

## 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 Meteorografico 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](mailto: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](mailto: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