

talora insufficienti, inopportuni intubamenti, strettoie di natura antropica. Non ultimo va inoltre considerato l'effetto esercitato dai rilevati della viabilità principale e secondaria che in questi settori risultano spesso perpendicolari alla direzione di deflusso della rete idrica (S.S. 460 per Ceresole, C.so Europa a Volpiano, la ferrovia Canavesana, le Autostrade Torino-Milano e Torino-Aosta); tali rilevati hanno provocato in più punti un effetto di contenimento delle acque di tracimazione dei corsi d'acqua con conseguente innalzamento del livello a monte.

La collina di Torino

Il settore collinare compreso tra Moncalieri, ad Ovest, ed i comuni di Lauriano e Moriondo Torinese, ad Est, è stato interessato da un numero modesto di dissesti, distribuiti in parti diverse del territorio ma di non grave entità che hanno interessato quasi esclusivamente la copertura detritica e che sono riconducibili essenzialmente a frane di tipo rotazionale, localmente evolute in colate, a fluidificazioni delle coperture detritiche superficiali ed a dissesti innescati da fenomeni di erosione al piede lungo impluvi.

L'unica frana di notevole entità è avvenuta nel Comune di San Raffaele Cimena, sul versante occidentale sottostante l'abitato di San Raffaele Alto (Figg. 26-27). Il movimento franoso classificabile come scivolamento di tipo planare, si è innescato in corri-

spondenza del cortile del convento delle Suore del Sacro Cuore verso le ore 23.00 del giorno 5. Il dissesto ha causato il crollo di un edificio sottostante, dove si sono avute quattro vittime, il crollo di una cappella e l'asportazione del basamento di un'ala del convento. Il dissesto è avvenuto lungo una superficie di strato, che presenta pendenza superiore ai 20° ed ha coinvolto una superficie di circa 2000 m² per una profondità che, in corrispondenza della scarpata principale, risulta di circa 5 m; la porzione di terreno interessata dal dissesto è traslata a valle per circa 10 m. Il crollo della palazzina nella quale si sono avute le vittime, è stato presumibilmente provocato dall'azione dinamica esercitata dal fronte di avanzamento del corpo di frana. Discosta di alcune decine di metri dal dissesto principale si è sviluppata una seconda frana della stessa tipologia, ma di dimensioni molto più ridotte.

I Comuni che secondo i dati raccolti dalla Banca Dati Geologica regionale risultano essere stati maggiormente colpiti da frane superficiali sono, procedendo da Ovest: Moncalieri (danni a strada e ad un edificio civile in Reg. Valle); Torino (con interruzione di varie strade collinari tra cui la S.S. 10 e la strada per Superga e danni in strada Val S. Martino e Santa Margherita); San Mauro T.se, Gassino, Castagneto Po, Casalborgone, Lauriano e Moriondo T.se (con danni ad edifici, strade ed altre infrastrutture). Danni limitati alla rete stradale sono segnalati anche nei comuni di Pecetto, Castiglione, Arignano, Andezeno,



Fig. 26. Comune di S. Raffaele Cimena, località Suore del Sacro Cuore. Panoramica dell'area in dissesto.



Fig. 27. *Comune di S. Raffaele Cimena, località Suore del Sacro Cuore. Particolare della superficie di scivolamento e del coronamento del movimento franoso secondario.*

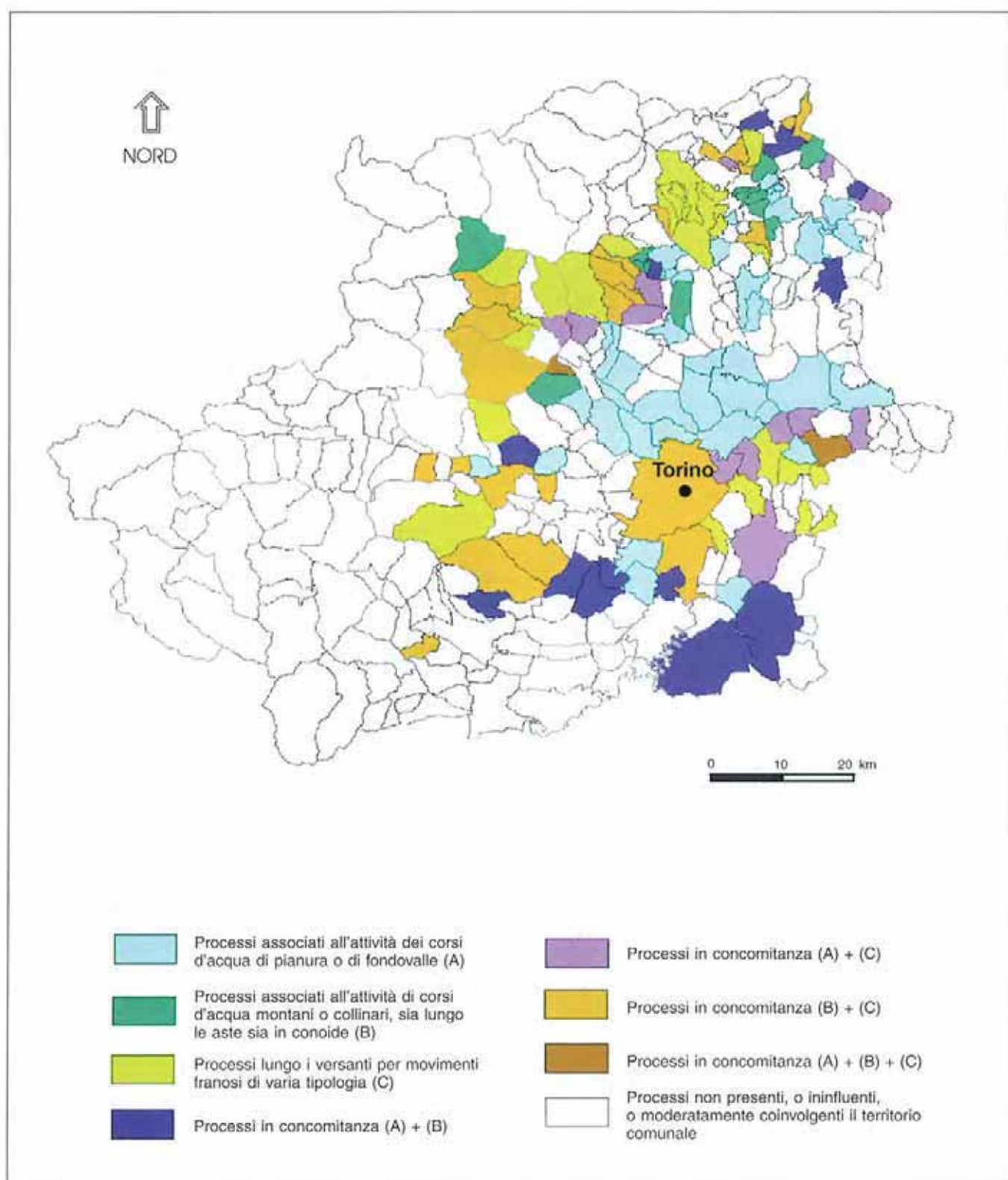


Fig. 28. *Comune di Torino, loc. Val San Martino; il Poggio Particolare della frana che ha coinvolto le coltri eluvio-colluviali di copertura.*

Provincia di Torino

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



Chieri, Mombello, Cinzano, Montaldo; allagamenti ed erosioni spondali ad opera di rii collinari con danni a strade ed edifici civili si sono avuti a San Mauro, Castagneto Po, Casalborgone (rio Leona), Lauriano (in loc. San Pietro allagamenti ad edifici civili ed industriali), a Chieri (rio Pasano) (Fig. 28).

Restante territorio

Vengono di seguito sinteticamente descritti altri principali dissesti che hanno interessato alcuni comuni della provincia di Torino non compresi negli ambienti territoriali sopra descritti.

Barbania: evacuate 25 persone dalla frazione Fandaglia interessata da frane che hanno inoltre interrotto il collegamento dal capoluogo alla frazione e reso pericolante la chiesa.

Coazze: fenomeni di fluidificazione delle coltri superficiali hanno interessato ampia parte del territorio comunale, provocando l'interruzione di numerose strade e l'isolamento di alcune frazioni (Forno, Brando, Mattonera, Indiritto).

Giaveno: evacuata la frazione Dalmassi per pericolo di inondazione da parte del t. Sangone; crollate tre case nella frazione Chiarmetta ed una casa nella frazione Balangero a causa di frane, isolate numerose frazioni per l'interruzione della sede viaria. Le più frequenti tipologie dissestive che hanno interessato il territorio comunale sono ascrivibili a fenomeni di saturazione e fluidificazione delle coltri superficiali sciolte ed a crolli di blocchi rocciosi.

Poirino-Santena: estesi allagamenti hanno interessato i territori comunali a causa dell'esondazione del t. Banna, del t. Tepice e di alcuni affluenti minori. Localmente le acque di esondazione hanno superato i 2 m di altezza provocando una vittima e causando gravi danni ad edifici ed infrastrutture (vedi cap. 4, par. 3, "L'area del Monferrato").

2.5. PROVINCIA DI BIELLA E VERCELLI

Premessa

L'evento idrometeorologico che nei giorni 4-6 Novembre 1994 ha colpito con inaudita violenza buona parte del territorio piemontese, nella provincia di Biella e localmente in quella di Vercelli ha determinato lo sviluppo di processi di instabilità che si sono manifestati prevalentemente lungo la rete idrografica minore e sui versanti dei rilievi prealpini e collinari prospicienti la pianura.

L'intensità con cui questo evento si è prodotto, specialmente nel Biellese, pur se non confrontabile con quanto verificatosi in provincia di Cuneo ed in particolare in tutto il bacino del fiume Tanaro, ha tuttavia determinato situazioni di una certa gravità sia per quanto concerne sviluppo e diffusione dei processi di instabilità che si sono attivati, sia in merito agli effetti che questi hanno indotto nel tessuto urbano e infrastrutturale.

Il territorio in esame, per quanto riguarda l'idrografia, è rappresentato da tre bacini principali (Elvo, Cervo e Sesia) che drenano tutto il sistema montuoso e da una fitta rete idrografica minore, formata da rogge e rii, che si sviluppa prevalentemente nel settore di pianura delimitata, ai suoi bordi, dai fiumi Sesia, Dora Baltea e Po.

Dal punto di vista orografico questo territorio è caratterizzato dalla presenza dei maggiori rilievi nel settore Nord-orientale (Massiccio del Monte Rosa, alto bacino della Sesia) che diminuiscono di importanza man mano che si procede verso Sud-Ovest, dove si incontrano i rilievi prealpini degli alti bacini del Cervo e dell'Elvo. All'interno di questa catena si sviluppa una fascia di rilievi collinari-montuosi disposti da Sud-Ovest a Nord-Est, separati dai primi da una importante dislocazione tettonica (Linea del Canavese) e contraddistinti da particolari caratteristiche morfologiche e geologico-strutturali.

Per capire meglio interazione tra evento idrometeorologico e risposta del territorio con l'innesco dei vari processi di instabilità è importante tener presente il contesto oro-idrografico brevemente descritto. *Tale evento di pioggia ha infatti sollecitato essenzialmente il settore più meridionale e più interno della catena alpina, diminuendo di intensità verso nord.*

Il bacino del torrente Elvo, ma soprattutto i bacini dei suoi affluenti di destra (Olobbia, Viona e Ingagna), hanno pertanto registrato gli effetti più gravi, sia sui versanti che sulla rete idrografica, effetti che diventano sempre meno significativi man mano che ci si sposta geograficamente verso nord-est e man mano che crescono entità dei bacini e loro penetrazione nel sistema dei rilievi montuosi.

Una visione generale del quadro che si è venuto a configurare in termini di principali fenomenologie di instabilità ed effetti associati (cfr. tavola *Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto*) consente di suddividere l'area in 4 principali comparti territoriali più alcune situazioni particolari localizzate.

- *La fascia pedemontana Biellese* in cui si sono verificati sostanzialmente fenomeni franosi con concentrazioni significative nelle aree intorno a Mongrando, Biella e Coggiola.

- Un settore localizzato al *medio Bacino del torrente Elvo* e soprattutto ai *suoi affluenti di destra* Olobbia, Viona e Ingagna in cui si sono avuti fenomeni di piena caratterizzati da intensi processi erosivi e deposizionali con alluvionamento di vaste aree circostanti il corso d'acqua

- *Una estesa area dell'alta pianura Biellese* dove si sono verificati diffusi fenomeni di allagamento connessi all'esondazione di parecchi rami della rete idrografica minore rappresentata da rii e rogge, spesso pesantemente condizionate da interventi antropici di varia natura.

- Non va infine dimenticato il *marginale meridionale della pianura Vercellese*, non rappresentato in carta, dove si sono avute inondazioni nel territorio di Saluggia causate dalla Dora Baltea, estese e gravi inondazioni nei territori di Crescentino, Fontaneto Po,



Fig. 29. *Comune di Graglia, loc. Casale Zina: frana in materiali sciolti di alterazione che, scesi a valle molto fluidificati, hanno danneggiato la strada e sfiorato le case visibili sulla destra.*

Palazzolo Vercellese e Trino Vercellese causate dalle rotture degli argini del Po in più punti (per maggiore conoscenza si rimanda al capitolo *Processi lungo la rete idrografica principale*) ed estesi allagamenti alle campagne circostanti la confluenza Sesia-Roggia Marcova, causati da fenomeni di rigurgito di quest'ultima, territori appartenenti al comune di Motta dei Conti e solo in minima parte ricadenti in provincia di Vercelli.

Processi legati alla dinamica dei versanti

Per quanto concerne la franosità, come accennato in precedenza, essa si è localizzata quasi tutta su quella estesa fascia di rilievi di modesta entità, marginali alla catena, che caratterizzano una discreta parte del territorio Biellese, costituiti da antiche rocce (cicli magmatici prealpini) ricoperte da una potente coltre di alterazione eluvio-colluviale e da antichi depositi continentali (alluvionali e morenici) o di transizione marina, anch'essi generalmente molto alterati e con pressoché analoghe caratteristiche geotecniche dei precedenti.

Dal punto di vista tipologico si sono verificate quasi solamente frane per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali. Molte di queste frane completamente sature e molto fluidificate si sono incanalate trasferendo nella complessa rete idrografica apporti solidi perlopiù di materiali limoso-sabbiosi (Fig. 29).



Fig. 30. *Comune di Netro, loc. case Bianchin: vista della frana che ha interrotto le comunicazioni tra Netro e Graglia; in primo piano il danno alla strada; sullo sfondo si nota il percorso verso valle della colata di materiale fluidificato.*

Altre frane si sono arrestate appena a valle della zona di distacco. Altre ancora, generalmente di maggiori dimensioni, si sono trasformate in colamenti che si sono incanalati nelle incisioni, più o meno lentamente a seconda della densità, per qualche decina o centinaio di metri (Fig. 30).

I volumi mobilizzati sono stati valutati da qualche decina a qualche centinaio di metri cubi con un discreto numero di fenomeni con volumi superiori ai cento metri cubi.

Quasi tutte le frane si sono innescate la sera di sabato 5 novembre quando i terreni sciolti superficiali, raggiunte determinate condizioni di saturazione (più di 300 mm in 36 ore), furono ulteriormente flagellati da scrosci di pioggia caratterizzati da intensità elevate che hanno superato i 35 mm/h (Fig. 31).

È interessante osservare come la distribuzione spaziale e temporale delle frane mostri una stretta correlazione con la distribuzione delle piogge. Appare infatti evidente all'osservazione della *Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti (Biellese - Valsesia)* che la quasi totalità delle frane si distribuisce lungo una fascia da Sud-Ovest a Nord-Est con una densità che diminuisce andando verso Nord-Est¹. Esse si collocano essenzialmente tra i 350 e i 700 m di quota, con una concentrazione maggiore intorno ai 400 m, nella zona di Mongrando e tra i 500 e 650 m, negli altri settori. Ciò significa che le piogge, contrariamente alla norma, sono state più intense a quote basse e questa anomalia si evidenzia anche dal confronto (Fig. 31) tra le due stazioni pluviometriche di Mongrando, diga dell'Ingagna (400 m s.l.m., dati forniti dalla Commissione Tecnica di Controllo sulla diga) e di Oropa (1186 m s.l.m.). Da questo confronto, inoltre, si vede come, a parità di quantità di precipitazioni (più di 500 mm in due giorni e mezzo), le intensità siano state sensibilmente più elevate a Mongrando con oltre 35 mm caduti in un'ora, tra le 19.00 e le 20.00 di sabato sera. A questo picco di intensità, infatti, corrisponde l'innescio del maggior numero di frane. Ciò trova preciso riscontro anche nella testimonianza locale dove gli abitanti ricordano che la maggior parte delle frane nel Comune di Mongrando sono cadute intorno alle 19.00 di sabato 5 novembre.

Man mano che ci si sposta verso Nord-Est le testimonianze in merito ad alcune frane verificatesi a Pralungo, Sagliano Micca e Pettinengo indicano il periodo di innescio tra le 23 e la mezzanotte e, per i due casi di San Paolo Cervo e Varallo, poco dopo la mezzanotte. Purtroppo non ci sono dati pluviometrici per Varallo in quanto questa stazione, che fino a sabato mattina misurava intensità orarie di pioggia confrontabili con quelle di Oropa, ha smesso di funzionare proprio alle 9 di sabato 5 novembre. L'istogramma che rappresenta le intensità di precipitazione su Oropa, anche se un po' discosto dalle aree mag-

giormente colpite dalle frane e piuttosto in quota, può tuttavia essere utilizzato per spiegare lo scostamento orario che le frane più «nord-orientali» hanno avuto rispetto a quelle intorno a Mongrando. L'istogramma di Oropa infatti mostra due scrosci di pioggia, uno tra le 19 e le 20 e l'altro, il più intenso e probabilmente quello determinante, intorno alle 23.

Da più parti è sorto spontaneo un confronto tra questo evento alluvionale e quello che il 2-3 novembre 1968 colpì il biellese in modo gravissimo, causando ingentissimi danni (Fig. 32) e la perdita di numerose vite umane (58 nella sola Valle Strona). In effetti per questi due eventi si possono trovare alcune significative analogie:

- si sono verificati nello stesso periodo stagionale, a distanza di quasi 30 anni;
- hanno avuto una analoga distribuzione regionale delle precipitazioni;
- hanno raggiunto le stesse quantità di precipitazione (oltre 500 mm cumulati in due giorni e mezzo).

Fortunatamente non c'è stata invece similitudine sul piano dell'intensità della precipitazione che, nell'evento del 1968, fu quasi doppia rispetto al 1994. Molto verosimilmente fu questo fatto che scatenò nel novembre del 1968 l'innescio di migliaia di frane e la crisi generalizzata di tutta la rete idrografica del Bacino del t. Strona, facendo sì che questo evento venisse classificato fra i più disastrosi che colpirono il Piemonte.

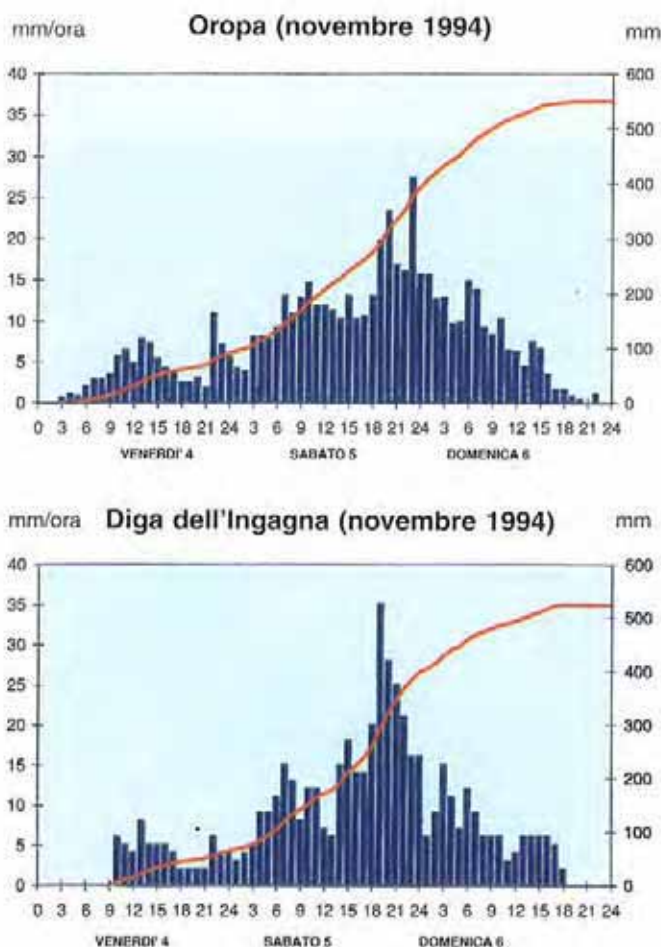


Fig. 31. Evento alluvionale 1994: confronto tra precipitazioni registrate alle stazioni di Oropa e diga dell'Ingagna.

¹ La localizzazione delle frane sulla *Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti (Biellese - Valsesia)* deriva dai dati del Sistema Informativo e pertanto non sono rappresentate tutte quelle frane che hanno colpito genericamente il territorio senza provocare danni gravi.

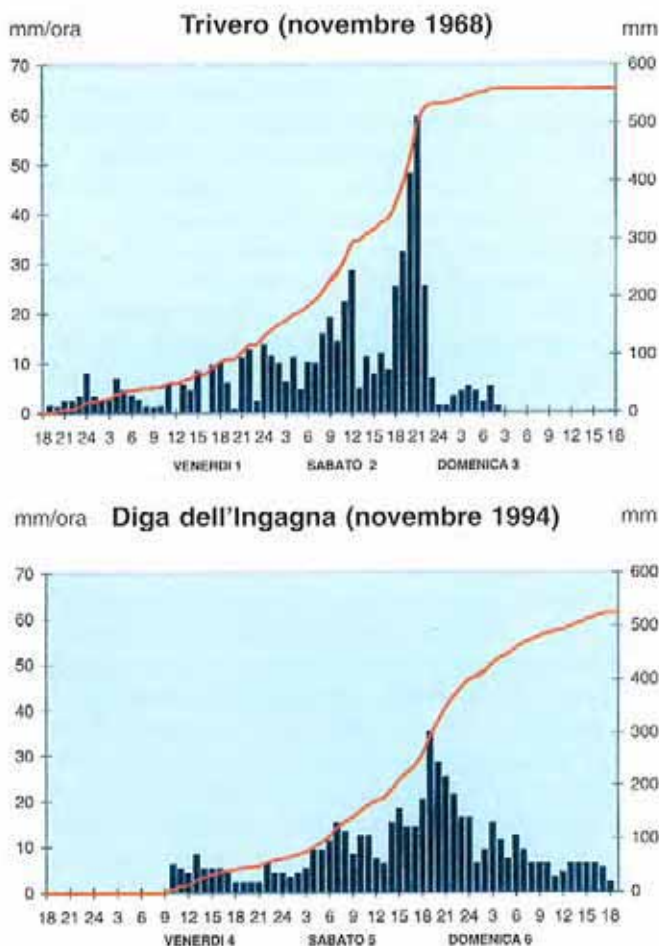


Fig. 32. Confronto tra precipitazioni degli eventi del novembre 1968 e novembre 1994.

Nell'evento del 1994 i problemi e i danni sono stati generalmente elevati sul complesso ed articolato sistema viario di questo territorio, sia per le colate di detrito e fango che hanno invaso la sede stradale, sgombrata in poco tempo, sia soprattutto per le frane innescatesi al piede del corpo stradale, di solito causate dalla non funzionalità del sistema di regimazione e smaltimento delle acque superficiali. Queste ultime hanno determinato l'interruzione della viabilità quando coinvolgevano tutta o quasi la carreggiata (Fig. 30), o più sovente, una circolazione a senso unico alternato quando interessavano solamente la mezzeria di valle (Fig. 33).

Questa tipologia di frana ha interessato anche molti edifici, con colate di detrito e fango da monte, per i quali si sono ripristinate le condizioni di sicurezza con la sola asportazione dei materiali accumulati; solamente in pochi casi sono stati distrutti alcuni fabbricati o gravemente danneggiate le relative strutture murarie (Fig. 34).

In molti casi si è invece determinato il collasso di porzioni del versante al piede degli edifici stessi; sovente i materiali collassati erano costituiti da terreni di riporto e gli edifici sono stati danneggiati generalmente nelle parti annesse (giardini, rustici e porticati). Spesso il fenomeno si è attestato in prossimità delle fondazioni e sovente la causa innescante è da ricercarsi nella non funzionalità del sistema di smaltimento delle acque superficiali (scarichi fognari, grondaie e tombature, Fig. 35).

Per alcuni di questi edifici si sono di fatto create situazioni di rischio in merito alla stabilità dell'intera



Fig. 33. Comune di Biella, loc. Bogna: frana innescatesi sul ciglio di valle della strada, con asportazione di parte della carreggiata. Tipologia di frana ricorrente, generalmente imputabile a problemi di smaltimento delle acque di ruscellamento.



Fig. 34. *Comune di Mongrando, fr. Ceresane: vista da monte dell'accumulo di frana costituito da materiale limo-sabbioso che ha raggiunto e distrutto la parte posteriore dell'edificio.*



Fig. 35. *Comune di Portula, loc. Scatolè: vista da valle della zona di distacco della frana al piede della casa; asportate le pertinenze e seriamente compromessa la stabilità dell'edificio. La mobilitazione dei rilevati artificiali è un fenomeno piuttosto ricorrente quando connesso a problemi di instabilità di aree prospicienti gli edifici.*

REGIONE PIEMONTE

DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE
SETTORE STUDI E RICERCHE GEOLOGICHE
SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994
Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti
(Biellesse)

Autori: C. Piccioni - M. Ramasco



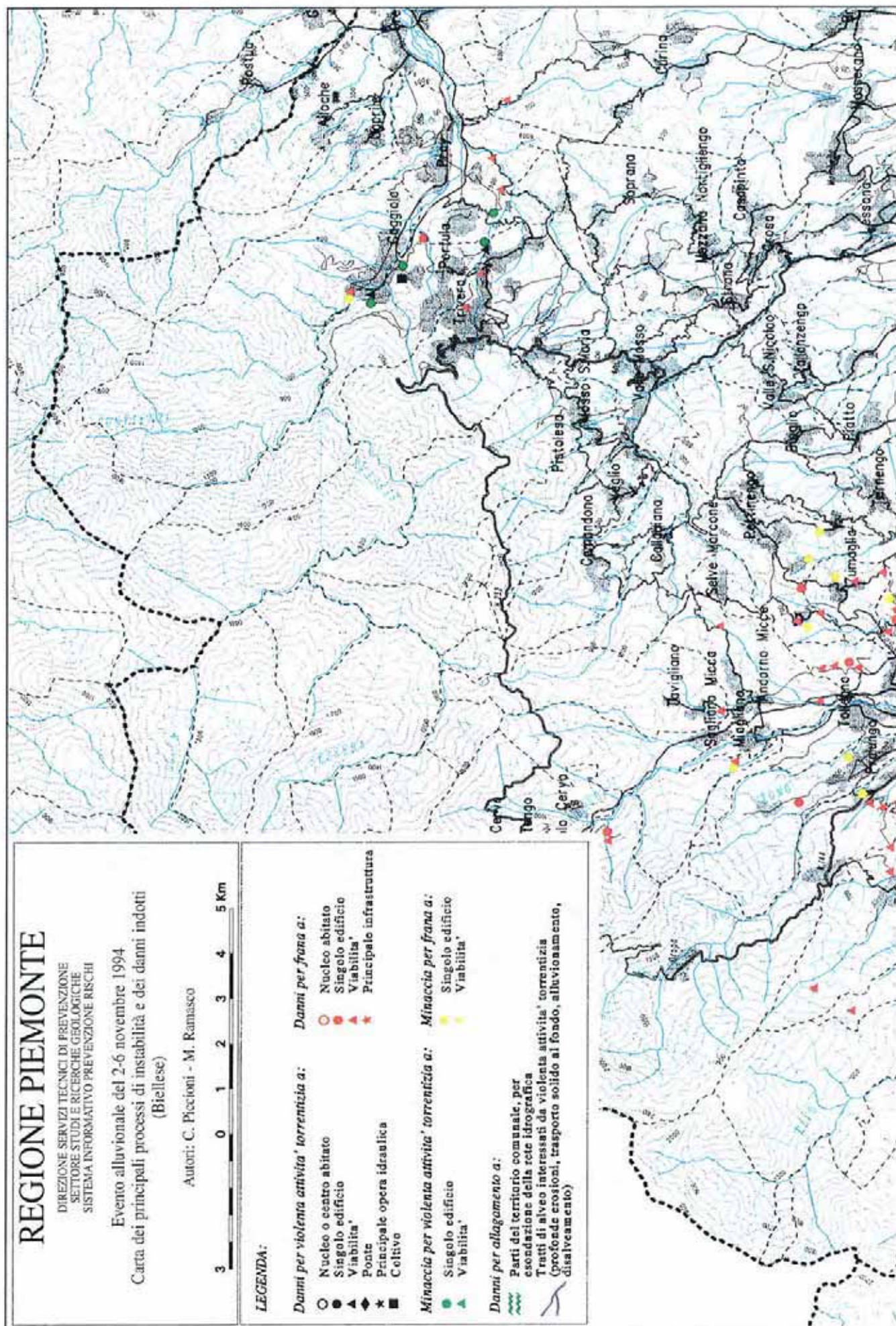
LEGENDA:

- Danni per violenta attività torrenziale a:**
- Nucleo o centro abitato
 - Singolo edificio
 - ▲ Viabilità
 - ◆ Ponte
 - ✱ Principale opera idraulica
 - Cellivo
- Danni per frana a:**
- Nucleo abitato
 - Singolo edificio
 - ▲ Viabilità
 - ✱ Principale infrastruttura

- Minaccia per violenta attività torrenziale a:**
- Singolo edificio
 - ▲ Viabilità
- Minaccia per frana a:**
- Singolo edificio
 - ▲ Viabilità

Danni per allagamento a:

- Parti del territorio comunale, per esondazione della rete idrografica
- Tratti di alveo interessati da violenta attività torrenziale (profonde erosioni, trasporto solido al fondo, alluvionamento, disallineamento)

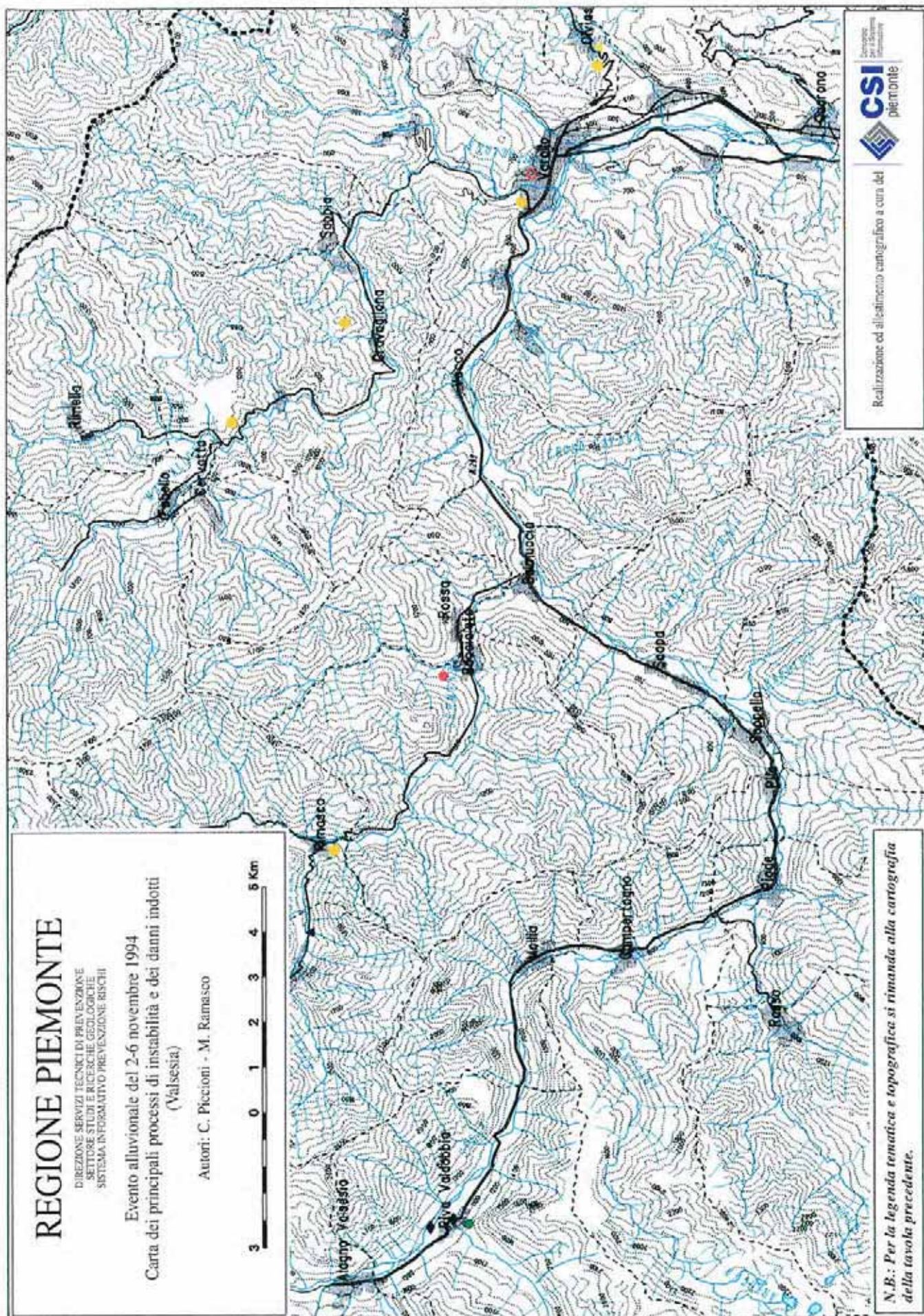




DIREZIONE SERVIZI TECNICI DI PREVENZIONE
SETTORE STUDI E RICERCHE GEOLOGICHE
SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994
Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti
(Valsesia)

Autori: C. Piccioni - M. Ramasco



N.B.: Per la legenda tematica e topografica si rimanda alla cartografia della tavola precedente.

Realizzazione ed allestimento cartografico a cura del:



1. **Introduction**
 2. **Background**
 3. **Methodology**
 4. **Results**
 5. **Conclusion**

struttura, per cui sono stati attuati provvedimenti di sgombero limitati nel tempo sino al ripristino delle condizioni di sicurezza generalmente raggiunte con interventi di consolidamento accettabili in relazione ai beni da difendere. In alcuni casi (Mongrando, Pralungo, Sagliano Micca) si sono verificate situazioni più gravi con il coinvolgimento di parte del nucleo abitato, per cui gli interventi di ripristino sono stati più onerosi e hanno richiesto tempi più lunghi (Fig. 36). Si sono verificati solo pochi isolati casi di riattivazione di antichi fenomeni franosi di maggiori dimensioni, tipologicamente identificabili come scivolamenti rotazionali complessi, già noti in precedenza, i quali si sono manifestati generalmente con il taglio e l'abbassamento di porzioni di versante senza che peraltro se ne determinasse il collasso. I più significativi hanno coinvolto, nel Comune di Biella, la Strada della Nera e due edifici resi completamente inagibili in via Masserano Calaria (Frazione Vandorno) e, nel Comune di Donato, le opere di presa dell'acquedotto comunale.

Un altro edificio è stato reso completamente inagibile a Occhieppo Superiore in loc. Galfione, coinvolto in uno scivolamento rotazionale manifestatosi per la prima volta ad uno stadio di evoluzione incipiente.

Sono infine da ricordare due casi localizzati di frane per saturazione e fluidificazione di coltri detritico-eluviali che hanno mobilitato una grande quantità di materiali su versanti piuttosto acclivi. Il primo caso

riguarda una frana che si è verificata in comune di San Paolo Cervo, che ha mobilitato circa 500 m³ di materiali detritici i quali hanno investito e distrutto un fabbricato, fortunatamente non adibito a residenza permanente, e interrotto la viabilità. La frana ha poi innescato lungo un piccolo rio, una colata detritica che si è esaurita nel corso di 300-400 metri (Fig. 37).

Un caso molto più grave è rappresentato dalla frana che si è abbattuta sul centro abitato di Varallo, poco dopo la mezzanotte di sabato 5 novembre, provocando la morte di quattordici persone, la distruzione di alcuni fabbricati ed il danneggiamento di vari altri (Fig. 38).

Le cause che hanno predisposto l'innescio di questa frana sono rigorosamente ascrivibili a fenomeni di saturazione della potente coltre detritico-eluviale del versante sovrastante la via Oberdan in Varallo. Il collasso è stato scatenato da una diversione dei deflussi superficiali esercitata dalla strada per il Sacro Monte che, in conseguenza dell'intasamento di alcuni tombini, ha raccolto le acque ruscellanti dal versante e le ha convogliate nella zona di distacco. La frana ha mobilitato in testata circa 500 m³ di materiali detritici di alterazione della roccia che, fluidificatisi, hanno coinvolto durante la discesa altri materiali detritici eterogenei per un volume complessivo di circa 1500-2000 m³. La colata detritico-fangosa si è suddivisa in due parti e il grosso del materiale è sceso in sinistra provocando la distruzione ed il seppellimento di due



Fig. 36. Comune di Mongrando, loc. Briengo: vista da monte di una delle case colpite dalla colata di materiali sabbioso-limosi; parte della frana supera l'edificio e si disperde sul prato.



Fig. 37. *Comune di San Paolo Cervo, loc. Riabella-Cattoino: la foto mostra la zona di distacco della frana che, distrutta una casa e danneggiata la strada, è defluita lungo la valle del rio Cattoino trasformandosi in colata detritica.*

fabbricati con la morte delle 14 persone menzionate e la parziale demolizione di un altro fabbricato da cui vennero estratte ferite, ma salve, altre 3 persone.

Un accenno particolare va infine fatto in merito al centro abitato di Vintebbio, in comune di Serravalle Sesia, che venne interessato dalle traiettorie di discesa di alcuni massi provenienti dal versante sovrastante. In realtà non si trattò di un vero e proprio fenomeno di crollo, ma del cedimento di un fatiscente muro perimetrale di un antico castello, risalente al 1300 circa, che si disgregò in più blocchi, uno dei quali raggiunse il centro abitato colpendo in particolare un fabbricato.

Processi legati alla rete idrografica

Attività torrentizia

Come già detto in precedenza l'area maggiormente interessata da questo evento è stata il bacino del torrente Elvo e in particolare i suoi affluenti di destra Olobbia, Viona e Ingagna.

Il torrente Olobbia, ma soprattutto il rio della Sorda, hanno avuto apporti d'acqua e apporti solidi dai versanti elevatissimi, per cui tutto l'alveo, inciso nei propri depositi alluvionali, si è completamente rimobilizzato. Poco a monte dell'attraversamento della strada provinciale Cerrione-Mongrando il Rio della Sorda ha inoltre creato un dislivello causando l'asportazione di un tratto della strada suddetta e una grave minaccia per alcuni edifici ivi esistenti nonché l'alluvionamento di parecchi ettari di terreno agricolo (Fig. 39). I danni non sono stati gravissimi in quanto quest'area è scarsamente antropizzata.

Situazione ben più grave si è venuta a creare lungo l'asta del t. Viona dove, a partire dal ponte sulla S.S. 419 (Fig. 40) fino all'imbocco della galleria del-



Fig. 38. *Comune di Varallo, loc. concentrico (via Oberdan): vista da monte della zona devastata dalla frana; sulla sinistra i primi soccorsi nel punto dove la frana ha distrutto la casa e provocato le 14 vittime; in fondo e sulla destra le altre case danneggiate.*



Fig. 39. Comune di Cerrione, loc. M. Vianzé: vista da monte del nuovo canale creato dal disallineamento del rio della Sorda; sullo sfondo a sinistra i depositi di materiale grossolano e la cascina evacuata durante l'evento.

la Serra, si sono verificati processi di forte erosione delle sponde e la mobilitazione di una grossa quantità di materiali sciolti ghiaioso-sabbiosi.

Le erosioni più importanti sono avvenute a carico dei rilevati antropici addossati al corso d'acqua, costituiti da materiali di risulta degli scavi della galleria della Serra e da antichi accumuli costituenti i resti del lavaggio, in epoca romana, delle ghiaie e delle sabbie aurifere della zona. Questi violenti processi erosivi e deposizionali si sono prodotti sino alla confluenza con il t. Ingagna.

In corrispondenza dell'abitato di Tana, per un'e-

stensione di circa un chilometro, si sono avuti fenomeni di inondazione e alluvionamento di una vasta area agricola e dell'intero abitato di Tana che ha subito i danni maggiori (Fig. 41).

Per una descrizione più dettagliata si rimanda al successivo paragrafo: *L'evento alluvionale su Mongrando*.

Allagamenti

Per quanto attiene ai fenomeni di allagamento che hanno interessato numerosi settori della pianura biellese (cfr. *Carta dei principali processi di instabilità e*



Fig. 40. Comune di Mongrando, loc. S.S. 419 Settimo-Vittone: vista dal viadotto dell'alveo del t. Viona, a monte della frazione Tana; la foto evidenzia le profonde erosioni laterali e la mobilitazione dei materiali in alveo. Particolare non secondario l'insufficiente dimensionamento dell'alveo testimoniato dalla presenza di una briglia con le sue difese laterali.



Fig. 41. Comune di Mongrando, loc. Tana: in primo piano, visti da valle, i gravi danni arrecati alle strade e infrastrutture di servizio dalle acque del T. Viona fuoriuscito a monte della frazione.

dei danni indotti, Biellese), in alcuni casi anche abbastanza estesamente, appare evidente come la rete idrografica più sollecitata sia stata quella appartenente ai bacini minori che drenano i versanti prospicienti la pianura e ai colatori minori che solcano la pianura stessa. Ciò a ulteriore conferma del fatto che le piogge si sono distribuite con maggiore intensità e frequenza in questa fascia marginale del rilievo montuoso e nell'alta pianura Biellese.

Benché non si sia trattato di problemi gravi, tuttavia lo straripamento di molte rogge ha determinato l'allagamento di estese aree depresse. Si sono così verificate situazioni di rallentamento e parziale blocco della circolazione su alcuni importanti vie di comunicazione, ma soprattutto sensibili danni conseguenti all'invasione da parte dell'acqua di scantinati e piani terra di edifici di molte aree urbanizzate.

L'evento alluvionale su Mongrando

Se da una parte la città di Varallo subisce, per causa di una sola frana, la morte di 14 persone, dall'altra il comune di Mongrando, pur non avendo sofferto fortunatamente nessuna perdita di vite umane, viene tuttavia interessato nella totalità del suo territorio da processi di instabilità talmente intensi e diffusi registrando danni così gravi ovunque, da essere classificato fra i comuni maggiormente colpiti sul territorio Piemontese.

Le intense, prolungate piogge dei giorni 4-5 novembre hanno provocato uno stato di saturazione dei terreni superficiali scatenando, con gli scrosci della sera di sabato, l'innescare di numerose frane e, lungo la rete idrografica principale, violenti processi erosivi-deposizionali e inondazioni.

Ingenti i danni provocati: sono state evacuate due intere frazioni e un certo numero di singoli edifici; si sono registrate inoltre numerosi danni alla viabilità, ai ponti e a infrastrutture varie.



Fig. 42. Comune di Mongrando, loc. San Lorenzo: collasso del muro di sostegno del piazzale della Chiesa; il materiale franato ha interrotto la sottostante strada interrompendo l'accesso alla frazione.

La *Carta dei principali processi di instabilità e dei danni indotti, Mongrando*, rappresenta solo una parte del territorio comunale di Mongrando e più precisamente la zona maggiormente interessata dall'evento alluvionale, consentendo di sintetizzare, in un quadro abbastanza significativo, le tre principali fenomenologie di instabilità che hanno interessato questo territorio.

Si tratta di un territorio caratterizzato prevalentemente da modesti rilievi collinari essenzialmente di origine morenica, incisi da due corsi d'acqua principali, i r. Viona e Ingagna, e da una subordinata area di pianura. Nella zona collinare si trovano numerosi piccoli centri e nuclei abitati sparsi, mentre i centri abitati più grandi si collocano nell'area di pianura. La maggior parte dei fenomeni franosi si è innescata sui fianchi di questi rilievi collinari allungati da ovest verso est. Si è trattato di frane molto superficiali che hanno mobilitato essenzialmente terreni incoerenti di alterazione sabbioso-limosi, mettendo a nudo i sottostanti depositi morenici o fluvioglaciali, sovente cementati. La zona più colpita è stata la dorsale di Borgo San Lorenzo con un gran numero di frane sul suo fianco meridionale che hanno interessato marginalmente la frazione Tana, la relativa strada di accesso, e nella parte più occidentale, la statale 419, interrompendola in più punti.

Sul fianco settentrionale i fenomeni franosi sono stati inferiori di numero, ma maggiori come dimensioni. Il coronamento di queste frane si è attestato sull'orlo del terrazzo urbanizzato, minacciando la stabilità di alcuni edifici per processi di arretramento del fenomeno.

Alcune frane, anche se di dimensioni minori, si sono innescate in località Faccenda, lesionando una casa. In località San Lorenzo è collassato il terrapieno del cortile prospiciente la chiesa con tutto il muro di sostegno sbarrando completamente la strada di accesso al paese (Fig. 42) e, a ridosso del centro di Ceresane, una frana staccatasi dalla collina, ha investito una casa causandone gravi lesioni (Fig. 34).

La situazione più grave a causa delle frane, si è tuttavia verificata in località Briengo dove si è dovuto intervenire con l'evacuazione dell'intero nucleo abitato. Molte case sono state infatti investite da colate di fango e alcune di queste sono state anche gravemente lesionate (Fig. 36).

La frazione Tana, situata in sinistra idrografica del torrente Viona in una zona pianeggiante ai piedi della collina di San Lorenzo, oltre che dalle frane è stata interessata dall'inondazione di questo corso d'acqua (Fig. 43).

La notte di sabato 5 novembre il torrente in piena irruppe nel centro abitato dopo aver superato le difese idrauliche a monte, causando gravissimi danni ad edifici, viabilità interna e manufatti vari e alla campagna circostante (Figg. 41, 43 e 44) con fenomeni di erosione, alluvionamento e disalveamento, processi che si sono ripercossi sino alla confluenza con il torrente Ingagna, per un'estensione di circa due chilometri.



Fig. 43. Comune di Mongrando, loc. Tana e San Lorenzo: vista aerea delle frazioni alcuni giorni dopo l'evento quando erano già iniziati i lavori di ripristino; la fotografia mostra il gran numero di frane che hanno interessato il versante (il tratteggio e le frecce in rosso indicano i fenomeni che hanno coinvolto gli edifici). Sulla sinistra la rottura dell'argine del T. Viona a monte della frazione e al centro i segni lasciati dal passaggio delle acque caratterizzate da tiranti idrici elevati (il tratteggio in blu indica il limite dell'inondazione).

Altra situazione di criticità si è venuta contemporaneamente a creare in località Curanova dove, in conseguenza della difficoltà di smaltimento delle acque di alcuni colatori minori, ma soprattutto a causa dello straripamento del Rio Vobbia, una consistente parte dell'area urbanizzata è stata sommersa dalle acque con altezze che in alcuni punti hanno raggiunto i 70 cm.

È infine da segnalare, per quanto concerne questo comune, che nella notte tra sabato 5 e domenica 6 novembre si è verificata una situazione di estrema gravità ed emergenza in merito al repentino innalzamento del livello di invaso della diga sul t. Ingagna.

Per tale diga, ancora in fase di collaudo, vi era, nei giorni precedenti l'evento, secondo una direttiva del Servizio Dighe del Ministero, l'autorizzazione a raggiungere un livello massimo di invaso di 16 m.

Durante la giornata di sabato l'aumento delle piogge e il conseguente aumento della portata del corso d'acqua fanno crescere sensibilmente il livello dell'invaso; questa crescita diventa seriamente preoccupante a partire dal pomeriggio e poi allarmante duran-



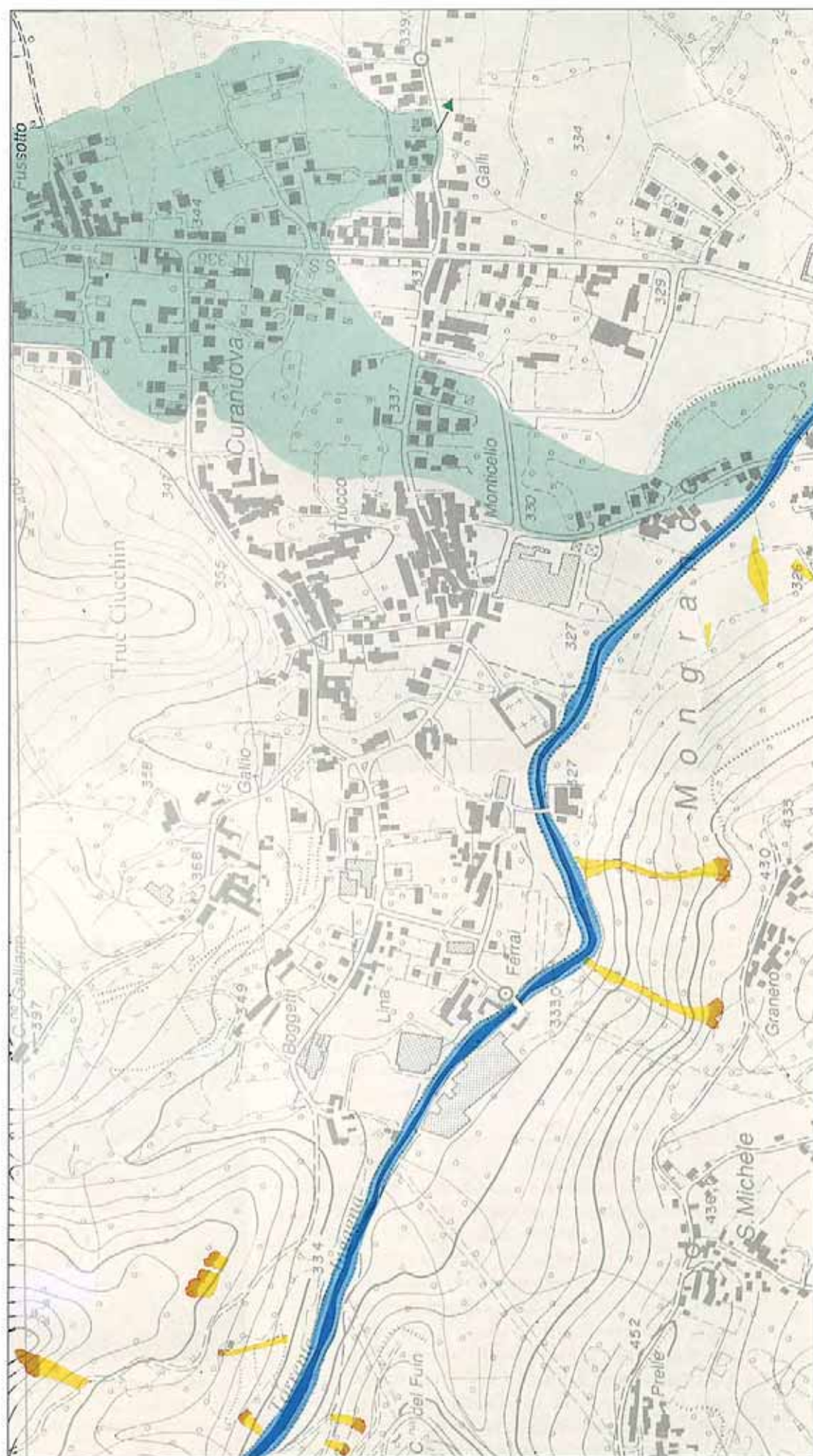
Fig. 44. Comune di Mongrando, loc. Tana: la frazione allagata vista dalla S.S. 419 Settimo-Vittone e da valle, la mattina successiva all'evento, ancora percorsa dalle acque dell'inondazione.

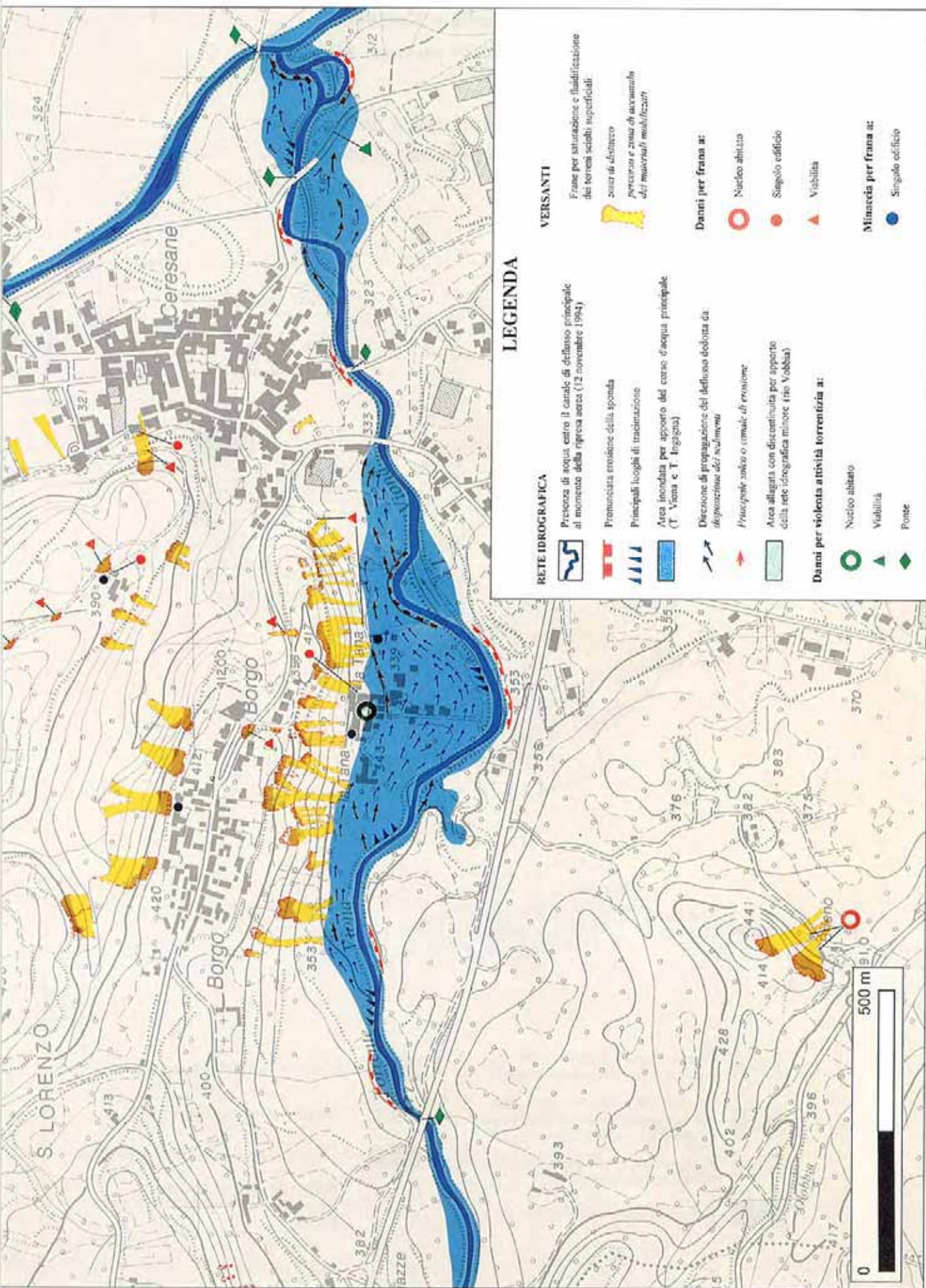
TERRITORIO COMUNALE DI MONGRANDO

CARTA DEI PROCESSI DI INSTABILITÀ E DEI DANNI ASSOCIATI

SETTORE STUDI E RICERCHE - SISTEMA INFORMATIVO PREVENZIONE RISCHI

Cinzia Piccioni - Manlio Ramasco

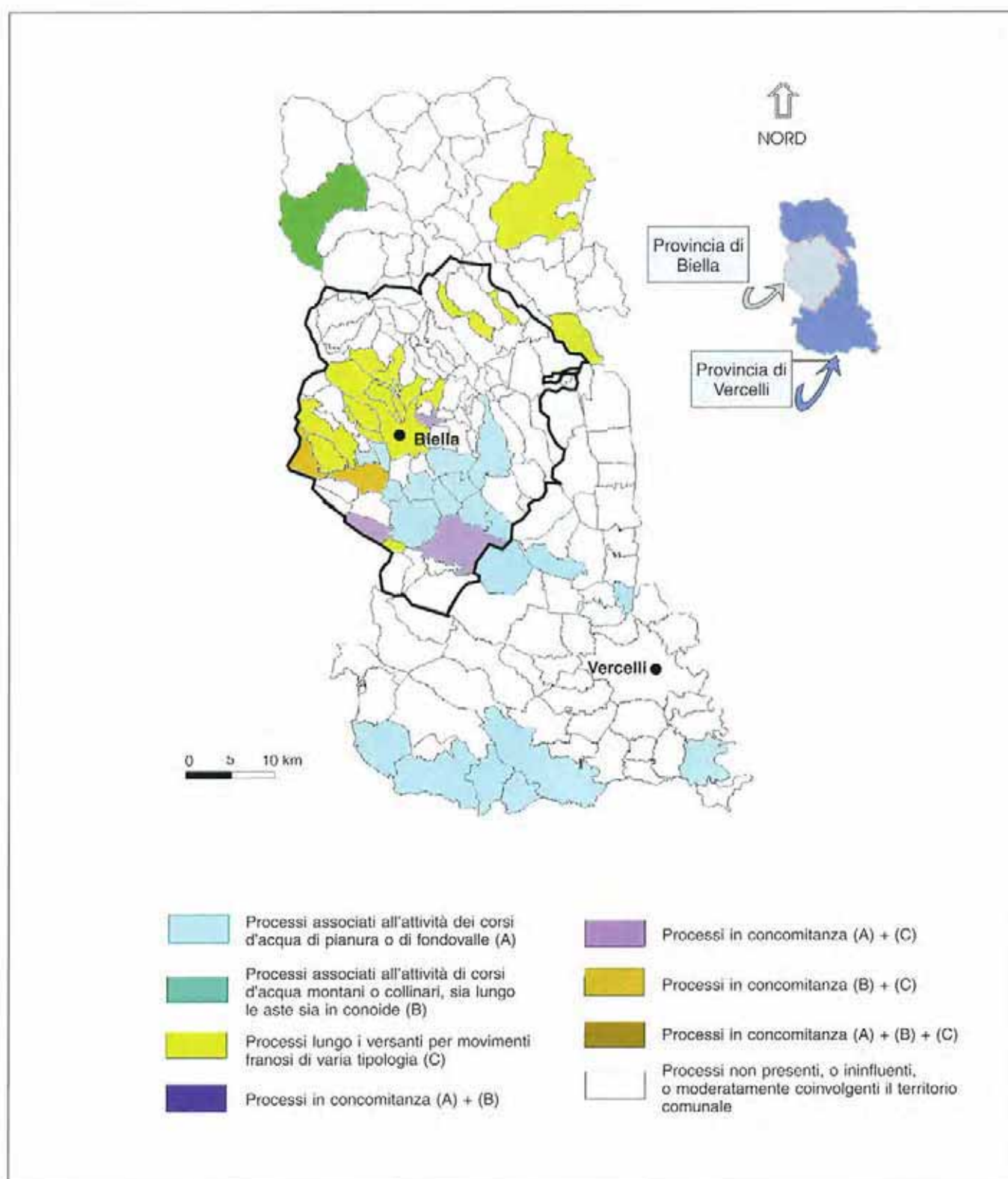




Province di Biella e Vercelli

Evento alluvionale del 2-6 novembre 1994

Comuni coinvolti da fenomeni di dissesto con indicazione dei processi principali



te la notte per il continuo innalzamento dell'acqua, nonostante l'apertura totale dello scarico di fondo a 73 m³/s, ordinata, per altro con inspiegabile ritardo, intorno alla mezzanotte.

In sintesi il livello dell'invaso cresce per tutta la notte in una situazione di estrema preoccupazione ed allarme, raggiungendo verso le 5.30 di domenica mattina, un valore massimo di 40 metri per un volume totale invasato di circa 6.000.000 di m³, superando di ben 24 metri il limite massimo consentito. Da questo momento con lo scarico di fondo tutto aperto e una sensibile decrescita della portata dei corsi d'acqua, il livello comincia a diminuire e la situazione si va finalmente normalizzando.

Dai dati elaborati dalla commissione si è così potuto ricavare, per differenza tra incremento dei volumi invasati e portate di rilascio della diga, che le portate di ingresso dei Torrenti Ingagna-Griola hanno raggiunto valori massimi di oltre 200 m³/s intorno alle 20 di sabato sera.

Bibliografia

- AUTORITÀ DEL BACINO DEL FIUME PO (1995), *Completamento del catasto e redazione di un atlante dei rischi idrogeologici per il bacino idrografico del Po*. Studio redatto dal CNR-IRPI di Torino e dalla società ISMES di Bergamo.
- ANSELMO V. (1980), *Sul comportamento delle infrastrutture stradali in ambiente alpino nel corso di eventi alluvionali*. Atti e Rass. Tecn. Soc. Ingegneri e Architetti, Torino, 113, 2, 61-73.
- BEN G., *Le Langhe prima e dopo l'alluvione del 1994*, tesi di laurea in geografia, Università degli Studi di Genova, Facoltà di Lettere e Filosofia, a.a. 1997-98, inedita.
- BRUNO G. (1882), *Fiumi e Torrenti*, in: *Enciclopedia delle Arti e Industrie*, vol. 3°, pag. 243 e seg., Unione Tipografica Editrice, Torino.
- 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.
- COPPO C., OBERI R., PICCINI C., TRUCCO F., ZILIANI A.M. (a cura di, 1997), *Il rischio idrogeologico nelle fonti storiche: l'esempio del Comune di Pietramarazzi in Provincia di Alessandria*. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - Quaderno n. 10, Torino, 48 pp.
- CARRARO F. (1990), *L'Anfiteatro Morenico d'Ivrea*. In: *Guide Geologiche Regionali a cura della Società Geologica Italiana*, pag. 188 e seg., BE-MA Editrice, Roma.
- CROSIO F., FERRAROTTI B. (1996), *Trino: gli anni del diluvio*. Comune di Trino V.se, Studi Trinesi, n. 13, Tip. A.G.S., Trino Vercellese, 249 pp.
- FABBIO A., FAGNANI E., TORTI G. (1970-1990), *Profilo storico di Bassignana*. L.V.G., Azzate (VA), 4 volumi.
- GIUFFRIDA G. (1971), *L'evento alluvionale del 2-3 novembre 1968 in Piemonte*. In: *Annali idrologici 1971*, Parte seconda, pp. 111-138, Ministero dei Lavori Pubblici.
- 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. (1979), *L'assetto geomorfologico nella valutazione dei rischi connessi ad eventi idrologici estremi*, seminario su "La Pianificazione di Bacino", luglio 1979, pp. 5-39, Genova.
- LUINO E., RAMASCO M. & SUSELLA G. (1993), *Atlante dei centri abitati instabili piemontesi*. Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche, Programma speciale: Studio Centri Abitati Instabili, Pubblicazione n. 964, Unità Operative: 2.1 C.N.R. - I.R.P.I. Torino - 2.2 REGIONE PIEMONTE S.P.R.G.M.S.
- MARAGA F. (1989), *Ambiente fluviale in trasformazione: alveo tipo pluricursale verso un nuovo modellamento nell'alta pianura padana*. Atti del congresso Suolosottosuolo, Associazione Mineraria Subalpina, Torino, 27-30 settembre 1989, vol. 1, pp. 119-128.
- MARAGA F. (1991), *Riduzione del campo di attività fluviale e disponibilità di sedimento nei tratti d'alveo pluricursali: casi di studio nella pianura padana*, seminario su "Fenomeni di erosione ed alluvionamenti degli alvei fluviali", 14-15 ottobre 1991, pp. 51-62, Ancona.
- OBERI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), PIERI M., ZILIANI A. (Rilevam.) (1996), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Po*. Tratto Morano Po-Confluenza Scrivia. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.
- OBERI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), TRUCCO F., ZILIANI A. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Bormida*. Tratto H. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.
- OBERI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), TRUCCO F., ZILIANI A. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Tanaro*. Tratto A. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.
- OBERI R., PICCINI C. (Fotoint., rilevam.), TRUCCO F., ZILIANI A. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Belbo*. Tratto F. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.
- OBERI R., PICCINI C. (1996), *Evento alluvionale del 7-10/10/1996. Fiume Tanaro (Provincia di Alessandria). Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena*. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, CSI Piemonte, Torino, scala 1:10000.
- REGIONE PIEMONTE, CNR-IRPI Torino & CSI Piemonte (1990), *Banca Dati Geologica*, maggio 1990, 93 pp., Torino.
- REGIONE PIEMONTE (1994), *Prime note sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4-6 novembre 1994*. Rapporto inedito a cura del Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e del Settore Opere Pubbliche a Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte.

REGIONE PIEMONTE, *Archivio della Banca Dati Geologica*. Settore Studi e Ricerche Geologiche-Sistema Informativo Prevenzione Rischi.

ROBOTTI F. (1994-1995), *Principali eventi alluvionali nel bacino del Tanaro dalla metà del secolo XIX al 1994*, "Nimbus", n. 6-7, anno II e III, pp 53-67.

TROPEANO D. (1989), *Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida. Studio retrospettivo*. Associazione Mineraria

Subalpina, Quaderni Studi e Documentazione, n. 10, Torino, 155 pp.

TROPEANO D. (1994-1995), *L'evento alluvionale del 5-6 novembre 1994 in Piemonte*, "Nimbus", n. 6-7, anno II e III, pp. 33-44.

VASSALLO N. (a cura di, 1997), *Il territorio tra Tanaro e Bormida nei documenti d'archivio*. Archivio di Stato di Alessandria, Ed. Boccassi, Alessandria, 191 pp.

Processi sulla rete idrografica primaria

PREMESSA

L'evento di piena che ha interessato la rete idrografica piemontese nel novembre 1994 è risultato, per parte di essa, il più grave di cui si abbia memoria nell'ultimo secolo.

In particolare il fiume Tanaro e i suoi affluenti delle arce montuose e collinari comprese tra le Alpi Liguri e i rilievi delle Langhe sono stati pesantemente coinvolti dalle precipitazioni già a partire dai bacini di alimentazione in quota creando così condizioni di piena del tutto eccezionali.

Molte aree pianeggianti, sia sui fondivalle che nelle pianure, mai coinvolte da allagamenti a memoria d'uomo, sono state interessate in poco tempo da livelli idrometrici elevati: molte opere di attraversamento vecchie di decenni sono state sormontate e talora gravemente danneggiate o distrutte, vecchie proprietà agricole, singoli edifici o interi nuclei abitati portano ancora i segni di livelli d'acqua mai raggiunti in passato.

La morfologia fluviale per molti tratti è stata localmente, e temporaneamente, modificata dato che il deflusso principale della piena ha sovente seguito direzioni nuove rispetto all'andamento del vecchio canale aprendo nuovi rami o riattivandone di abbandonati (Fig. 1).

Al fine di ottemperare ad uno dei propri compiti istituzionali il Settore Studi e Ricerche Geologiche - Sistema Informativo Prevenzione Rischi ha attivato e coordinato il rilevamento dei processi e degli effetti indotti dalla piena straordinaria. La ricerca ha preso in considerazione le aste dei corsi d'acqua principali, lungo i quali si è avuto il transito di portate eccezionali che hanno provocato danni gravissimi, in termini di perdita di vite umane, di lesioni al tessuto urbano, alle infrastrutture e al complesso produttivo.

Gli studi e le ricerche hanno reso possibile, per gran parte entro il primo semestre del 1995, la predisposizione dei relativi elaborati calati su base topografica costituita dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000. I risultati sono stati poi resi disponibili attraverso informatizzazione e relativa restituzione cartografica delle varie sezioni della "Carta del campo di inondazione e degli effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994", di cui alcuni esempi vengono forniti come cartografia fuori testo.

Il piano completo dell'opera, costituito da 91 sezioni, è rappresentato in fig. 2.

Al fine di operare in sintonia con le finalità del Sistema Informativo regionale è stata anche predi-

sposta, in collaborazione con il CNR-IRPI di Torino, opportuna scheda di rilevamento che permettesse l'acquisizione, su sezioni trasversali, di dati relativi alle caratteristiche morfologiche in alveo e fuori alveo, alla dinamica dell'inondazione, ai danni e a dati storici pregressi (cfr. "Scheda di rilevamento processi lungo la rete idrografica" nel testo allegata).

Nelle pagine che seguono viene descritto il comportamento dell'idrosistema, lungo le aste dei fiumi Tanaro, Po, Bormida di Millesimo e del torrente Belbo in risposta all'evento, evidenziando quei fattori naturali ed artificiali che ne hanno condizionato gli effetti e i danni. Per evidenti esigenze di sinteticità viene posta l'attenzione sull'interferenza della piena con le aree più densamente urbanizzate.

Le considerazioni riportate derivano da studi condotti attraverso le seguenti fasi di attività.

1. Analisi di fotografie aeree (scala 1:13.000 e 1:20.000 circa) riprese nella seconda quindicina del novembre 1994, che ha consentito di individuare e rappresentare i processi più caratteristici, ricostruendo la dinamica dei deflussi. L'analisi ha permesso inoltre di valutare l'influenza delle infrastrutture e delle forme fluviali relitte sull'amplificazione degli effetti.

2. Sopralluoghi indispensabili per confermare quanto desunto dalla fotointerpretazione e per rilevare i dati quantitativi connessi ai livelli idrometrici raggiunti in numerose località, alle geometrie delle forme erosive e deposizionali, alle granulometrie dei sedimenti, ai danni a manufatti.

3. Raccolta di testimonianze dirette che ha fornito utili informazioni inerenti le modalità di propagazione e di distribuzione dei deflussi, le ore di colmo ed i tempi di permanenza delle acque di inondazione.

4. Confronto con indagini precedenti riguardanti, in particolare lungo il tratto astigiano del Tanaro, l'analisi dell'idrosistema durante gli anni cinquanta.

La scelta di una trattazione di taglio descrittivo permette di entrare negli accadimenti legati al passaggio della piena lungo i corsi d'acqua principali, con dati relativi ai centri abitati e alle infrastrutture coinvolte, con annotazione riguardanti le vittime che, purtroppo, i processi fluviali hanno provocato.

I testi sono, per taluni tratti, corredati da informazioni di carattere storico e geo-morfologico; solamente per il fiume Tanaro, il più gravemente colpito dagli effetti delle precipitazioni del novembre 1994, è stato redatto un capitolo espressamente dedicato al Quadro morfologico.

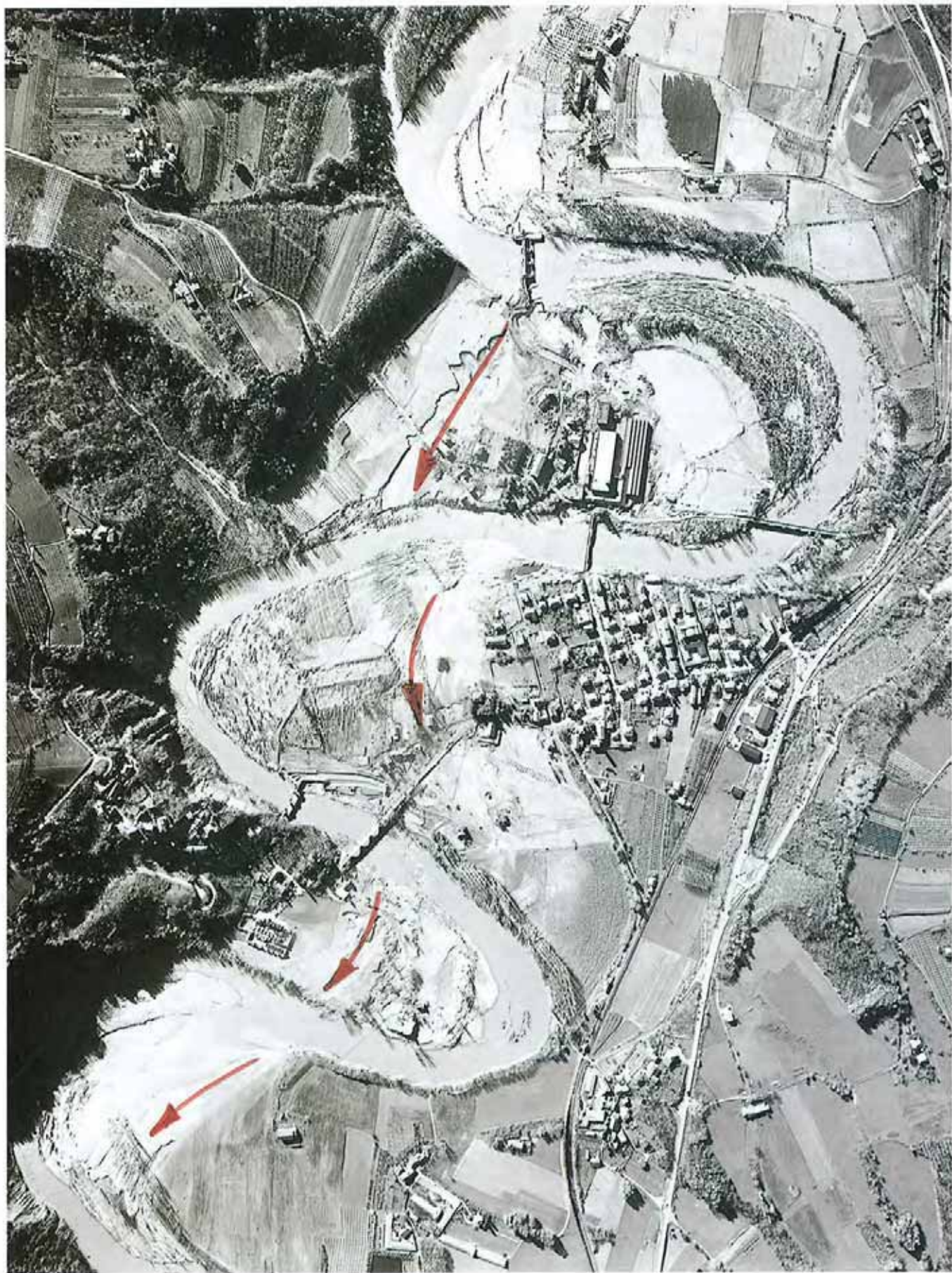


Fig. 1. Fiume Tanaro. Area di Clavesana. La valle fluviale in una immagine ripresa una settimana dopo l'evento alluvionale. Dalle evidenze morfologiche è chiaramente desumibile come parte preponderante della massa d'acqua sia transitata al di fuori del canale di deflusso in forma di "virtuali" tagli di meandro che, nella prima ansa in alto, hanno provocato una evidente e profonda forma erosiva sulla superficie del terrazzo alluvionale. Scala approssimata 1:10.000, Nord in basso a destra della foto. (Conc. SMA n. 1-431 del 9-7-1998).

Processi sulla rete idrografica primaria

FIUME TANARO - TORRENTE BELBO - FIUME BORMIDA - FIUME PO

Quadro di unione delle sezioni C.T.R. utilizzate come supporto cartografico per l'elaborazione tematica

(*) Elaborato attualmente in fase di informatizzazione

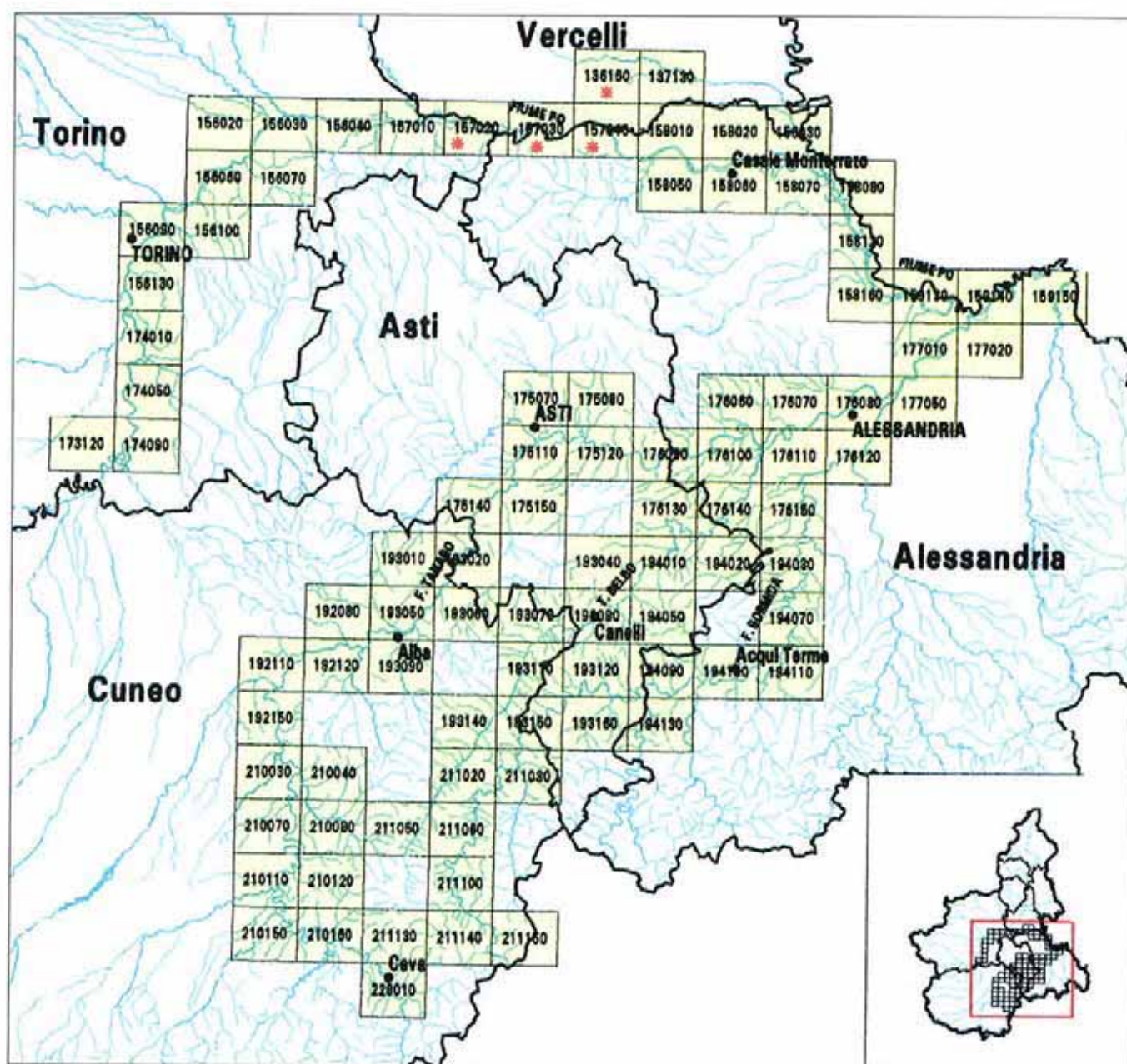


Fig. 2. *Quadro di unione delle sezioni costituenti la "Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" alla scala 1:10.000. Regione Piemonte, 1995.*

REGIONE PIEMONTE
Settore prevenzione del rischio
Geologico, Meteorologico e Sismico

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Istituto di Ricerca per la Protezione
Idrologica nel Bacino Padano - Torino

(segue scheda sezione ☐☐☐)

Evento alluvionale del 5/6 - 11 - 1994

SCHEDA DI RILEVAZIONE PROCESSI LUNGO LA RETE IDROGRAFICA

SCHEDA SEZIONE ☐☐☐
STRISCIA ☐☐☐ FOTOGRAMMA ☐☐☐ volo 11/20 nov. 1994 B/N

Tavoletta 1:25.000 Sez. C.T.R. _____

Fiume / TORRENTE _____
ALVEOTIPO (cf. allegato I) _____
COMUNE _____
LOCALITA' _____

1) OSSERVAZIONI IN ALVEO

erosione di fondo ☐ (rif. cart.) punto n. _____ approfondimento presunto m. _____
punto n. _____ approfondimento presunto m. _____

erosione laterale ☐ (rif. cart.) punto n. _____ arretramento presunto m. _____
punto n. _____ arretramento presunto m. _____

alluvionamento ☐ (rif. cart.)
punto n. _____ spessori stimati cm _____
granulom. media depositi: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
granulometria massima depositi _____
punto n. _____ spessori stimati cm _____
granulom. media depositi: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
granulometria massima depositi _____

altezza della sponda rispetto al pelo libero dell'acqua al momento del rilievo (rif. cart.)
punto n. _____ m. _____, punto n. _____ m. _____

altezza della sponda rispetto a tratto d'alveo non più bagnato dalle acque (rif. cart.)
punto n. _____ m. _____, punto n. _____ m. _____

affioramento del substrato ☐ (rif. cart.) punto n. _____ punto n. _____

presenza opere di difesa ☐ (rif. cart.) tipologia _____ dx ☐ sx ☐
stato funzionale _____

tipologia _____ dx ☐ sx ☐
stato funzionale _____

2) OSSERVAZIONI FUORI ALVEO (evento nov. '94)

limite dell'area inondata ☐ (rif. cart.) punto n. _____ da osservazioni dirette ☐
da interviste ☐
punto n. _____ da osservazioni dirette ☐ punto n. _____ da osservazioni dirette ☐
da interviste ☐

contributo della rete idrografica minore: tributari ☐ canali irrigui ☐

altezza raggiunta dalle acque di inondazione sul piano campagna ☐ (rif. cart.)
punto n. _____ su manufatto m. _____ su tronco d'albero m. _____
da testimonianza orale m. _____ altro m. _____
punto n. _____ su manufatto m. _____ su tronco d'albero m. _____
da testimonianza orale m. _____ altro m. _____
punto n. _____ su manufatto m. _____ su tronco d'albero m. _____
da testimonianza orale m. _____ altro m. _____

alluvionamento ☐ (rif. cart.)
punto n. _____ spessore stimato: < 50 cm ☐ da 50 a 100 cm ☐ > 100 cm ☐
granulometria: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
punto n. _____ spessore stimato: < 50 cm ☐ da 50 a 100 cm ☐ > 100 cm ☐
granulometria: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
punto n. _____ spessore stimato: < 50 cm ☐ da 50 a 100 cm ☐ > 100 cm ☐
granulometria: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
note _____

3) RICOSTRUZIONE DELLA DINAMICA DI INONDAZIONE (rif. cart.) punto n. _____

giorno e ora del colmo di piena in alveo _____ intervallo tra pulsazioni _____

numero pulsazioni di inondazione _____

giorno e ora inizio fenomeno di inondazione _____

provenienza e direzione delle acque di inondazione (freccia blu) _____

giorno e ora di massima altezza sul p.c. _____

velocità di risalita (cm/h; m/h) _____

giorno e ora di scomparsa definitiva delle acque _____

velocità di decrescita delle acque _____

tempi di permanenza delle acque di inondazione _____

(segue scheda sezione ☐☐☐)

ruolo dei manufatti (esalazione-mitigazione) nella propagazione e nel successivo smaltimento delle acque di inondazione

note (con particolare riguardo alla descrizione delle modalità di innesco ed evoluzione spazio-temporale del fenomeno di inondazione, eventuale rif. cart.)

4) DANNI EVENTO NOV '94 (riportare in carta le sigle corrispondenti)

E edifici (rif. cart.): E1 allagati ☐ E2 alluvionati ☐ E3 danneggiati ☐ E4 distrutti ☐

V viabilità (rif. cart.): V1 allagati ☐ V2 alluvionati ☐ V3 danneggiati ☐ V4 distrutti ☐

P ponti (rif. cart.): P1 allagati ☐ P2 alluvionati ☐ P3 distrutti ☐
processi: a aggrimento ☐ b sormonto ☐ c cedimento traverse ☐
d cedimento pile ☐ n su un totale di
e ostruzione per accumulo di materiale flottante ☐
f sottoescavazione ☐ altro ☐

eventuali cause del danno

O opere idrauliche (rif. cart.): O1 tipo O2 tipo
tipo
tipo
tipo

A altro A1 danneggiamento ☐ A2 distruzione ☐

note

(segue scheda sezione ☐☐☐)

5) OSSERVAZIONI FUORI ALVEO-EVENTI PREGRESSI da testimonianze locali

ANNO (compilare una scheda per ogni anno)

limite dell'area inondata (rif. cart.) punto n. punto n. punto n.

altezza raggiunta dalle acque (rif. cart.) punto n. h
punto n. h punto n. h

alluvionamento (rif. cart.)

punto n. spessore stimato <50 cm da 50 a 100 cm >100 cm
granulometria: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
punto n. spessore stimato <50 cm da 50 a 100 cm >100 cm
granulometria: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐
punto n. spessore stimato <50 cm da 50 a 100 cm >100 cm
granulometria: limi ☐ sabbie ☐ ghiaie ☐ massi ☐

5a) DANNI (riportare in carta sigle corrispondenti)

E edifici (rif. cart.): E5 allagati ☐ E6 alluvionati ☐ E7 danneggiati ☐ E8 distrutti ☐

V viabilità (rif. cart.): V5 allagati ☐ V6 alluvionati ☐ V7 danneggiati ☐ V8 distrutti ☐

P ponti (rif. cart.): P3 allagati ☐ P4 alluvionati ☐ P5 distrutti ☐
processi: a aggrimento ☐ b sormonto ☐ c cedimento traverse ☐
d cedimento pile ☐ n su un totale di
e ostruzione per accumulo di materiale flottante ☐
f sottoescavazione ☐ altro ☐

eventuali cause del danno

O opere idrauliche (rif. cart.): O1 tipo O2 tipo
tipo
tipo
tipo

A altro A3 danneggiamento ☐ A4 distruzione ☐

note

FOTOGRAFIE ☐

data

Rilevatore:

Scheda di rilevamento dei processi lungo la rete idrografica a seguito dell'evento alluvionale del novembre 1994.

3.1. IL FIUME TANARO

Inquadramento morfologico

Premessa

Il fiume Tanaro ha uno sviluppo complessivo di circa 230 km dalle origini presso il M. Marguareis (quota 2651 m slm), in provincia di Cuneo, alla sua confluenza con il fiume Po in prossimità di Bassignana (quota 96 m slm), in provincia di Alessandria.

Il corso d'acqua, che trova origine nelle Alpi Liguri presso il confine con la Francia, attraversa in direzione Sud-Ovest/Nord-Est tutto il territorio meridionale del Piemonte per cui il suo bacino complessivo raggiunge gli 8293 km² in prossimità della confluenza. Il tratto montano del bacino è quello sotteso dall'abitato di Leseugno e ad esso compete una superficie di 502 km².

A valle di questa località il Tanaro assume l'aspetto di un corso d'acqua di pianura con frequenti meandri e riceve nell'ordine i suoi maggiori affluenti tributari di sinistra: il Corsaglia, l'Ellero, il Pesio e lo Stura di Demonte.

In questo tratto il corso d'acqua ha direzione Nord-Sud, ma superata la confluenza con lo Stura, a Bra, esso riprende la direzione preferenziale verso oriente.

A valle di questo punto il corso del fiume si è impostato in epoche abbastanza recenti, in quanto in antico il Tanaro proseguiva in direzione Nord sul lato occidentale dei rilievi collinari delle Langhe e del Monferrato e confluiva nel Po in prossimità di Moncalieri.

Il fenomeno di diversione del Tanaro, avvenuto verosimilmente nella parte più recente del Pleistocene superiore, ha determinato un forte ringiovanimento del corso d'acqua a causa dell'abbassamento del livello di base, passando da una quota di 220 m circa della confluenza nel fiume Po a Carmagnola agli 80 m circa, attuali, presso Valenza.

Questo fatto ha comportato una contestuale diminuzione della lunghezza di 50 km ca., essendo il percorso antico da Cherasco a Valenza, con passaggio a Nord della collina di Torino, di 156 km ca. e quello attuale, sempre tra gli stessi punti, di 106 km ca.

La conseguente erosione regressiva ha così determinato la morfologia incassata che caratterizza il bacino del Tanaro e tutto il suo reticolato afferente a monte del gomito di deviazione; ne è esempio la scarpata del terrazzo Bra-Bergoglio-Roreto, alta circa 80 m. L'alveo abbandonato del fiume Tanaro è riconoscibile in una blanda depressione disposta da Bra a Carmagnola parallelamente ai rilievi collinari del Monferrato.

Ad Asti il Tanaro riceve in sinistra i suoi affluenti Borbore e Triversa che convogliano i deflussi delle zone collinari delle Langhe e del Monferrato. Nel tratto tra Asti e Alessandria confluiscono il Tigliole ed il Belbo, ed a valle di quest'ultima città il fiume Bormida con il suo affluente Orba.

La lunghezza del corso d'acqua, l'ampiezza del suo bacino e l'eterogeneità dei territori attraversati attribuiscono al fiume Tanaro particolari caratteristiche

che lo differenziano dai corsi d'acqua alpini, pur discostandosi dal comportamento dei corsi d'acqua appenninici. Il corso d'acqua presenta magre estive notevoli e eventi di piena nei periodi primaverili ed autunnali assai rilevanti. Il trasporto solido è attivo ed in esso prevalgono sabbie e limi lungo il percorso di pianura.

Territorio cuneese

Nell'ambito del territorio della provincia di Cuneo il corso del fiume Tanaro si sviluppa dalla zona montana (confluenza dei torrenti Tanarello e Negrone) all'abitato di Canove, ubicato in sinistra idrografica del corso d'acqua, nella pianura cuneese in prossimità del limite amministrativo della provincia di Asti.

In questo suo percorso, con lunghezza di circa 148 km (calcolato a valle della confluenza dei due torrenti), il fiume attraversa ambienti differenti; si parte da un contesto morfologico tipicamente montano, caratterizzato da valli molto incise e profonde, dove l'ossatura geologica del substrato roccioso è formata da rocce cristalline del Complesso del Dora-Maira e da dolomie e calcari mesozoici, per giungere alla zona a valle di Ceva da dove il fondovalle, molto ampio, è delimitato da una parte dall'alta pianura e dall'altra dalle colline del Bacino Terziario Piemontese.

L'analisi del contesto morfologico dei versanti e dell'alveo consente di distinguere diversi ambiti, così suddivisi:

A) *Settore iniziale (confluenza tra il Tanarello e il Negrone) fino a Ormea*: il corso d'acqua presenta una pendenza media del 6%; fondovalle ristretto e inciso in roccia; abbondante trasporto solido al fondo, intensa erosione. I fianchi vallivi sono ripidi e, a parte l'arca di testata e parte del fianco destro incise in rocce carbonatiche e mostranti grandiosi fenomeni carsici, sono impostati in ossatura di natura cristallina. Il reticolato idrografico di questo settore spiccatamente montano non mostra una gerarchizzazione sviluppata anzi, nel tratto in questione tranne i due rami di testata non sono presenti altri tributari laterali degni di nota.

B) *Settore Ormea-Ceva*: il corso d'acqua è caratterizzato da un andamento tendenzialmente unicursale (pendenza media del 1%) con alveo talvolta poco inciso ospitato in depositi alluvionali. In corrispondenza dell'abitato di Garressio e poi di Bagnasco il fondovalle si amplia; presso il secondo centro abitato il substrato terziario determina un paesaggio caratterizzato da colline tondeggianti e pendici poco declivi. Poco a monte di Nucetto il canale di deflusso inizia a mostrare una sempre più sensibile posizione approfondita entro lembi della vecchia pianura alluvionale.

In corrispondenza di Ceva, il più importante centro edificato, dopo Alba, della parte cuneese della valle Tanaro, il corso d'acqua raggiunge il lato meridionale del complesso collinare delle Langhe e riceve, da Est, il torrente Cevetta.

Ceva è cittadina cresciuta attorno alla collina del Castello, forma prominente slegata o, meglio separata, dal resto dei piani alti della vecchia pianura nata prima della diversione del fiume Tanaro.

La collinetta in questione null'altro è se non una costolatura rocciosa, ultima propaggine prima della confluenza tra torrente Cevetta e fiume Tanaro.

In effetti questo "promontorio" è libero anche alle spalle a causa di una forma di paleo meandro incassato, presumibilmente, del fiume Tanaro stesso che trovava più a monte la confluenza.

È in quest'area che nel luglio del 1584 una spaventosa piena del torrente Cevetta causò la morte di almeno 300 persone travolte assieme alle loro abitazioni.

Anche in anni più recenti è sempre da questo piccolo affluente che si sono avuti gli episodi più gravi di allagamento al centro storico di Ceva.

La città attuale sta cercando spazi nuovi in aree limitrofe, sia ad Ovest verso Mondovì, sia a Est verso Priero; nel frattempo ha occupato, in anni recenti, la larga area pianeggiante del basso terrazzo fluviale posto in sinistra idrografica nella località detta Torretta.

Questa zona, il pomeriggio tardo e la sera del 5 novembre 1994, si è rivelata, purtroppo, oltre che area di espansione urbanistica, anche area di espansione per le acque del fiume Tanaro.

C) *Settore Ceva-Canove*: il corso d'acqua presenta una pendenza di 0.3% ca. con andamento a meandri, a tratti regolari, nei quali si esplica erosione laterale.

Immediatamente a valle di Ceva il corso del Tanaro piega verso Nord Ovest mantenendo così, in questa prima parte, il primitivo andamento diretto verso la pianura torinese.

Il corso d'acqua divide, in quest'area, la zona delle Alpi marittime, con i relativi bacini drenanti volti a Nord, dal territorio collinare intagliato nelle rocce tenere del Bacino Terziario piemontese, detto "Langhe".

Questo tratto, così come quello seguente da Bastia a Pollenzo, in modo però meno evidente perché più ampio, si mostra profondamente incassato rispetto alla originaria pianura alluvionale posta con continuità sulla sua sinistra.

Una articolata successione di forme fluviali stabilizzate delinea una costante sinuosità del fiume mantenuta come caratteristica fisiografica evolutiva durante la lenta fase erosiva che ha portato il fiume a scorrere ad una quota notevolmente inferiore alla originale.

Tutta una serie di evidenti indizi morfologici è presente infatti, in particolar modo sul lato Sud del corso d'acqua, a testimoniare questo fatto: innanzitutto un complesso di superfici terrazzate poste a livelli diversi sovente delimitate verso l'esterno da scarpate mostranti, in pianta, forma circolare legata quindi ad un andamento a meandri. Sono identificativi, sotto questo punto di vista, la grande ansa fossile di meandro di Castellazzo, Lesegno, riutilizzata in parte dal

tratto terminale del t. Corsaglia poco prima della sua confluenza in Tanaro e, più a valle, la curiosa forma, anch'essa eredità di meandro, in località c. La Pieve presso Bastia.

L'adattamento morfologico alle mutate condizioni di drenaggio, intercorse durante il periodo Olocenico, ha creato quindi una profonda valle che, a parte qualche agglomerato agricolo, è sostanzialmente rimasta esclusa da interventi edificatori di una certa importanza, che si sono localizzati sulla ben più salubre soprastante piana alluvionale, tranne Ceva, appunto, all'inizio del tratto considerato in queste righe, e Bastia Mondovì posta 15 km a valle.

Per contro, la media valle Tanaro si offre come potenziale contenitore di tracciati di collegamento sulla media distanza sulla direttrice tra Asti-Alba ed entroterra ligure-piemontese: ne sono esempio la ferrovia (tratta Bra-Ceva) e il progettato tratto finale della strada di fondovalle a monte di Bastia.

Tra Bastia Mondovì e la confluenza con il torrente Stura di Demonte il decorso del Tanaro si sviluppa con un andamento più spiccatamente a meandri pur rimanendo la sezione complessiva ristretta tra colline ad Est e l'alta pianura ad Ovest. Proprio lo sviluppo a meandri ha disegnato sul fondovalle tutta una successione di terrazzi di diverso ordine sui quali si sono sviluppati centri abitati di una certa importanza.

Purtroppo alcuni di questi si sono sviluppati verso il corso d'acqua, verso, cioè, aree più depresse che durante l'eccezionale evento alluvionale del 1994 sono state occupate dalla piena fluviale.

Territorio astigiano

L'area in esame riguarda il tratto del fiume Tanaro entro il territorio della provincia d'Asti compreso tra gli abitati, in sinistra orografica, di Canove (confine con la provincia di Cuneo) e Cerro Tanaro (al confine con la provincia di Alessandria).

L'intero corso del fiume si snoda entro un tratto intravallivo avente ampiezza media pari a 2.3 km e lunghezza di 35 km ca., delimitato da fianchi generalmente scoscesi.

L'analisi degli aspetti morfologici d'insieme dei fianchi collinari e del tratto vallivo consente di distinguere due diversi ambiti, ovvero:

A) *Settore Canove - confluenza Bobore* avente fianchi simmetrici, sia per dislivello sia per acclività e caratterizzato da pendenza del tratto intravallivo pari allo 1.4‰ ed ampiezza sufficientemente uniforme. Il corso d'acqua, nel settore considerato, scorre entro sedimenti prevalentemente ghiaioso-sabbiosi con ciottoli di dimensione massima pari a 20 cm, mentre nel solo tratto compreso approssimativamente tra le località S. Martino Alfieri-Isola d'Asti incide il substrato costituito prevalentemente da marne sabbioso-argillose e argille marnose. L'intero settore è parzialmente condizionato da una strettoia valliva, peraltro non eccessivamente marcata, in prossimità di Motta d'Asti (1400 m corrispondenti ad una riduzione del 40% ca. rispetto all'ampiezza media del fondovalle).

B) *Settore confluenza Borbore - Cerro Tanaro* avente fianchi asimmetrici, a moderata pendenza e poco elevati in sinistra, più acclivi e con maggior dislivello in destra orografica. La pendenza media di questo tratto intravallivo è pari a 0.87‰, mentre l'ampiezza è disuniforme ed è fortemente condizionata dalle strette di Castello d'Annone, di Rocchetta Tanaro e di Cerro Tanaro (indicativamente di ampiezza pari a 600 m la prima e di 1000 m le restanti). Il corso d'acqua scorre entro una piana alluvionale costituita prevalentemente da sedimenti di natura sabbioso-limosa con subordinate ghiaie.

La piana alluvionale è stata incisa dal corso d'acqua in più ordini di terrazzi aventi scarpate di erosione di modesta entità, ad eccezione di un terrazzo che si sviluppa per l'intero settore astigiano, tra Canove e la confluenza Borbore, in sinistra orografica, a ridosso del fianco collinare.

Sulla piana alluvionale si riconoscono, ove non cancellate dalle attività antropiche, morfologie fluviali associate alle naturali divagazioni dell'alveo.

La morfologia del corso d'acqua considerato, con specifico riferimento a forma, dimensioni e mobilità dei meandri, risulta condizionata da aspetti naturali ed antropici tra loro interagenti:

- l'ampiezza della piana alluvionale, costretta entro fianchi collinari generalmente scoscesi e caratterizzata da modeste variazioni altimetriche;
- la pendenza del corso d'acqua e la natura dei sedimenti e/o del substrato entro cui il fiume scorre;
- l'entità delle modificazioni antropiche apportate al sistema fluviale dall'attività estrattiva condotta a scapito delle forme fluviali relitte e delle aree golenali;
- il dimensionamento e posizionamento delle opere di attraversamento che impongono anomali restringimenti alle sezioni di piena;
- l'esistenza, la funzionalità e l'efficacia delle opere di regimazione e di difesa idraulica attuate nel corso degli anni.

I fattori evidenziati fanno sì che il corso d'acqua possa essere suddiviso nei seguenti tronchi significativi a caratteristiche d'insieme omogenee.

1. *Tronco a monte di Asti, fino alla confluenza del Borbore*, che si presenta da sinuoso a sub-rettilineo, con brevi tratti a meandri irregolari. Il canale di deflusso è unico, ed è derivato dal progressivo abbandono di un più ampio sistema pluricursale, ancora parzialmente attivo nel 1954. È questo il tratto più intensamente interessato dall'attività estrattiva che ha coinvolto quasi con continuità la zona associata all'alveo tipo pluricursale nel 1954, per il suo intero sviluppo.

2. *Tronco compreso tra Asti e Rocca d'Arazzo*, caratterizzato da un primo tratto rettilineo, per intervento antropico, in corrispondenza della città di Asti, e da un generale andamento a meandri irregolari, talora ampi nel rimanente tronco.

3. *Tronco in corrispondenza della stretta valliva di Castello d'Annone*, rappresentato da un tratto sub-rettilineo moderatamente sinuoso.

4. *Tronco a valle di Castello d'Annone*, ad andamento unicursale meandriforme, a meandri sufficientemente regolari, ampi e spazianti da un fianco vallivo all'altro.

Un'analisi planimetrica dell'alveo del fiume Tanaro, effettuata attraverso il confronto di aerofotografie scattate negli anni 1954, 1969 e 1991, suffragata dall'esame della cartografia "storica" (periodo 1850, 1920), ha evidenziato come, per il settore astigiano, tra il 1954 ed il 1991 si sia registrata una riduzione della lunghezza dell'alveo attivo approssimativamente dell'11.5% (tronco 1), mentre per il rimanente settore (tronchi 2, 3, 4) si è avuta una riduzione pari a circa il 4.5%.

Nell'arco di circa un secolo si è manifestata la tendenza del sistema fluviale a trasformare progressivamente il proprio alveo da pluricursale a monocursale.

Lo sviluppo lineare dei tratti a canali plurimi si è drasticamente ridotto sino ad annullarsi nel corso degli anni, passando da circa 17 km nel 1880, a circa 6 km nel 1954 e scomparendo nel 1991 (Fig. 3).

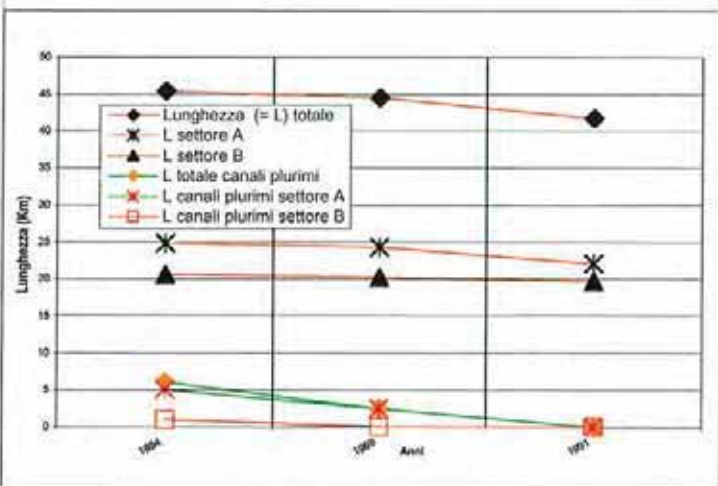


Fig. 3. Riduzione della lunghezza dell'alveo attivo (periodo di osservazione 1954-1991).

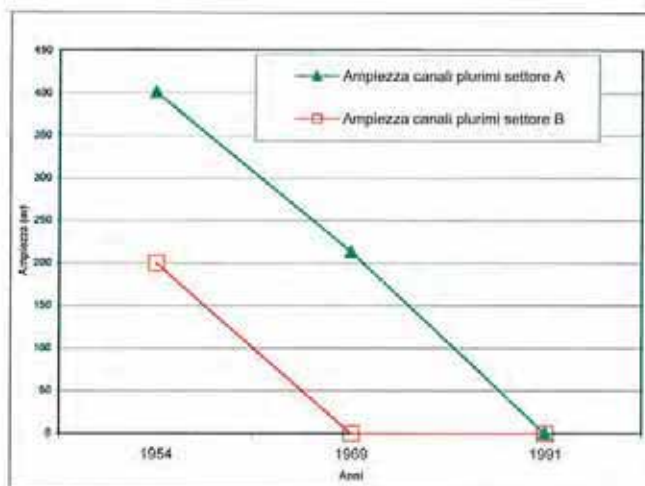


Fig. 4. Riduzione dell'ampiezza dei tratti pluricursali dell'alveo attivo (periodo di osservazione 1954-1991).

Associata alla diminuzione della lunghezza si è pure constatata, nel medesimo periodo, una diminuzione dell'ampiezza dell'alveo-tipo a canali plurimi.

La distribuzione spaziale dei tratti a canali plurimi evidenzia come essi fossero presenti, nel 1954, soprattutto nel tratto a monte di Asti. La loro riduzione si è verificata principalmente nel periodo compreso tra il 1880 ed il 1954, con diminuzione di circa il 64%, mentre il restante 36% è stato abbandonato tra il 1954 ed il 1991. Questo decremento progressivo può essere ricondotto sia a cause naturali, sia a cause antropiche, e cioè a massicci interventi atti a contenere i deflussi in fasce sempre più ristrette.

A valle di Asti (tranchi 2, 3, 4) invece, i tratti a canali plurimi si riconoscono sulle cartografie del 1880 soprattutto immediatamente oltre la linea ferroviaria Asti-Nizza Monferrato per uno sviluppo complessivo di appena 2 chilometri circa, mentre nel 1954 si riducono approssimativamente ad un chilometro sino a scomparire completamente nel 1969 (Fig. 4).

Territorio alessandrino

In questo settore terminale il fiume Tanaro scorre, soprattutto da Alessandria in avanti, in un ambiente spiccatamente di pianura anche se, fino all'altezza di Rivarone, appoggia, verso Nord, contro il piede della propaggine orientale del complesso collinare del Monferrato-Casalese erodendo la base dei versanti sottostanti l'abitato di Pavone e Montecastello.

La piana alluvionale perde quei contorni definiti che aveva conservato fino ad oltre Asti ed ospita non solo più il Tanaro ma anche le parti terminali del Belbo, del Bormida di Millesimo e del torrente Scrivia, più ad Est.

- Nel primo tratto l'alveo del Tanaro ha una configurazione a meandri che mostra, su una lunghezza di alcuni chilometri, una diminuzione della sinuosità a seguito del taglio, forse procurato artificialmente, di alcune anse.

La morfologia mostra ancora chiaramente antiche forme, presso Felizzano e Solero, legate ad un andamento ampiamente sinuoso, disgiunto ormai dall'attuale sistema fluviale ed esterno alle arginature; si notano, presso la confluenza con il Bormida, le presenze di un complesso arginale che riducono l'area esondabile e limitano, significativamente, l'ampiezza della sezione di deflusso.

- Nell'ultimo tratto il fiume scorre in una piana che offre maggiori possibilità alle frequenti esondazioni; l'area golenale si amplia fino ad oltre 1 km, in corrispondenza di Piovera, raggiungendo i 4 km presso la confluenza in Po. Questo ultimo tratto è affiancato sulla destra da una arginatura continua che non ha impedito, comunque, il completo allagamento dell'area attorno all'abitato di Alluvioni Cambiò. Le numerose forme relitte, anche molto discoste dal canale nella sua posizione attuale, che si intravedono soprattutto nei tratti della cartografia mostrano una passata evoluzione ad ampi meandri.

Cronistoria del processo di piena

• TRATTO ORMEA - BASTIA MONDOVI

I primi veri segnali di danni, relativamente a tutto l'areale che poi nelle ore seguenti sarebbe stato colpito dalla "grande alluvione", sono partiti nelle prime ore del mattino del sabato 5 novembre 1994 dalla zona di Ceva.

Incuneata a Sud tra le prime propaggini delle Alpi Marittime, Ceva è centro abitato di una certa importanza attraversato com'è dalla linea ferroviaria Torino-Savona, dall'autostrada A6 e da importanti assi viari nazionali e locali colleganti la pianura cuneese Sud-orientale con le valli montane e la Liguria.

Il vecchio borgo è costruito principalmente sul tratto terminale e sulla confluenza del t. Cevetta nel fiume Tanaro, le nuove aree di edificazione recente hanno trovato spazio o sugli altopiani a Sud-Est della città, o accosto al fiume, sulla sua sinistra, su aree terrazzate di poco sopraelevate rispetto al corso d'acqua.

Sabato 5 novembre, già al mattino, le acque del t. Cevetta hanno sorpassato il livello superiore dei muri di sponda all'altezza del ponte dell'area dell'ex Ospedale e allagano l'adiacente via Garibaldi.

I danni a quel momento non erano ancora gravi trovandosi coinvolte alcune automobili e, in modo parziale, gli edifici del centro storico prospicienti e posti in posizione depressa rispetto ai muri d'argine.

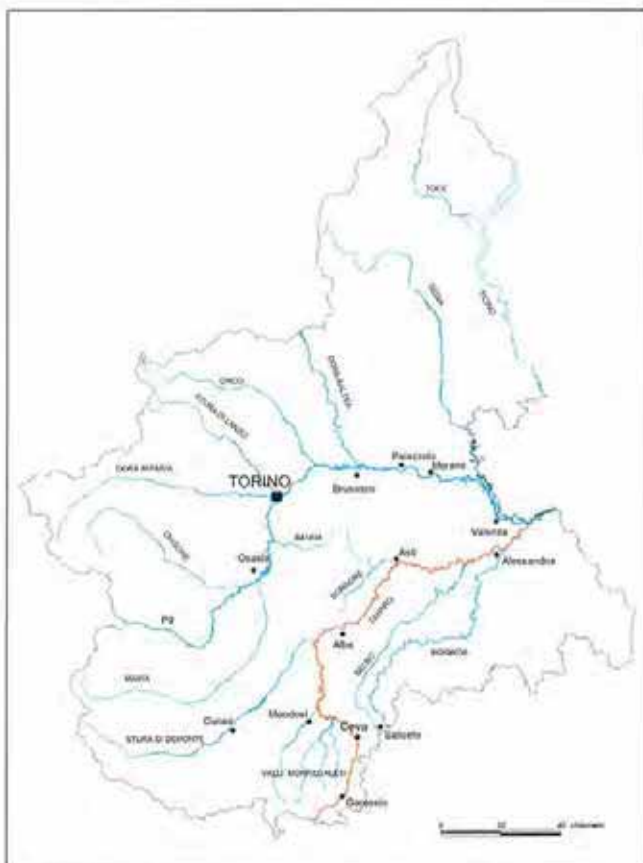


Fig. 5. Identificazione geografica dell'asta del fiume Tanaro entro l'area piemontese.



Fig. 6. *Comune di Garessio, concentrico. Nel primo pomeriggio del sabato 5 novembre le acque del Tanaro sovrapassano il ponte posto nel centro storico (C.R.I. - Studio Levi).*

Ma da quel momento la situazione, già grave, è peggiorata rapidamente: il vasto complesso della perturbazione restava bloccato sul Sud della regione e l'epicentro delle precipitazioni si allungava da Sud-Ovest a Nord-Est, più o meno sulla direttrice Garessio-Cortemilia.

La portata del Tanaro tendeva verso il massimo storico conosciuto che raggiungeva, in queste zone, verso il tardo pomeriggio del sabato stesso coinvolgendo in modo anche catastrofico, oltre che i territori e zone abitate fino ad Alessandria, anche i centri abitati posti a monte tra i quali Ormea (con forti danni a viabilità ed attraversamenti), Garessio, Bagnasco e Nucetto.

Garessio

Già all'ora di pranzo del sabato la città di Garessio, nell'alta valle, era materialmente tagliata in due dal corso d'acqua.

Le acque dopo aver lambito a lungo il livello inferiore del piano viario del ponte centrale hanno iniziato a sovrappassare, a causa anche della ridotta luce del manufatto e dell'accumulo di materiale arboreo, l'opera di attraversamento e i muri di sponda sia in sinistra che in destra.

Il nucleo del centro storico di Borgo Ponte, in specie quello in sinistra, posto a livello inferiore rispetto al bordo dei muri di sponda, è stato allagato nello spazio di breve tempo (Figg. 6-7).

Alla fine, col deflusso delle acque, i danni si sono mostrati ingentissimi: numerosi edifici sono risultati colpiti su un'area di ca. 300.000 m² dalle acque di inondazione che nei punti più depressi raggiungevano i 2,5 m.

Tra le altre sono state coinvolte e allagate le aree industriali della Lepetit, fabbrica chimica posta a val-

le dell'abitato, e divolto, a causa della distruzione della spalla destra, il ponte nuovo detto "di Barjoles" prossimo a quello ferroviario: il massimo allagamento si è registrato tra le ore 17,30 e le 18,00.

È da annotare, tra l'altro, il contributo che le acque del torrente Luvia, tributario di sinistra, hanno portato all'allagamento di aree di recente edificazione poste in fascia di pertinenza nel luogo di confluenza di questo entro il fiume Tanaro.

Collateralmente agli allagamenti direttamente causati dalle acque del fiume Tanaro si sono riscontrate ampie interruzioni alla viabilità legate alla impossibilità dello smaltimento delle acque dei rii laterali là dove i sottopassi stradali e ferroviari erano otturati da vegetazione o da altro materiale fluitato, oppure semplicemente là dove l'impedimento era causato dal-



Fig. 7. *Comune di Garessio, concentrico. Alle ore 15 del 5 novembre i locali del centro storico contigui al fiume sono allagati da oltre 1,5 m d'acqua (C.R.I. - Studio Levi).*



Fig. 8. Comune di Bagnasco, località Ponte Romano. Nella immagine ripresa da elicottero, nei giorni seguenti la piena, è visibile il vecchio attraversamento, le arcate inutilizzabili da interrimento antropico, i danni al manufatto e alla sponda sinistra e, infine, la restrizione dell'alveo a monte indotta da interventi antropici.

le acque del Tanaro che erano giunte al livello della rete secondaria di smaltimento.

Era questo il caso della statale n. 28 di fondo valle già interrotta in località Piangranone alle ore 15 da un battente fino a 1,5 m d'acqua su 200 metri di lunghezza; l'improvviso alzarsi del livello, legato forse anche alla caduta di alcune frane di fluidificazione dei terreni superficiali dal versante contiguo alla strada, provocava il coinvolgimento di alcune vetture che transitavano in quei minuti.

Nel contempo, sono stati investiti via via gli altri centri della valle a monte di Ceva; si sono salvati quelli posti in posizione sopraelevata rispetto al fiume, ma non Bagnasco e Nucetto.

Bagnasco-Nucetto

Il primo centro ha subito gravi danni agli edifici e imprese artigianali posti in prossimità dello storico ponte "Romano" tra i quali una casa posta immediatamente a monte del ponte, la cui posizione e quella della pertinenza sono state ricavate in luoghi già appartenenti alla sezione dell'alveo ordinario (Fig. 8).

Straordinaria è da rimarcare, invece, la tenuta del vetusto manufatto di attraversamento, già chiuso al transito su parere in loco dei tecnici della Direzione alle ore 15 del sabato, che nonostante si trovasse con due delle 5 arcate ormai inutilizzabili da anni a seguito di interrimento antropico è risultato nel complesso scarsamente danneggiato.

Il secondo centro abitato, pur essendo sistemato ai bordi di un letto sufficientemente ampio e depresso rispetto ai piani terrazzati laterali, ha avuto distrutta l'area sportiva posta, con scelta perlomeno azzardata, nell'alveo di piena all'interno delle difese spondali.

A valle di Nucetto il fiume Tanaro accentua il suo corso incassato tra piani terrazzati e questo ha evita-



Fig. 9. Comune di Ceva, località Nosalini. L'immagine mostra i gravi danni subiti da uno degli edifici posti in questo luogo: la violenza dell'urto del materiale arboreo fluitato ha provocato la distruzione delle pareti laterali della casa. È evidenziato il livello raggiunto dall'acqua, pari a 3,5 m ca.

to altri gravi danni a viabilità o altro, se si eccettuano alcune importanti erosioni di sponda che hanno provocato discesa di materiale roccioso in alveo (località Rocchini) con messa in pericolo della soprastante strada statale.

Ceva

Dalle testimonianze raccolte in sede di rilevamento si desume che già nella mattinata il nuovo ponte in cemento della "circonvallazione" era soggetto a tentativo di ostruzione a seguito dell'elevato trasporto di tronchi sradicati da sponde ed isole nel corso fluviale a monte.

Si correva ai ripari mediante l'uso di escavatore con il quale si tentava di liberare il manufatto; verso le 12 era decisa la sospensione del tentativo stante il continuo innalzarsi del livello delle acque; verso le ore 18 il livello dell'acqua era cresciuto tanto da interessare tutto l'edificio di recente costruzione del borgo nuovo di Nosalini.

Il culmine si raggiungeva intorno alle ore 19-20 con altezza d'acqua fino a 2,10 m in sinistra del fiume e addirittura 3-4 metri in destra a danno di edifici posti in posizione depressa rispetto alla quota media del terrazzo fluviale.

Danni particolarmente gravi si sono poi riscontrati a carico dell'area sportiva posta all'inizio dell'area edificata e di una abitazione sita in posizione esposta seppure ad una distanza di 50 m dalla sponda sinistra: la violenza dell'acqua e i tronchi d'albero fluitati hanno provocato lo sfondamento delle pareti esterne della casa (Fig. 9).

Fortunatamente al termine del passaggio della piena non si sono segnalate vittime, ma il panorama che si è presentato ai primi soccorritori era desolante:

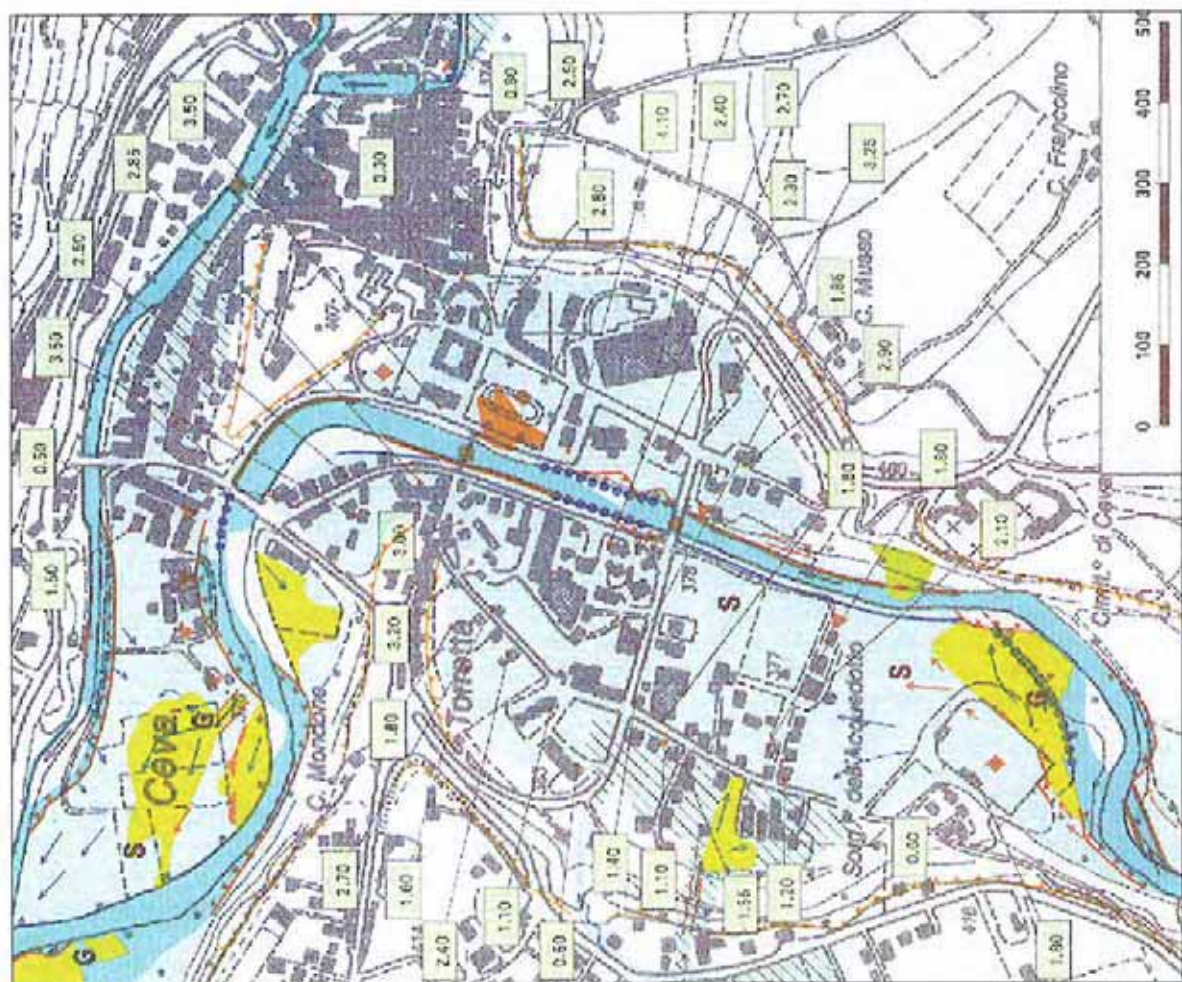


Fig. 10. Comune di Ceva, concentrico. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'alveo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. 1-087 del 2 marzo 1999) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza. (Regione Piemonte, 1995. Sez. 228010 Ceva, CTR 1:10.000). N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alle tavole "Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro" della cartografia fuori testo.



Fig. 11. *Comune di Ceva, Strada statale 21. Sabato 5 novembre 1994: nella immagine è evidente come anche su aree poste in posizione rilevata il cattivo smaltimento delle acque della rete dei canali possa creare allagamenti che penalizzano viabilità ed edificato.*



Fig. 12. *Sponda destra del fiume nei dintorni di Niella Tanaro: ancora due giorni dopo il termine delle piogge le acque occupano ampie porzioni di territorio agricolo a notevole distanza dall'alveo che si vede in alto a destra.*

complessivamente il centro abitato di Ceva contava decine e decine di edifici coinvolti dalle acque di piena su altezze che variano da 1,5 fino a 4 metri a seconda della loro ubicazione.

Gravi i danni al ponte detto "dell'Oratorio" e distruzione della passerella pedonale di Piazza d'Armi.

Molte poi sono state le abitazioni o imprese artigiane danneggiate in modo gravissimo: in particolare le case e l'impianto sportivo che per primi hanno subito l'urto dell'inondazione e la zona detta dei "Macelli", questa a valle del ponte della nazionale n. 28, che, posta all'esterno di una curva poco a monte

della confluenza con il torrente Cevetta, ha subito gravi devastazioni sia alle infrastrutture artigianali che alle opere di difesa spondale (Fig. 10).

Nel tratto tra Ceva e Bastia Mondovì la scarsa presenza di edificato, ubicato piuttosto sulla sopraelevata pianura di età Olocenica (Fig. 11), ha consentito di limitare il numero di abitazioni e di persone coinvolte nell'evento di piena; si è registrata qualche situazione drammatica che ha richiesto evacuazioni in emergenza, con uso sì natanti, di persone residenti nelle immediate vicinanze del fiume, ma sotto questo aspetto non registra altra grave situazione.



Fig. 13. *Immagine del ponte posto a valle di Niella Tanaro: risultano completamente erosi sia i due rilevati di accesso che ampia parte della strada provinciale posta in sponda destra.*

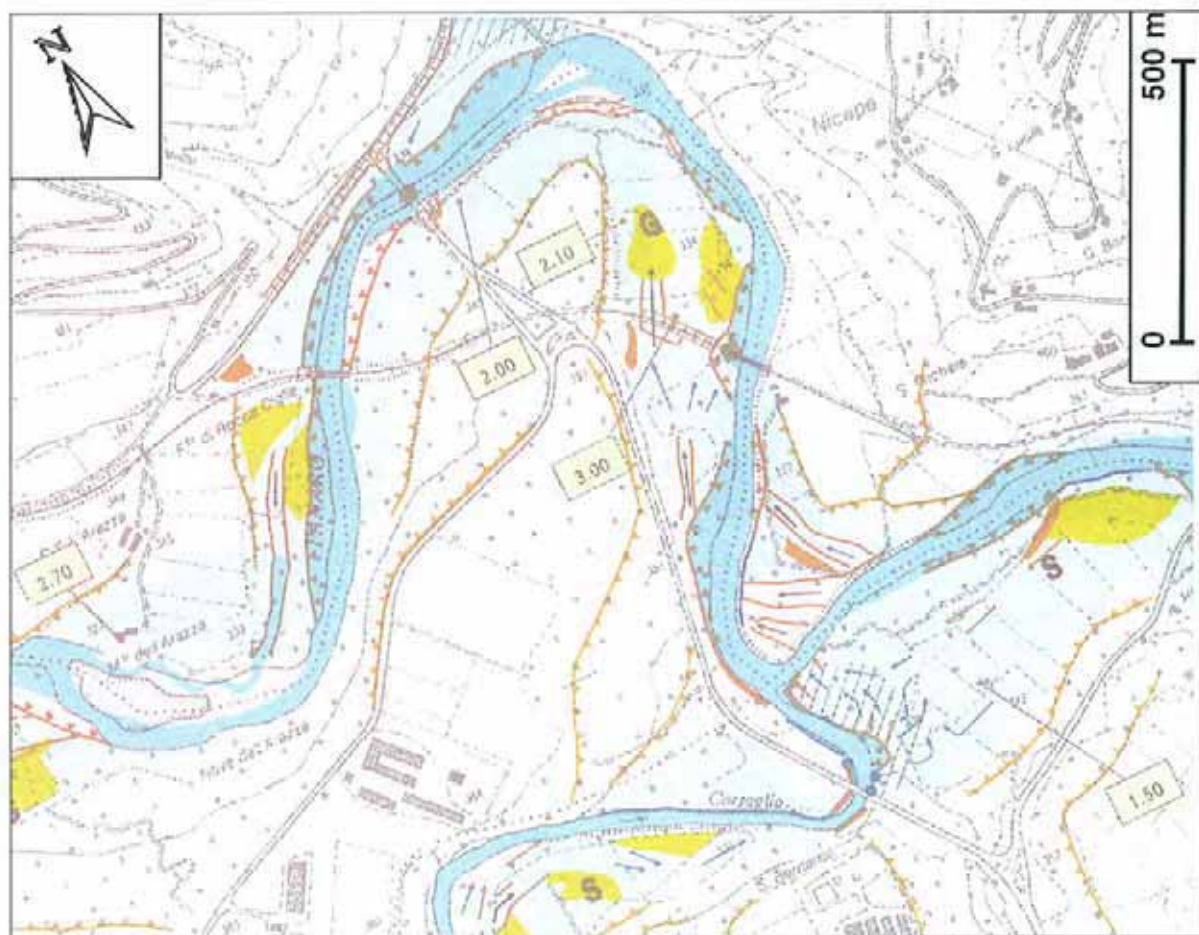
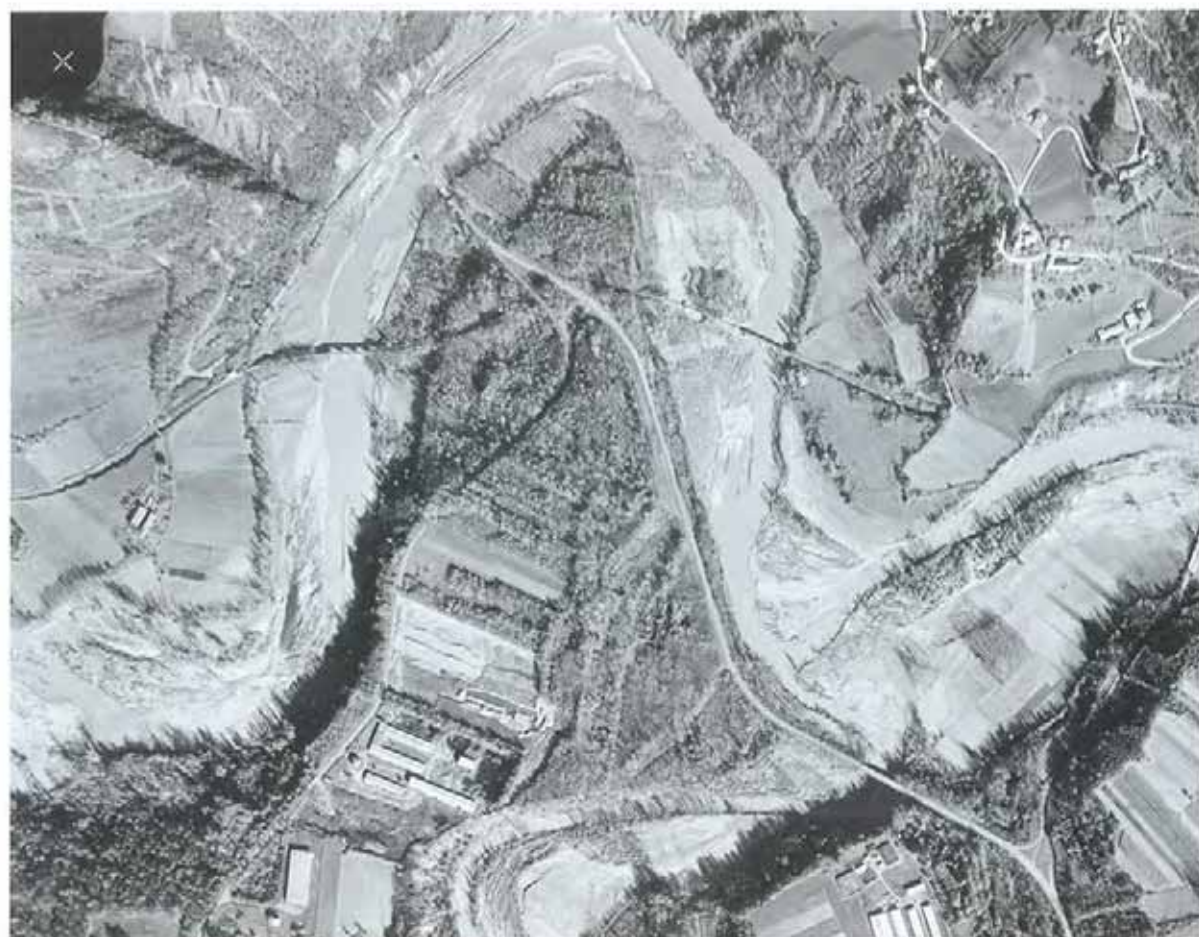


Fig. 14. Comune di Lesegno, località confluenza t. Corsaglia. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'alveo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. n. 1-431 del 9-7-1998) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza (Regione Piemonte 1995, Sez. 210160 Niella Tanaro, CTR 1-10.000).
N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alle tavole "Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro" della cartografia fuori testo.

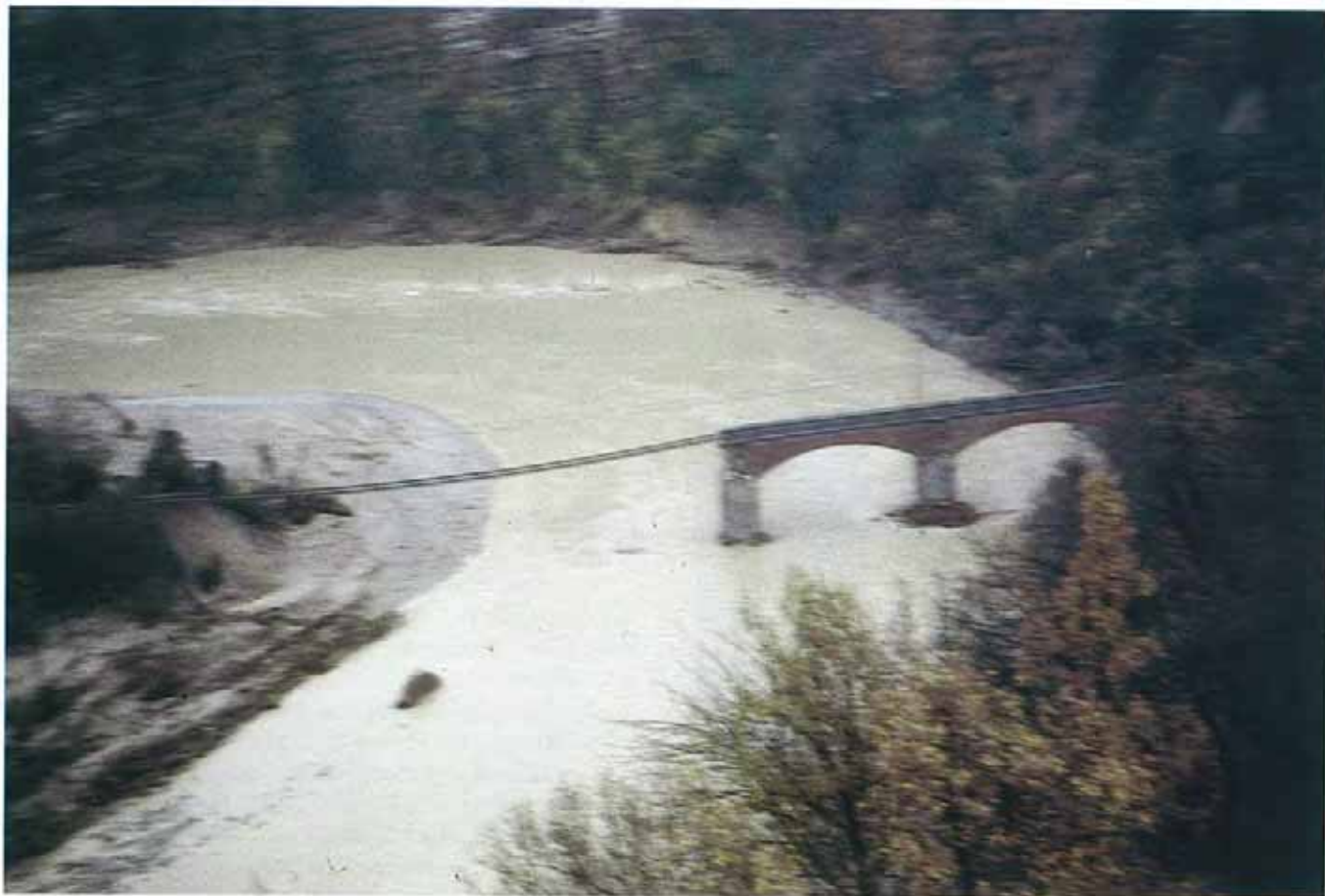


Fig. 15. Dintorni di Bastia Mondovì, località Preosa. Scomparsa del rilevato posto in sinistra del ponte ferroviario per erosione fluviale a seguito della piena.



Fig. 16. Comune di Castellino Tanaro, località Nicape. La poderosa azione di erosione ha asportato quasi del tutto il lungo rilevato ferroviario posto in sinistra del fiume.



Fig. 17. Particolare della fotografia precedente nel quale è evidente la lesione alla pila di sinistra per sottoescavazione della fondazione.

Ben più grave è risultato invece il quadro dei danni a carico delle infrastrutture.

Il campo di inondazione è coinciso, in questo tratto, con la quasi totalità del fondovalle il quale a causa della sua relativa ristrettezza ha concorso a mantenere alti sia il livello dell'onda di piena che la sua energia. Inoltre l'andamento a meandri del corso d'acqua ha condizionato la localizzazione delle erosioni più gravi sull'esterno delle anse anche se si riscontrano profonde erosioni sul piano campagna delle porzioni agricole invase dalla corrente (Fig. 12).

Ne hanno così sofferto, in modo anche distruttivo, le strade locali e provinciali e la stessa linea ferroviaria, di norma dotata di ponti con luce non ridotta.

La sera del 5 novembre tutti i ponti tra la sponda destra e quella sinistra del Tanaro erano pesantemente compromessi.

Del ponte nuovo tra Niella e Marsaglia, delle sue due rampe di accesso e del tratto, lungo 1 km, di strada provinciale corrente lungo il versante in destra non rimaneva altro che la scarna geometria in calcestruzzo dell'attraversamento posto al centro di un largo letto ciottoloso e completamente ricoperto da tronchi d'albero fluitati (Fig. 13); il ponte di Piantorre era separato dalla sua rampa d'accesso di sinistra da una completa erosione del rilevato mentre gran parte dell'acqua era defluita, scavalcandola senza distruggerla, sopra la strada sul lato sud. Danneggiato risultava anche l'ac-

cesso al ponte in località Molino Custellaro dove il vicino ristorante era allagato da oltre 4 m d'acqua.

Ma in modo ben più grave risultava colpita la linea ferroviaria (Fig. 14).

Nello spazio di pochi chilometri tutti e quattro i ponti ferroviari sono stati danneggiati; in particolare sono stati coinvolti, anche se con modalità diverse, il ponte di Preosa, presso Bastia (Fig. 15), e quello in località Nicape in prossimità di Castellino Tanaro. Quest'ultimo, oltre a profonde lesioni alla pila di sinistra causate da sottoescavazione, ha subito l'asportazione totale per oltre un centinaio di metri dell'alto rilevato che lo collegava alla riva posta ad Ovest (Figg. 16-17).

Bastia Mondovì

Terzo centro abitato ad essere coinvolto in misura grave dalla piena del Tanaro, dopo Ceva e Garessio, Bastia ha subito gravi danni sia al tessuto edilizio che alle infrastrutture.

Tutti gli edifici prospicienti la piazza del paese sono stati allagati per altezze d'acqua che vanno da 1,5 a 3 m; profonde erosioni hanno causato l'asportazione completa della strada provinciale al suo ingresso nel concentrico dal lato di ponente, gravissimi i danni agli impianti di trattamento di inertti posti a fronte del paese sulla sponda sinistra e completa distruzione degli impianti sportivi posti a valle dell'abitato.

Della successione degli avvenimenti esiste interessante resoconto fornito dal Vigile comunale e raccolto durante i primi sopralluoghi. Qui di seguito ne è data testimonianza:

sabato 5 novembre:

- ore 7,45 chiusura del ponte prospiciente la piazza;
- ore 10,30 informazioni alla Prefettura di Cuneo e ai Vigili Urbani di Alba sulla grave situazione;
- ore 13,15 allagamento del campo sportivo;
- ore 14,00 scomparsa degli impianti sportivi, del parcheggio e del locale del circolo ARCI;
- ore 16,00 l'acqua sfiora il piano viario della strada provinciale;
- ore 18,15 l'acqua allaga la piazza centrale, il ponte è ostruito da alberi di alto fusto;
- ore 18,30 una telefonata alla Prefettura comunica l'evacuazione dell'edificio comunale;
- ore 18,30 - 20,30 l'acqua entra in paese con diverse ondate;
- ore 21,00 ca. transita il colmo massimo di piena con una durata di circa 45 minuti;
- ore 22,00 la piazza è già sgombra dall'acqua ma è ricoperta da uno spesso strato di detriti costituiti in prevalenza da tronchi d'albero (Fig. 18).

Il ponte di Bastia, di cui alle righe precedenti, è stato costruito nel 1928 a seguito della distruzione di quello preesistente causata dalla piena fluviale del 16 maggio 1926.

Già il ponte di inizio secolo aveva subito gravi danni per processi di piena fluviale durante i lavori di costruzione nell'autunno del 1896.

Proprio a Bastia si deve registrare una morte per annegamento che è, dal freddo punto di vista statistico, l'incidente mortale posto più a monte lungo il corso del fiume Tanaro.

Un uomo, intorno alle 19 del sabato tentando di raggiungere zone non allagate in direzione di Mondovì, rimaneva coinvolto, nelle vicinanze della località Villero, nel ribaltamento del mezzo sul quale stava viaggiando restando imprigionato sotto l'acqua.

• TRATTO BASTIA MONDOVÌ - LEQUIO TANARO

Nel tratto tra Bastia Mondovì e Lequio, il Tanaro è caratterizzato da un alveotipo monocursale a meandri che si sviluppa, incassato entro le rocce marnose del Bacino Terziario Piemontese, con una serie di terrazzi costituiti da materiale alluvionale ghiaioso-sabbioso. Durante l'evento del novembre 1994 la piena ha interessato quasi tutto il fondovalle fino al limite delle scarpate dei terrazzi più alti. La fascia principale di deflusso ha preso direzioni sovente estranee all'andamento del vecchio alveo, tagliando meandri e aprendo nuove vie di deflusso; esternamente a questa l'acqua è defluita invadendo, con energia minore, le superfici dei terrazzi più marginali lungo una fascia laterale che ha assunto funzione di laminazione della piena. La dinamica della piena è stata ulteriormente condizionata dalle opere costruite in alveo (opere idrauliche e di derivazione) e da quelle con esso conviventi per esigenze antropiche e urbanistico-territo-

riali (ponti, rilevati stradali, impianti residenziali e industriali, coltivazioni intensive di pioppi) che si sono sovrapposte alla naturale morfologia dell'alveo e della fascia fluviale ad esso pertinente.

L'onda di piena caratterizzata da più fenomeni impulsivi si è propagata, nel tratto considerato, a partire dalle 21 circa fino alle 24 del 5 novembre. Molte fra le abitazioni e gli insediamenti industriali che sorgono sui terrazzi prospicienti il fiume Tanaro sono stati pesantemente coinvolti. I comuni di Clavesana e Farigliano hanno subito danni gravissimi, non solo dal punto di vista strutturale, ma anche in termini di perdite di vite umane (11 vittime). Oltre all'eccezionalità dell'evento, hanno contribuito all'amplificazione degli effetti della piena l'occupazione antropica delle arce all'interno dei meandri e l'inadeguatezza delle luci delle opere di attraversamento che hanno ostacolato il deflusso del materiale fluitato. A volte, la completa occlusione delle luci dei ponti, affiancata alla presenza di lunghi e alti rilevati di accesso, ha causato la temporanea formazione di veri e propri sbarramenti che hanno dato vita, una volta sfondati, a forti ondate di piena.

Regione L'Isola

Tra le 22,30 e le 23,45 del sabato 5 novembre il ponte tra La Pieve e L'Isola, ormai trasformato in sbarramento dal materiale arboreo fluitato incastrato tra le pile, veniva sormontato dall'acqua che poco



Fig. 18. Comune di Bastia Mondovì. Le evidenti tracce lasciate dalla vegetazione fluitata con la piena del fiume Tanaro testimoniano il sormonto della infrastruttura avvenuto la sera del 5 novembre 1994.

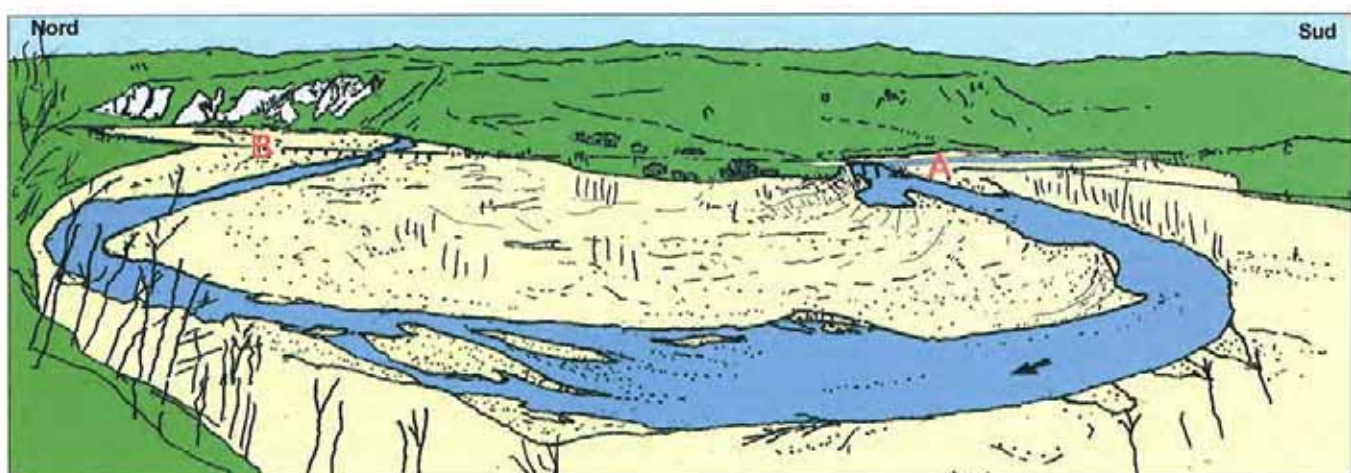


Fig. 19. Comune di Bastia Mondovì, località L'Isola. Nella tavola in alto è ritratto, in una vista complessiva da Ovest ripresa dopo l'evento alluvionale, il meandro di frazione Isola attraversato dalla strada provinciale di fondovalle. Entrambi i ponti, a monte e a valle del meandro, sono stati gravemente danneggiati, il primo per asportazione del manufatto stesso, il secondo per taglio completo del rilevato posto in sinistra.

Nella tavola pittorica è ridisegnata l'immagine precedente al fine di rendere visibile (campitura gialla) l'area coincidente con il campo di inondazione che ha interessato anche gli edifici della frazione con una larghezza complessiva massima di 750 metri, sono altresì indicati con lettere A e B i due ponti succitati.

dopo ne asportava la spalla sinistra determinando la caduta delle arcate.

Appena a valle del ponte l'acqua si era fatta strada scavando un ramo secondario all'interno del meandro. L'alveo, al passaggio della piena, si era rimodellato con l'erosione del terrazzo fluviale sia in destra sia in sinistra tanto da raddoppiare la propria larghezza; tutta l'area agricola tra il fiume e le abitazioni della frazione era stata devastata.

Le case della frazione L'Isola, poste circa cinque metri più in alto del letto del fiume, sono state allagate da 30 cm d'acqua, mentre un piccolo edificio a pochi metri dalla riva del Tanaro è stato distrutto.

Anche il ponte tra L'Isola e Bonde ha subito gravi danni: il fiume si è aperto un nuovo canale all'interno del meandro con direzione N-E dopo aver eroso il terrapieno di sinistra.

La strada di fondovalle è stata interrotta sui due lati di frazione L'Isola e il nome stesso dell'abitato risultava, purtroppo, consona alla nuova situazione (Figg. 19-20).

Da Bonde a L'Arcurata le acque di piena hanno occupato una larga fascia delimitata, in destra, dalle ripide pareti incise nel substrato arenaceo-marnoso e, in sinistra, dalle scarpate dei terrazzi alluvionali relitti.

Regione L'Arcurata

Gli abitanti di Regione L'Arcurata hanno indicato l'inizio degli allagamenti verso mezzogiorno del 5 novembre e il raggiungimento di un'altezza di 35 cm d'acqua nelle case verso le ore 13. I soccorsi non sono potuti arrivare dalla strada che porta alla stazione di Carrù in quanto l'esistenza di una depressione aveva determinato la presenza di livelli idrici superiori a 1,50 m; e si è così reso necessario portare in salvo gli abitanti attraverso i campi più a monte.

La massima altezza di piena è stata registrata intorno alle ore 23 di sabato sera con altezze d'acqua di 1,60 m.

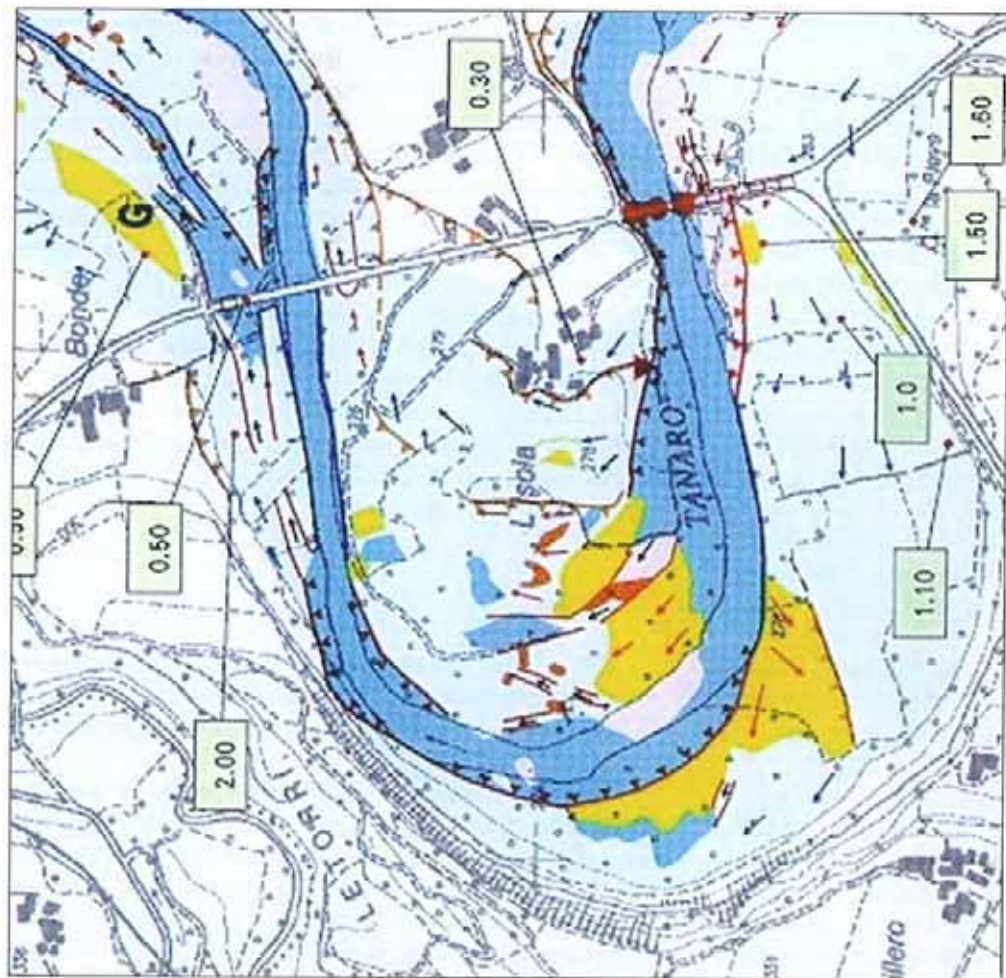
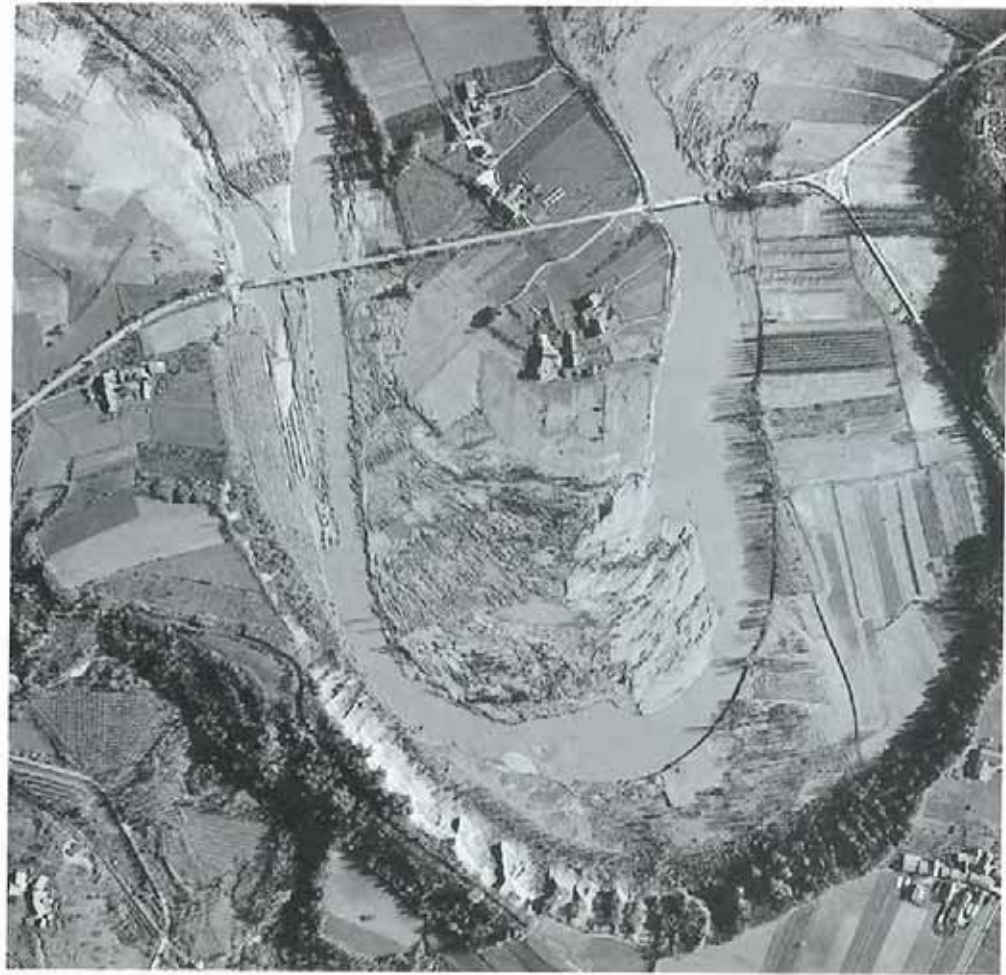


Fig. 20. Comune di Bastia Mondovì, località L'Isola. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'alveo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. n. 1-431 del 9-7-1998) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza (Regione Piemonte, 1995, Sez. 210110 Carrù, CTR 1-10.000). N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alle tavole "Carta del campo di inondazione del fiume Tanaro" della cartografia fuori testo.

Clavesana

Il comune di Clavesana è stato uno dei centri più gravemente colpiti nel tratto di fiume considerato. Infatti le acque di piena sono defluite tra L'Arcurata e Naviane con direzione SW-NE, ignorando completamente l'andamento meandriforme del fiume. Gli insediamenti abitativi, industriali e le infrastrutture costruite nell'area interna ai meandri, sono state così coinvolte pesantemente dall'onda di piena che si è propagato con tiranti idrici ed energia molto elevati.

A innescare questo processo è stata probabilmente la traversa di derivazione dell'ex Cotonificio di Clavesana, posta immediatamente a monte dell'abitato. Questa seppure con le paratoie alzate, intasata dalla grande quantità di materiale fluitato, ha sbarrato il deflusso delle acque che si sono aperte un varco nella sponda destra e hanno tagliato il meandro, scavando un canale largo cinquanta metri e lungo quattrocento. Due edifici sono stati risparmiati dai violenti processi erosivi innescatisi, ma tutta l'area a fianco del cotonificio, dove è anche situato l'asilo infantile, in quel momento fortunatamente vuoto, è stato allagato da più di 2 m d'acqua (Fig. 21).

Una parte dei deflussi è proseguita invece parallelamente all'alveo ed ha raggiunto il campo sportivo di Clavesana sommergendolo.

Il ponte di collegamento con la statale, in posizione rilevata rispetto all'area su cui sorgono le costruzioni dell'ex Cotonificio non è stato sormontato dalla piena. Alle 14.30 un'autovettura, appena superato l'attraversamento, veniva travolta dall'acqua che defluiva sulla piana alluvionale e spinta entro l'alveo del fiume.

Inutili i tentativi di soccorso portati ai due occupanti la vettura.

Le acque deviate dalla traversa di derivazione si sono riversate violentemente nella piana della frazione La Generala invadendo tutta l'area. Nella tarda serata di sabato in corrispondenza delle abitazioni l'acqua è defluita con un battente di 3,40 m. Due edifici sono stati completamente distrutti, altri gravemente danneggiati; molti tratti di strada asportati o coperti da detriti, una persona è morta non avendo voluto abbandonare la propria abitazione (Fig. 23).

Anche gli edifici che si trovano a ridosso della scarpata del terrazzo di Madonna della Neve, benché in posizione sopraelevata, sono stati allagati.

Le acque di piena proseguendo verso valle hanno tagliato i successivi due meandri prima della frazione Naviane coinvolgendo terreni adibiti prevalentemente all'attività agricola.

Naviane

Più a Nord presso Naviane il deflusso della piena è stato ostacolato dai rilevati ferroviario e stradale che hanno determinato un riflusso dell'inondazione verso monte.

Molte abitazioni nella parte bassa della frazione sono state allagate anche per apporto delle acque del fosso Garino che, non potendo defluire liberamente nel Tanaro, si sono innalzate fuoriuscendo dall'alveo. In corrispondenza delle pile del ponte della ferrovia si è misurata un'altezza d'acqua di 5 m.

Appena a valle del ponte ferroviario, in sponda sinistra, due edifici di recente costruzione e un nucleo rurale sono stati interessati dalla piena. Un residente racconta che verso le 14 del giorno 5 l'acqua aveva raggiunto un'altezza di circa 1 m e sembrava essersi



Fig. 21. Comune di Clavesana, località Gerino. Il canale di neoformazione che ha tagliato l'ansa di meandro alle spalle del nucleo abitato in una ripresa dalla traversa di derivazione.

Fig. 22. Comune di Clavesana: località Cotonificio. L'insediamento industriale e le abitazioni sorte all'interno del meandro sono state interessate dal passaggio di più di due metri d'acqua. La traversa di derivazione del canale a servizio dell'industria, sbarrata dai tronchi d'albero, ha causato la diversione delle acque in destra con l'abbattimento dell'argine e l'apertura di un nuovo canale. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. 210110 Carrù).



stabilizzata, ma nel pomeriggio il livello ricominciava a crescere rapidamente per raggiungere un massimo di 2,50 m verso le ore 22.

Più a Nord una grande quantità di detriti fluitati dalla piena hanno trovato una naturale zona di deposito in un'area di ristagno delle acque all'interno del meandro di c.na Moretto dove si è formato un enorme deposito di legnami e vari altri materiali. La piena è stata occupata dalle acque per una larghezza di 600 m.

Farigliano Valetti

In località Valetti il lembo di un'antica superficie terrazzata inserito in forma di penisola all'interno del meandro di Farigliano, è stato tagliato artificialmen-

te per far passare la sede viaria; scelta costruttiva dettata dall'esigenza di scorrimento veloce per quest'arteria.

Verso le ore 20 di sabato, per cause forse legate alla temporanea ostruzione del ponte posto immediatamente a monte, le acque di piena del Tanaro, salite repentinamente sul piano viabile, anziché proseguire verso valle, si sono immesse con violenza entro il taglio artificiale dirigendosi verso il bivio stradale di Farigliano (Fig. 24).

Le autovetture che stavano transitando in quel momento nella trincea lunga poco più di 150 m, sono state improvvisamente investite dall'acqua, le cui tracce sulle pareti laterali hanno mostrato altezze intorno a 1,80 m.

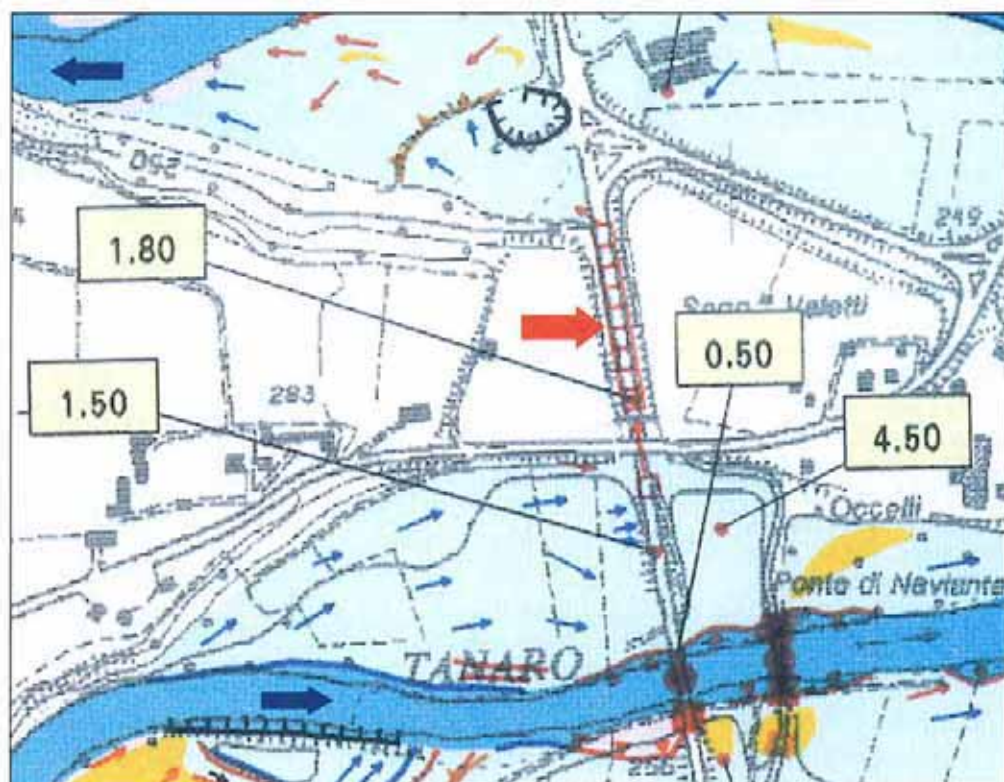
In modo drammatico tutti gli automobilisti, salvo uno, sono riusciti a lasciare gli automezzi e a met-



Fig. 23. Comune di Clavesana, località La Generala: sugli edifici del nucleo abitato, in parte distrutti dalla violenza della piena, è visibile il livello raggiunto dal pelo libero dell'acqua.



Fig. 24. Comune di Farigliano, località Segheria Valetti. Nella carta è evidenziata, con segno rosso, la trincea nella quale si sono incanalate le acque di piena. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. Piozzo).



tersi in salvo sulle scarpate laterali in attesa di soccorsi.

Gravi i danni al manufatto che ha subito la completa asportazione del manto bituminoso e del materasso di inerti fino alla messa a nudo del substrato marnoso (Figg. 25-26).

Il ponte nuovo è stato sormontato da 50 cm di acqua mentre quello di Naviente, più basso, è stato irrimediabilmente danneggiato.

Farigliano

A monte di Farigliano, il Tanaro scorre inciso in uno stretto meandro. Il passaggio della piena ha deter-

minato profonde modificazioni della piana fluviale con incisione di solchi e canali di erosione e deposito di accumuli di materiale sabbioso-ghiaioso.

Le abitazioni della frazione La Cantonata sono state risparmiate dalle correnti più veloci perché in posizione sopraelevata rispetto al fiume, ma ugualmente allagate. Dopo il passaggio della piena, si sono trovate sul ciglio di una nuova scarpata di erosione delle acque. Un edificio rurale che si trovava qualche decina di metri verso il fiume è stato invece completamente distrutto.

A Borgo Ponte, località del comune di Farigliano in sponda sinistra del fiume, un testimone racconta che verso le ore 19 di sabato era stato costretto a



Fig. 25. Comune di Farigliano, loc. Valetti. Fotografia aerea, da valle, della trincea artificiale a servizio della strada di fondovalle. Le acque di piena si sono incanalate entro il manufatto asportando completamente il rilevato stradale, convogliando alcune autovetture in transito e causando una vittima.



Fig. 26. Loc. Valetti. Particolare del tratto stradale di cui alla figura precedente (C.R.I. - Studio Levi).

lasciare la propria abitazione a causa dell'arrivo dell'acqua dai terreni retrostanti.

Il Tanaro, infatti, aveva incominciato a fuoriuscire appena a monte dell'abitato, seguendo la depressione di un antico alveo. Un'ora dopo l'acqua aveva raggiunto il livello di un metro nel cortile della casa, provenendo questa volta direttamente dal fiume che scorreva poco più in basso. Alle ore 23,30 era stato raggiunto il livello di massima piena con 2,70 m dal piano del cortile dell'abitazione.

Anche in questo caso i rilevati del ponte stradale e ferroviario hanno creato impedimento al deflusso della piena e causato un forte innalzamento dei livelli idrometrici.

Due edifici sono risultati gravemente danneggiati, altri allagati; il terrapieno della linea ferroviaria quasi completamente asportato per 100 m, il ponte stradale danneggiato e così pure quello ferroviario. In sponda destra le attrezzature di betonaggio e i capannoni di una ditta di trattamento di inerti sono stati gravemente danneggiati o distrutti. Poco più a valle, in sponda sinistra, hanno trovato la morte numerosi suini in un capannone adibito ad allevamento. Sui muri dell'edificio è stata misurata un'altezza d'acqua superiore ai due metri.

Oltre il ponte della statale, presso Porto di Piozzo, il Tanaro si piega in un altro meandro. La superficie dei terrazzi interni al meandro è stata utilizzata come area ricreativa e qui erano in attività un campo sportivo e un ristorante.

Il livello di massima piena misurato sulla tribuna semidistrutta dello stadio è risultato essere prossimo a 5 m, mentre il ristorante Navetto, gravemente danneggiato, è stato interessato dal passaggio di 4,00 m di acqua.

Su tutta la piana dove sorgeva il campo sportivo sono stati depositati materiali fini, mentre nelle aree circostanti si è verificata la ridistribuzione di materiale di varia pezzatura a seguito di forme di erosione a carico dei vecchi depositi alluvionali. La piena si è distribuita, essenzialmente in sponda destra, su una fascia che va da 250 a 500 m di larghezza (Fig. 27).

Di fronte all'area sportiva, in sponda sinistra del fiume, la centrale Edison, che si trova al piede di una pendice molto acclive a predominante litologia marnosa e strapiombante sul Tanaro, è stata anch'essa pesantemente coinvolta dalla piena fluviale.

L'addetto alla centrale ha riferito che il colmo della piena si è verificato fra le 22,45 e le 23 del sabato con livelli d'acqua, riferiti al piano del cortile dell'edificio, di 4,70 m (ca. 9-10 m sopra al livello di magra del 9-3-95). Alle ore 24 il livello del Tanaro era già calato di un metro.

Macagno

Il ponte Macagno, posto a confine tra i comuni di Farigliano e Piozzo, ha subito i primi processi di erosione al rilevato di accesso di sinistra poco prima delle ore 20; successivamente tutto il terrapieno è stato asportato. Quattro autovetture, che stavano percor-

rendo la strada di fondovalle sono cadute nel varco che si è venuto a creare. Sette sono risultate le vittime; l'unico sopravvissuto è stato ritrovato a poche centinaia di metri presso case Macagno dove la corrente l'aveva trasportato al di fuori del deflusso principale.

Poco più a valle, in sponda destra, l'erosione al piede di un tratto di scarpata su cui si trovava la linea ferroviaria, ha determinato l'asportazione di circa cinquanta metri di massicciata ferroviaria mentre, in sinistra, la piena si è allargata sugli ampi terrazzi fluviali per una larghezza di 400 m ma con energia minore rispetto alla fascia principale di deflusso.

Viajano

In destra idrografica presso Viajano Sottano un testimone racconta che l'acqua aveva incominciato ad allagare i campi in prossimità delle abitazioni intorno alle 16 di sabato. In seguito, la veloce propagazione di una seconda ondata di piena, aveva invaso le abitazioni della frazione come un vero e proprio fronte avanzante al di sopra delle acque già presenti dal pomeriggio.

L'altezza massima di 2,60 m è stata raggiunta verso le 23 dello stesso giorno. L'acqua ha sovrappassato la ferrovia per un lungo tratto, provocando la limitata asportazione della massicciata e giungendo a pochi metri da c.n.a Crota.

Anche la trincea scavata nel terrazzo, in detta località, per il passaggio della linea ferroviaria, è stata interessata dal flusso della piena con 0,50 m di acqua come risulta dalle tracce rinvenute sull'edificio prossimo alla ferrovia.



Fig. 27. Comune di Farigliano Località Molino. Immagine aerea dell'area sportiva comunale: del campo da calcio non rimane traccia, gli edifici di servizio sono quasi interamente distrutti. Sulle pareti chiare delle gradinate è visibile il livello raggiunto dal pelo libero dell'acqua prossimo ad un'altezza di circa 5 m.



Fig. 28. *Comune di Piozzo, località C. Vacchella. La campata metallica del ponte ferroviario appoggia sul greto dopo l'asportazione del rilevato in sinistra.*

In sponda sinistra, nella zona di Salmazzo, l'allarme è scattato alle 14,30: l'acqua aveva già raggiunto la strada di fondovalle che taglia trasversalmente una vecchia ansa del fiume e alle 16 era stata chiusa.

Più a Nord, nei pressi di Case Vacchella, l'alveo piega bruscamente verso NW e, in questo tratto, viene attraversato due volte dalla linea ferroviaria costruita su un potente rilevato appoggiato al terrazzo più basso antistante il fiume. Durante il deflusso della piena l'acqua ha aperto un varco tra le abitazioni e la linea ferroviaria demolendo gran parte del rilevato e provocando la distruzione della spalla di sinistra del ponte in ferro con il conseguente crollo di una campata (Fig. 28).

Nella zona prossima al fiume, adibita a coltivi, l'inondazione ha lasciato una distesa di fango e ciottoli portati alla luce dalla completa asportazione dei terreni e dei depositi superficiali.

Poco più a Nord il fondovalle si allarga. Qui si riconosce un'antica morfologia fluviale, costituita da un ampio meandro abbandonato, che è stato allagato per una sezione di ca. 600 m compresa tra due terrazzi.

Il ponte per Monchiero, e il relativo rilevato di accesso, hanno indubbiamente costituito uno sbarramento al deflusso provocando la veloce risalita dell'acqua nell'area suddetta.

C.na Sardegna è rimasta isolata già alle ore 17,30 e quasi contemporaneamente l'acqua rimontando il meandro relitto ha allagato, in 30 minuti, alcune abitazioni della frazione S. Bernocco (2,00 m d'acqua).

Alle ore 23 circa l'asportazione di 200 m del rilevato stradale ha permesso il deflusso delle acque che nel frattempo avevano anche invaso la parte di meandro retrostante il rilevato ferroviario grazie ad alcune aperture presenti nella massicciata. Ci sono volute più di 30 ore per il completo prosciugamento di tutta l'area (Fig. 29).

Il ponte del Molino di Monchiero ha avuto la spalla destra asportata. Tutta la sponda in sinistra, a valle dell'opera, è stata erosa e superata dall'acqua che, oltrepassando la strada statale, ha allagato alcune abi-

tazioni della frazione Moriglione raggiungendo l'altezza di un metro nelle case prossime alla scarpata del terrazzo.

In sponda destra tutta la piana è stata interessata da correnti veloci che hanno determinato profondi solchi di erosione, l'asportazione dei sedimenti che costituivano la sponda preesistente alla piena, l'abbattimento di vegetazione e il deposito di sedimenti sabbiosi a ricoprire quasi l'intera area compresa tra la strada per Monchiero e la confluenza del torrente Rea.

• TRATTO LEQUIO TANARO-COSTIGLIOLE

L'onda di piena che ha percorso la valle del Tanaro ha completamente impegnato tra Monchiero ed Alba, salvo locali aree piane sopraelevate poste indicativamente oltre i 6 metri sul livello ordinario di deflusso, tutto il territorio pianeggiante posto sui due lati del fiume.

Questo ha provocato il coinvolgimento di tutte le infrastrutture e degli edifici posti sui bassi terrazzi alluvionali a lato dell'alveo ma, soprattutto, ha comportato un pesante tributo in ragione di vite umane.

Anche in questo tratto si è riproposto, e con evidenza nei primi chilometri, il già accennato problema creato al tracciato stradale di recente costruzione corrente lungo il fondovalle con lunghi tratti di rilevato posti alternativamente sui due lati del fiume.

In particolare in località Costangaresca questo manufatto ha sofferto di ripetute interruzioni create a seguito di erosioni complete dei rilevati di accesso ai ponti e di episodi di sormonto.

È in uno di questi luoghi, immediatamente a Nord della frazione anzidetta, che è deceduto un uomo il quale, spintosi coraggiosamente sulla strada già allagata in soccorso di un automobilista, è stato travolto dall'acqua in esondazione e trasportato in una zona boscata allagata dove impossibili si sono rivelati i soccorsi a causa della violenza della piena.

Anche la linea ferroviaria, in questo tratto posta in sinistra dell'alveo, ha subito gravi danni a causa di erosioni del rilevato che, parimenti a quello stradale, ha funzionato da sbarramento condizionante il transito della piena; evidenti e ben delimitati depositi di materiali ghiaioso-sabbiosi posti su aree esterne all'alveo stanno a sottolineare, con la loro ubicazione, quanto sopra detto.

L'osservazione delle altezze degli allagamenti permette di osservare dislivelli compresi tra 4 e 6 metri rispetto ad un livello normale di deflusso, le aree allagate hanno in questo tratto ampiezze nell'intorno dei 600 metri o sull'uno o sull'altro lato del Tanaro.

Immediatamente ad Est di Cherasco, città posta in posizione sopraelevata rispetto al corso d'acqua, il fiume Tanaro riceve da sinistra le acque del fiume Stura di Demonte a cui è dato il compito di drenare tutti i bacini delle Alpi Marittime.

Fortunatamente il quadro meteorologico dell'evento alluvionale qui descritto non ha coinvolto la catena alpina nel tratto Marittime-Graie; questo signi-

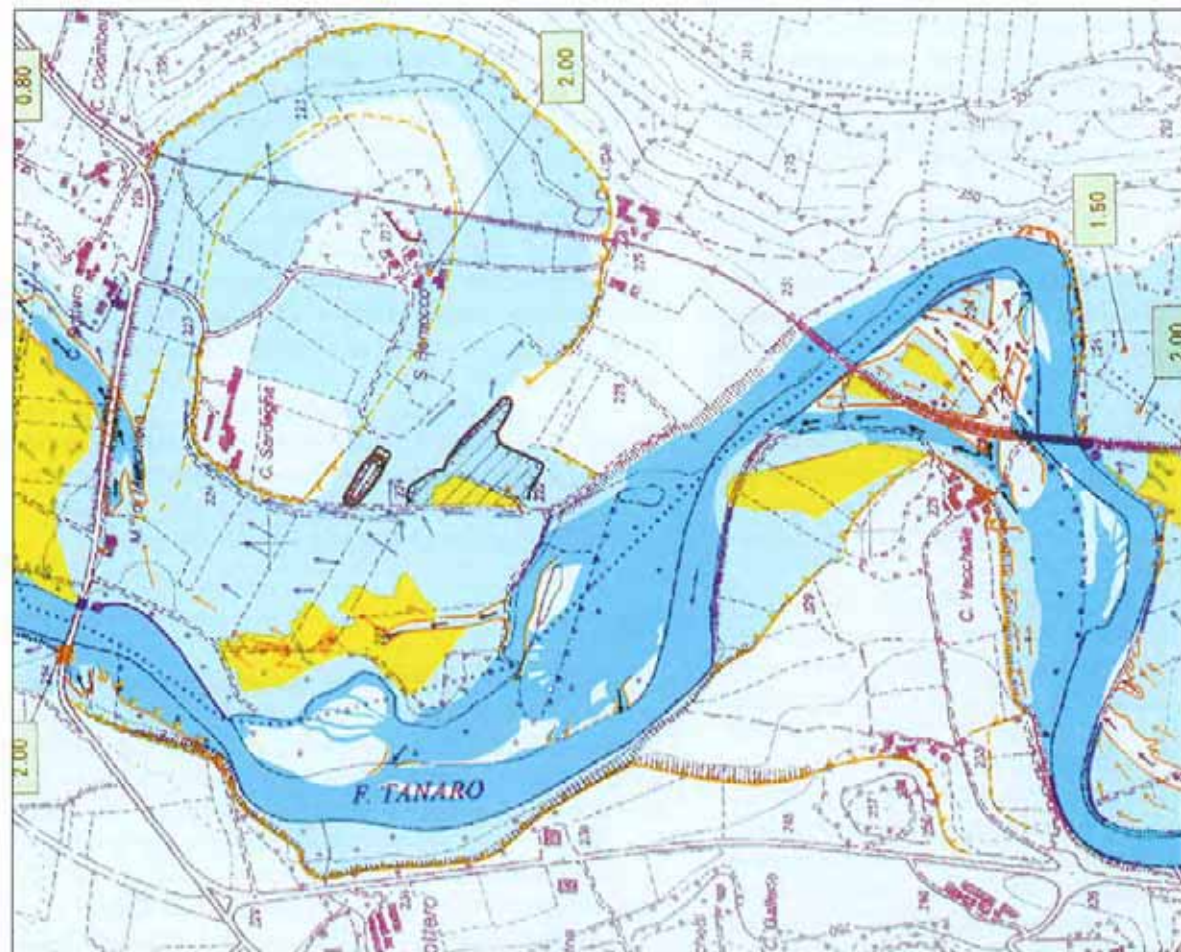


Fig. 29. Comune di Monchiero, Località S. Bernocco. Proposta comparativa tra una immagine estratta dalla ripresa aerea effettuata lungo l'alveo del fiume Tanaro nei giorni immediatamente seguenti l'evento (Conc. S.M.A. n. 1431 del 9-7-1998) e uno stralcio della cartografia geomorfologica redatta in conseguenza. (Regione Piemonte, 1995. Sez. 210030 Narzole, CTR 1:10.000).

N.B. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo.

fica che il fiume Stura non ha comportato apprezzabili aumenti nella portata complessiva del corso principale altrimenti, stante l'ampia superficie idrografica del primo, gli effetti legati alla piena del Tanaro sarebbero stati a valle di questo punto non solo gravissimi ma catastrofici.

Comunque le acque del fiume Stura hanno trovato impedimento al loro smaltimento nel punto di confluenza tanto che, forzatamente costrette sul lato sinistro del corso principale ricevente hanno concorso, con questo, ad allagare l'ampia parte della Tenuta Reale di Pollenzo posta sotto la superficie terrazzata di quota 204 m slm.

Curiosamente l'onda di piena ha, qui e in questo modo, provocato alcune rotte arginali non tanto per spinta dal fiume verso l'esterno ma in senso contrario per acqua in aggiramento delle opere di difesa e "rientro" verso l'alveo.

Sulla sponda opposta, in località Molino di Verduno, ben 350 metri della strada provinciale collegante Bra con le colline della Langa, e relativo rilevato sono stati completamente asportati dalle acque di piena in parte direttamente indirizzate, esternamente all'alveo, sul manufatto (Fig. 30).

A partire dalla confluenza sopradescritta comunque le zone esterne all'alveo coinvolte dal passaggio della piena fluviale sono aumentate di ampiezza arrivando, complessivamente sui due lati, ad oltre 1 chilometro con altezze d'acqua comprese tra 0,50 m, loc. Carnevale, a oltre 4 m in vicinanza del fiume.

All'altezza dell'abitato di Roddi confluisce il torrente Talloria, affluente laterale nel fiume Tanaro da Sud, che drena un'area collinare con una superficie dell'ordine di 100 km².

L'osservazione della cartografia del processo di inondazione mostra come il contributo di questa val-

le laterale sia stato cospicuo, nel tratto terminale del corso d'acqua le altezze dell'allagamento non sorpassano il metro ma il campo allagato si spinge, a valle dell'abitato di Gallo d'Alba, a coprire l'intero piatto fondo della valle Talloria; sono stati, in tal modo, coinvolti tutti gli edifici ivi esistenti e legati perlopiù all'attività produttiva enologica.

Lungo l'alveo del fiume Tanaro, dalla confluenza con lo Stura in poi, si incontrano sempre più frequentemente aree, prossime all'alveo, che sono state sede di attività di cava per l'estrazione di inerti di origine alluvionale.

Queste morfologie, di origine antropica, sono state anch'esse coinvolte dalle acque ed essendo in genere prossime al canale di deflusso hanno sovente condizionato l'onda di piena in quella che può essere definita la "fascia di transito ad alta energia".

Alba

Nel tratto fluviale posto immediatamente a monte della città di Alba un ruolo condizionante, nell'allagamento di vaste aree poste in riva destra a Sud-Ovest dell'abitato, tra questo e Roddi, è stato svolto dal rilevato stradale di recente costruzione che collega Alba e l'area del torrente Talloria e svolge più in grande funzione di collegamento tra l'autostrada Torino-Alessandria e le zone collinari di Barolo.

Questo tratto di viabilità corre a fianco del canale del fiume Tanaro ed il suo tratto iniziale intercetta il torrente Talloria che lo sottopassa con un manufatto di contenute dimensioni.

L'insufficienza della luce di questo attraversamento, impedendo alle acque di esondazione del torrente di progredire direttamente verso il Tanaro, le ha obbligate a scorrere a Sud del rilevato che ha quindi assunto una funzione di sbarramento e di canalizzazione della piena torrentizia verso l'area industriale periferica alla città di Alba.

Giustamente nella carta che rileva il campo di inondazione del fiume Tanaro, a seguito della piena del novembre 1994, l'area edificata coinvolta dall'allagamento ha simbologia che la identifica come "Area inondata anche, o solamente, per apporto della rete idrografica minore e/o canali irrigui".

Risulta evidente come il centro storico di Alba, rilevato di alcuni metri rispetto al piano di campagna circostante, sia stato risparmiato dagli effetti della piena fluvio-torrentizia; non altrettanto fortunate sono state le zone industriali dell'industria dolciaria ed i nuovi nuclei abitati cresciuti negli ultimi decenni ad Ovest della città invasi da altezze d'acqua comprese tra 1,50 e 2 metri.

Condizioni molto simili a quanto verificatosi a monte della città si sono riproposte in sponda sinistra tra Alba e Barbaresco.

Anche in questo caso si ha presenza di opere antropiche longitudinali che possono aver svolto un ruolo condizionante sulle acque di esondazione.

Il tratto di arteria a scorrimento veloce, di cui ai paragrafi precedenti, ha in qualche modo separato le



Fig. 30. Comune di La Morra, località Molino di Verduno. Nell'immagine ripresa da elicottero è evidente la completa asportazione del rilevato e della strada congiungente Bra con la zona delle Langhe. Le acque provenienti dalla destra hanno completamente asportato più di 400 metri del manufatto.

acque derivanti dalla rete idrografica minore qui rappresentata dal torrente Riddone, o semplicemente dal ruscellamento diffuso della collina posta a nord di Alba, e le acque di allagamento del fiume Tanaro.

La zona più gravemente colpita è risultata quella a cavallo della linea ferroviaria Bra-Alba a Nord della città: qui si sono registrate altezze di acqua comprese, a seconda della distanza dal fiume, tra 3,60 e 0,5 metri, il che ha comportato la sommersione della ferrovia, di tutta la rete viaria e dei piani terra degli edifici.

Molto pesante il tributo in termini di vite umane perse a causa della piena: complessivamente ad Alba sono decedute per annegamento 8 persone.

Alcune di queste sono state sorprese nel tentativo di abbandonare le proprie abitazioni o all'interno di esse (località Gamba di Bosco, Istituto Ottolenghi e Corso Cillario), altre in punti non esattamente ubicabili perchè sommerse e trasportate lungo il corso del fiume dopo essere state coinvolte con le autovetture nei pressi del ponte sospeso sul Tanaro.

In quest'ultimo caso si ha anche la registrazione

dell'ora di inizio del drammatico fatto desumibile da una chiamata telefonica di soccorso fatta da una delle persone già bloccata dalle acque verso le ore 23,45 del sabato 5 novembre, ma alcune vittime possono essere riferite, da testimonianze, già alle ore 22.

In località Vaccheria il campo di inondazione dovuto in parte ad acque di derivazione non fluviale si è configurato in modo discontinuo su altezze raramente superiori a 0,50 metri sottolineando però, con la sua disposizione, le direzioni di deflusso degli antichi meandri del Tanaro.

Alcune di queste morfologie relitte coinvolte dalla piena fluviale, laddove attraversate ortogonalmente da infrastrutture viarie, sono state concausa dei danni arrecati a questi manufatti.

Ne è esempio, in quest'area, la sommersione e, a volte, l'asportazione completa del rilevato della strada provinciale che collega, da sinistra verso destra attraverso il fiume Tanaro, la S.S. 231 all'abitato di Neive nei tratti coincidenti con depressioni del piano campagna legate alla presenza di antichi canali colmati.

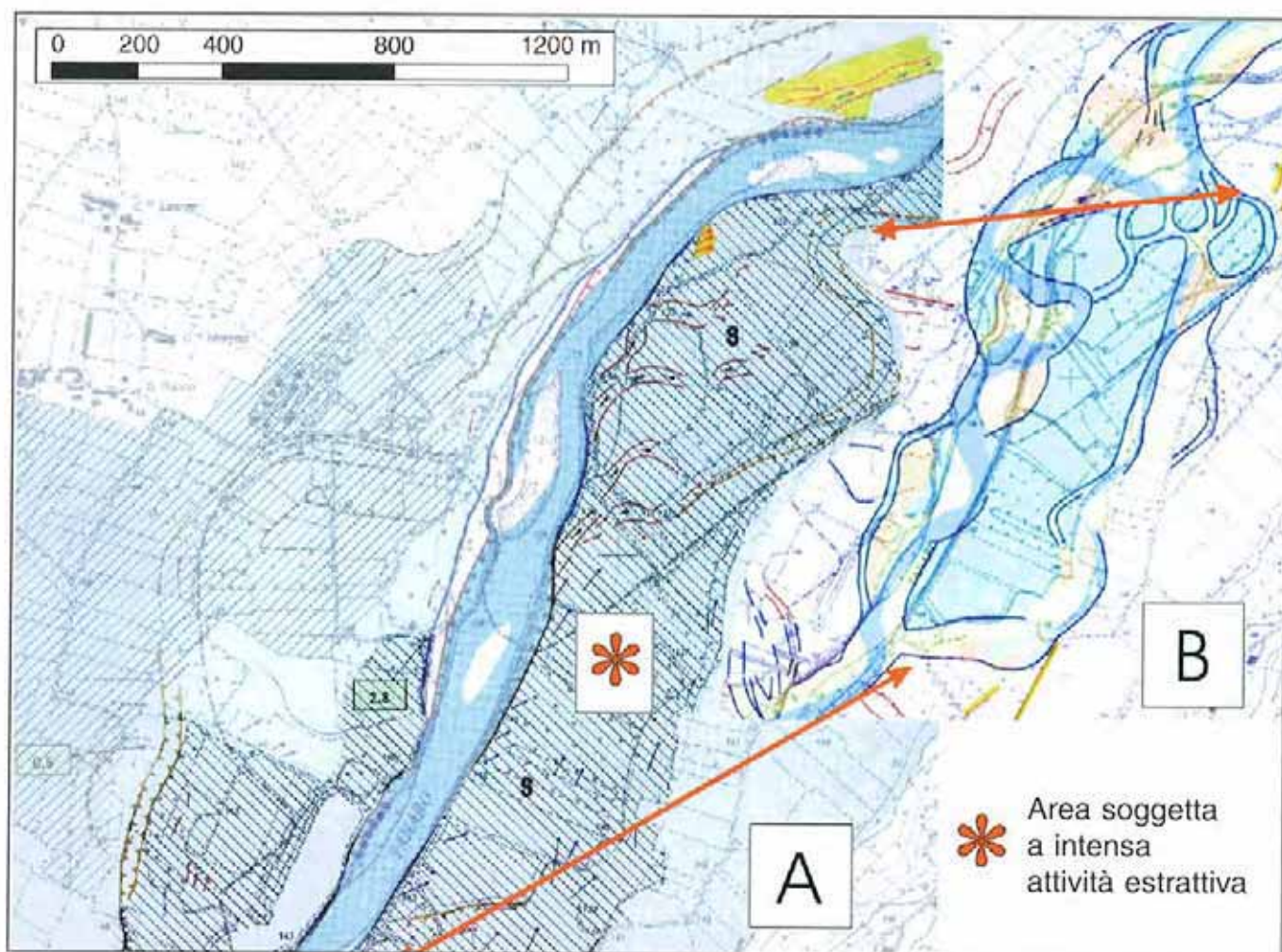


Fig. 31. Comune di Govone (Cn). La figura mostra il campo di inondazione in prossimità della località Canove (A), associato alla piena del novembre 1994 (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo), confrontata con l'ampiezza dell'aveo pluricursale ancora attivo nel 1954 (B) (Forlati Raffone, 1997). In tratteggio obliquo su celeste scuro è indicata un'ampia zona soggetta ad attività estrattiva che occupa l'aveo pluricursale ancora attivo nel 1954.

• TRATTO COSTIGLIOLE - CERRO TANARO

Settore Canove - Confluenza Borbore

Caratteristica di questo tratto, come già ricordato, è la massiccia presenza di arce soggette ad attività estrattiva, posizionate soprattutto in quelle zone in cui era ancora attivo, negli anni '50, l'alveotipo pluricursale (Fig. 31).

Nel settore compreso tra la località Canove, in sinistra idrografica (comune di Govone, Cn), e la località Motta, in destra idrografica (comune di Costigliole d'Asti), le aree insediative si sviluppano soprattutto nelle zone prossime ai fianchi vallivi, ove non sono state riconosciute forme fluviali attive almeno a partire dal 1880. Durante l'evento le inondazioni hanno interessato un'ampia fascia del fondovalle scarsamente urbanizzata (fatta eccezione per alcuni impianti di estrazione di materiali ghiaiosi). Il centro abitato di Canove è stato interessato da allagamenti caratterizzati da modesti battenti d'acqua, principalmente imputabili al mancato smaltimento da parte della rete idrografica laterale minore (fossi, canali, rii) delle acque provenienti dai rilievi collinari.

I deflussi generati da tali apporti collaterali, incrementati dal contributo del fiume e propagatisi sulla piana valliva parallelamente al corso d'acqua verso Nord-Est, hanno provocato l'allagamento, approssimativamente alle ore 1.00 di domenica 6, di alcune cascine poste in prossimità della località "Orti di Cotella", con altezze sul p.c. di circa 50 cm.

Immediatamente a monte del centro abitato di Motta il corso d'acqua descrive un'ansa sinuosa che lambisce, in corrispondenza della località "cascina Bisa", il fianco orografico destro.

Le arginature, realizzate da tempo a difesa dell'unica abitazione presente, lungo il tratto concavo dell'ansa e con sviluppo trasversale ad antiche forme fluviali, sono state sfondate in più punti dalla violenza delle correnti che hanno modellato due profondi canali di erosione aventi andamento rettilineo.

Anche la statale 231, che attraversa perpendicolarmente il fondovalle, ha condizionato pesantemente i deflussi delle acque esondate. Queste, dapprima si sono accumulate a tergo del rilevato stradale e, successivamente, lo hanno sfondato in due punti. Le rotture si sono verificate, in sponda sinistra, in corrispondenza dell'attraversamento di una roggia che scorre entro un'antica morfologia fluviale (Fig. 32) e, in sponda destra, in corrispondenza di un sottopasso che taglia una forma relitta attiva nel 1880 (Fig. 33).

In corrispondenza della località Motta l'urbanizzazione coinvolge anche settori prossimi al fiume. Tali arce sono state inondate con altezze anche superiori al metro: è questo il caso della zona più depressa, posta in destra idrografica, compresa tra la statale 231 e la provinciale Motta-Castagnole, dove il livello delle acque ha raggiunto in più punti valori prossimi, e talora superiori, ai due metri, a partire dalle ore 1.30 di domenica 6 novembre. Parte del nucleo abitato di Motta, ubicato a ridosso del fianco vallivo destro, è

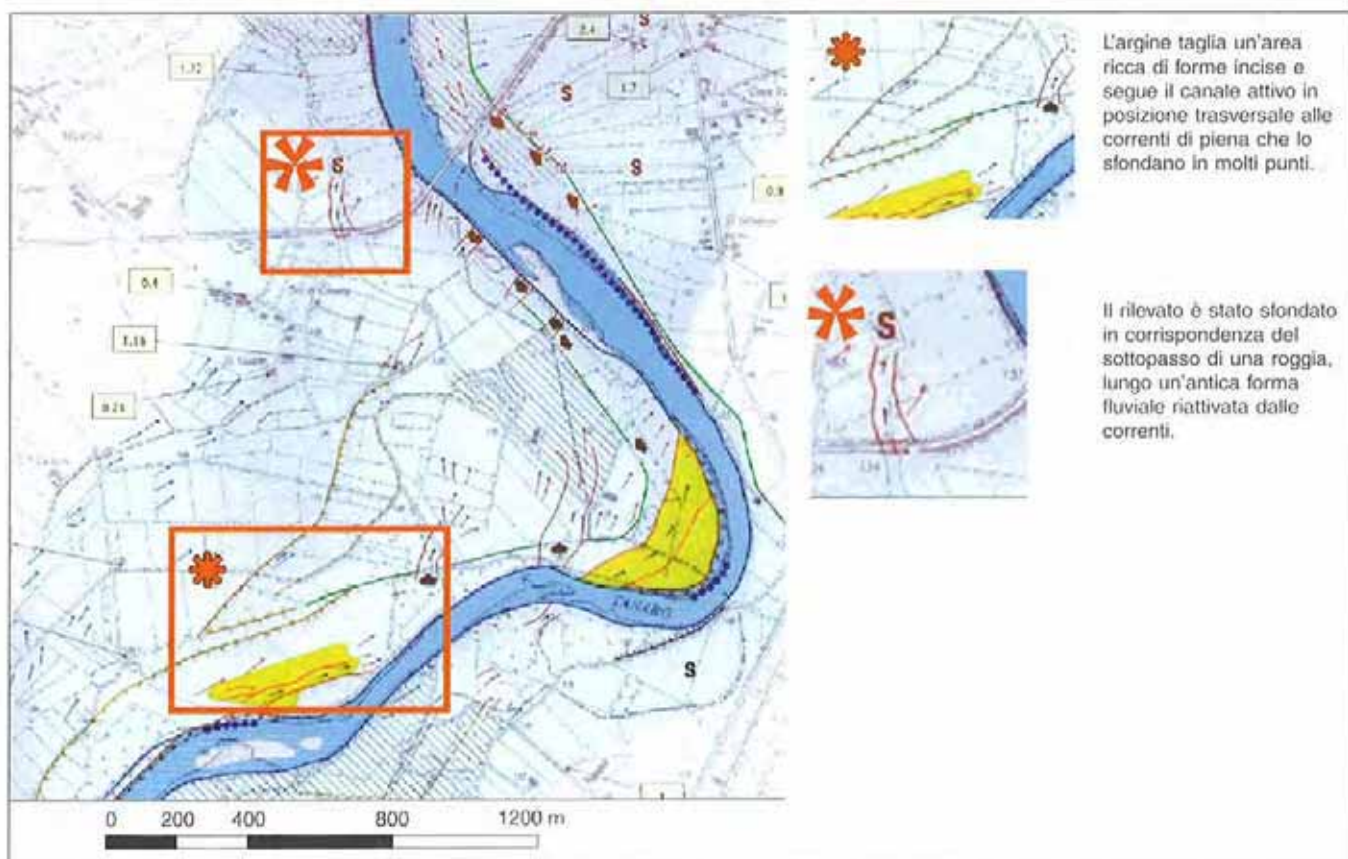


Fig. 32. Comuni Govone e di Costigliole d'Asti. Campo di inondazione e ricostruzione della dinamica dei deflussi nel tratto della grande ansa presente a monte di località Motta. (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo).

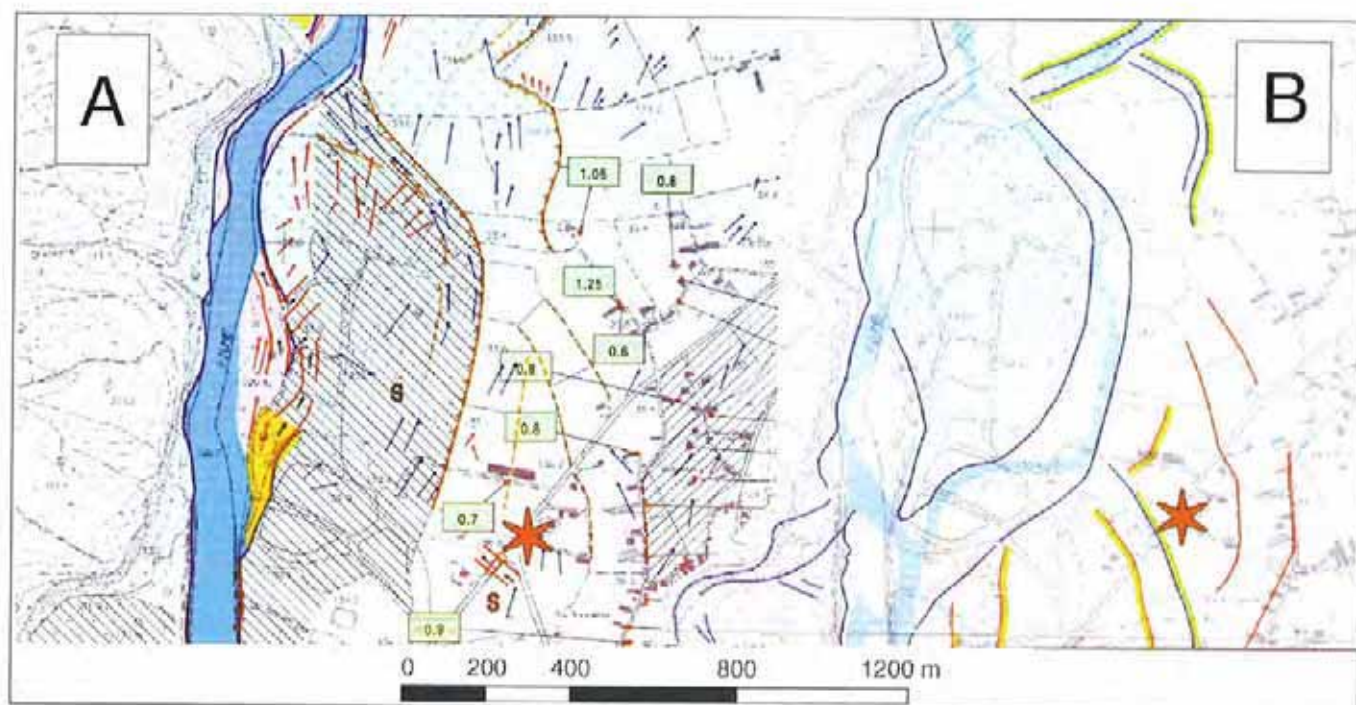


Fig. 33. Comune di Costigliole d'Asti, località Motta. Confronto tra le aree inondate (carta A) (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo), nel tratto a valle della S.S. 231 e lo sviluppo dell'alveo pluricursale ancora attivo negli anni '50 (stralcio B, Forlati, Raffone, 1997). Sullo stralcio cartografico posto a destra sono riportate anche le forme fluviali abbandonate, appartenenti ad alvei modellati precedentemente agli anni '50 (linea blu a dentini, forme incise linea rossa a dentini, forme non incise). Si osservi, indicato dalla stella rossa, su entrambi gli stralci il tratto di rilevato asportato (A) collocato in corrispondenza di una forma antica, parzialmente incisa negli anni '50, ma attiva nel 1880 (B). Anche in questa zona l'area occupata dall'alveo attivo negli anni '50 risulta pesantemente soggetta ad attività estrattive.

stato inondato per il contributo quasi simultaneo del corso d'acqua principale e del locale Canale dei Molini, verso le ore 1.30-2.00 del medesimo giorno.

Nel settore compreso tra la località Motta e Molini d'Isola (frazione di Isola d'Asti) è stata inondata un'ampia sezione di fondovalle, approssimativamente compresa tra la linea ferroviaria Casale-Cuneo (in destra) ed il fianco vallivo (in sinistra). La fascia marginale destra della piana valliva risulta urbanizzata, comprendendo frazioni e cascine isolate che nel corso della piena, verso le ore 2.00-2.30 di domenica 6, sono state allagate mediamente da battenti d'acqua di circa un metro (cascina Bori, Chiabotti, Tenuta Motta, cascina Fiera, cascina Chiappa, cascina Gavesio, cascina Cantalupo, ecc.).

La dinamica dei deflussi è stata condizionata, per le località prossime al corso d'acqua, dalle rotture arginali verificatesi, e per quelle poste a maggiore distanza, dall'interferenza delle infrastrutture viarie con la morfologia fluviale relitta (significativo è il caso di cascina Cantalupo).

L'urbanizzazione del tratto compreso tra Molini d'Isola e gli insediamenti periferici di Asti è principalmente sviluppata, in destra idrografica, nella ristretta fascia delimitata approssimativamente dalla statale 456 ed il fianco vallivo, mentre il rimanente settore del fondovalle è quasi interamente vocato all'attività estrattiva di inerti.

L'allagamento verificatosi in località Molini è imputabile alla presenza di un sottopasso della statale 456

che ha convogliato le acque defluite da una forma fluviale relitta, esterna allo stretto meandro del Tanaro, verso il centro abitato. Le altezze delle acque sul piano campagna hanno raggiunto altezze variabili da 0,5 a 1,5 metri e gli allagamenti si sono verificati verso le ore 3.30 ca. di domenica 6.

Lo sviluppo a livello del piano campagna della sede viaria della statale 456 e della linea ferroviaria Casale-Cuneo, nel tratto a valle della località prima citata, ha favorito il deflusso delle acque fino al fianco vallivo, determinando allagamenti degli insediamenti per altezze prossime al metro circa. Sul piano campagna, gli allagamenti hanno raggiunto la massima altezza verso le ore 4.00-4.30 del giorno 6. Altezze superiori al metro (m 1,5 circa), associate ad acque provenienti da una rottura arginale, si sono rilevate presso la cascina Bocchino, ubicata in sponda destra, 2 chilometri a Nord di Molini d'Isola.

Gli insediamenti ubicati in sinistra idrografica e rappresentati da edifici isolati limitrofi a cascina Pila, sono stati allagati da battenti prossimi e talora superiori a 2 m, derivanti da deflussi originatisi a seguito della tracimazione della sponda sinistra avvenuta presso la cascina Appiani.

Per tutto il tratto analizzato si è riscontrata una comune tendenza dell'alveo a rettificare i segmenti sinuosi ed i meandri irregolari, ed a riattivare antiche forme relitte a scapito delle arginature e delle opere di difesa spondali, riguadagnando all'ambito fluviale ampi settori delle aree adibite ad attività estrattiva in

prossimità del corso d'acqua. Dopo l'evento erano infatti visibili, a margine dell'alveo in corrispondenza delle anse fluviali, numerosi canali di neoformazione e solchi d'erosione.

La città di Asti

La città, che si sviluppa a settentrione della confluenza del Borbore nel Tanaro, era costituita, fino alla metà del secolo scorso, da un antico nucleo deli-

mitato approssimativamente, verso Ovest dall'attuale Corso Don Minzoni, e da Via Brofferio, Corso Ferrari e Via Lamarmora, verso Sud. Compreso tra il centro storico e la linea ferroviaria Torino-Alessandria, si trovava il Campo del Palio, attualmente inglobato nel tessuto urbano. Le espansioni urbanistiche succedutesi nel corso degli anni hanno determinato una progressiva occupazione di aree fortemente soggette all'attività dei due corsi d'acqua. Tra gli ultimi decenni del secolo scorso ed il primo ventennio del '900

Data	Località	Fiume	Danni					Effetti	
			Ed.	St.	Po.	Op.	Vt.	Er.	In.
13-06-1812	S. Marzanotto pressi	Tanaro							
-11-1839	Asti	Tanaro							
27-05-1879	Asti	Borbore							
28-05-1879	S. Marzanotto pressi	Tanaro							
30-03-1892	Asti	Tanaro							
30-03-1892	Territorio	Tanaro							
23-05-1893	Asti	Tanaro							
23-05-1893	Territorio	Tanaro							
14-03-1895	Asti	Borbore							
12-05-1895	Territorio	Tanaro							
02-10-1897	Territorio	Borbore							
07-07-1905	Revignano	Borbore							
07-07-1905	Territorio	Tanaro							
30-10-1914	Trincere	Tanaro							
20-01-1920	Molino della Cauda	Versa							
16-05-1926	Borgo Tanaro	Tanaro							
09-07-1932	S. Marzanotto pressi	Tanaro							
13-06-1941	Asti	Tanaro							
01-06-1942	Asti	Tanaro							
20-07-1943	Asti	Valmanera							
04-09-1948	Asti	Borbore					15		
04-09-1948	Asti	Tanaro							
04-09-1948	Territorio	Triversa							
24-02-1951	Ponte Suero a sud	Versa							
22-08-1951	Staz. Portacomaro	non precis.							
09-11-1951	Pilone	Versa							
11-11-1951	Asti	Borbore							
11-11-1951	Trincere	Tanaro							
14-11-1951	Casa dei Coppi	Versa							
24-12-1960	Vagliero	Borbore							
24-12-1960	Territorio	Tanaro							
19-07-1961	Asti	Valmanera							
20-07-1963	Asti	np							
02-11-1968	Asti	Borbore							
02-11-1968	Asti	Tanaro							
02-11-1968	Territorio	Versa							
23-02-1972	Territorio	np							
03-01-1973	Staz. S. Damiano	Triversa							
20-02-1974	Revignano	Borbore							
20-02-1974	Variglie pressi	Tanaro							
01-06-1975	Caniglie	Versa							
-10-1976	Territorio	Tanaro							
13-07-1981	Quarto	Quarto							
06-11-1994	Quarto	Quarto							
06-11-1994	Asti	Tanaro							
06-11-1994	Trincere	Tanaro							
06-11-1994	Asti	Borbore							

LEGENDA

Strutture interessate

- Ed. edifici
- St. viabilità
- Po. attraversamenti
- Op. difese idrauliche
- Vt. vittime

Processi associati alle piene

- Er. erosione spondale
- In. inondazione

06-11-1994 evento grave

Fig. 34. Città di Asti. La tabella riporta informazioni riferite agli eventi alluvionali che hanno interessato la città di Asti negli ultimi due secoli, documentati negli archivi del Sistema Informativo Prevenzione Rischi. Le fonti da cui sono state tratte le informazioni sono di varia natura, pertanto la loro precisione complessiva è subordinata alla "qualità" delle fonti trattate.

(1880-1920), la città iniziò a svilupparsi nella zona meridionale, lungo la direttrice di Corso Savona. Nel periodo successivo alla Seconda Guerra Mondiale l'espansione urbanistica nell'area meridionale compresa tra la linea ferroviaria Torino-Alessandria ed il Tanaro divenne ancora più spinta e, nel 1954, fu necessario avviare la procedura del Piano Regolatore Generale, adottato solo nel 1974. Tra gli interventi più rilevanti del PRG si ricorda la realizzazione di due quartieri popolari in aree che erano state interessate dalle inondazioni provocate dalla piena del Borbore nel settembre 1948 (e che sono state nuovamente inondate durante l'evento del 1994).

Dalla serie storica degli eventi alluvionali pregressi (Fig. 34), si osserva che, in media ogni 25-30 anni, una piena ha coinvolto la zona compresa tra il torrente Borbore (ad Ovest) e la linea ferroviaria Torino-Alessandria (a Nord). Sempre dall'esame dei dati storici risulta che nel 1948 (settembre) e nel 1968 (novembre) si registrarono esondazioni associate soprattutto al torrente Borbore che interessarono settori cittadini più o meno vasti a settentrione della linea ferroviaria Torino-Alessandria (Piazza del Palio, Piazza Alfieri).

Nonostante questa impressionante ricorrenza di eventi di piena lo sviluppo urbanistico è proseguito inesorabile nelle aree colpite, come se i tragici effetti subiti venissero di volta in volta rimossi dal subconscio collettivo, attraverso una sorta di amnesia liberatoria.

Anche nel novembre del 1994 le inondazioni hanno interessato la medesima area già colpita nel 1948, come dimostrato da una cartografia riferita a quell'alluvione (Angius, 1948) (Fig. 35).

Il rilevato ferroviario della linea Casale-Cuneo ed il sottodimensionamento dei contigui ponti ferroviario e di Corso Savona hanno avuto un ruolo determinante nella propagazione dei deflussi durante la piena del novembre 1994. Il rilevato ferroviario, posto trasversalmente all'asse vallivo ha impedito il deflusso delle acque che avevano colmato, verso le 4.00-4.30 di domenica 6 novembre, quasi interamente la piana a monte di Asti, mentre i deflussi avvenivano liberamente solo attraverso la luce dei ponti, pari solamente ad 1/14 della sezione necessaria al loro smaltimento (e corrispondente all'ampiezza della piana immediatamente a monte).

Il conseguente innalzamento dei livelli idrici, esaltato anche dalla presenza del rilevato stradale di Corso Savona, provocava il sormonto e l'asportazione delle sedi viarie in più punti (Figg. 36-37).

I danni sono stati ingenti, molte abitazioni, investite da notevoli quantità d'acqua e sedimenti, sono state dichiarate inagibili a causa delle lesioni strutturali subite, l'energia dell'acqua ha esercitato notevoli sovrappressioni danneggiando solette e determinando cedimenti differenziali delle opere di fondazione.

La falda acquifera ha subito un notevole innalzamento determinando, per alcuni giorni, gravi pro-

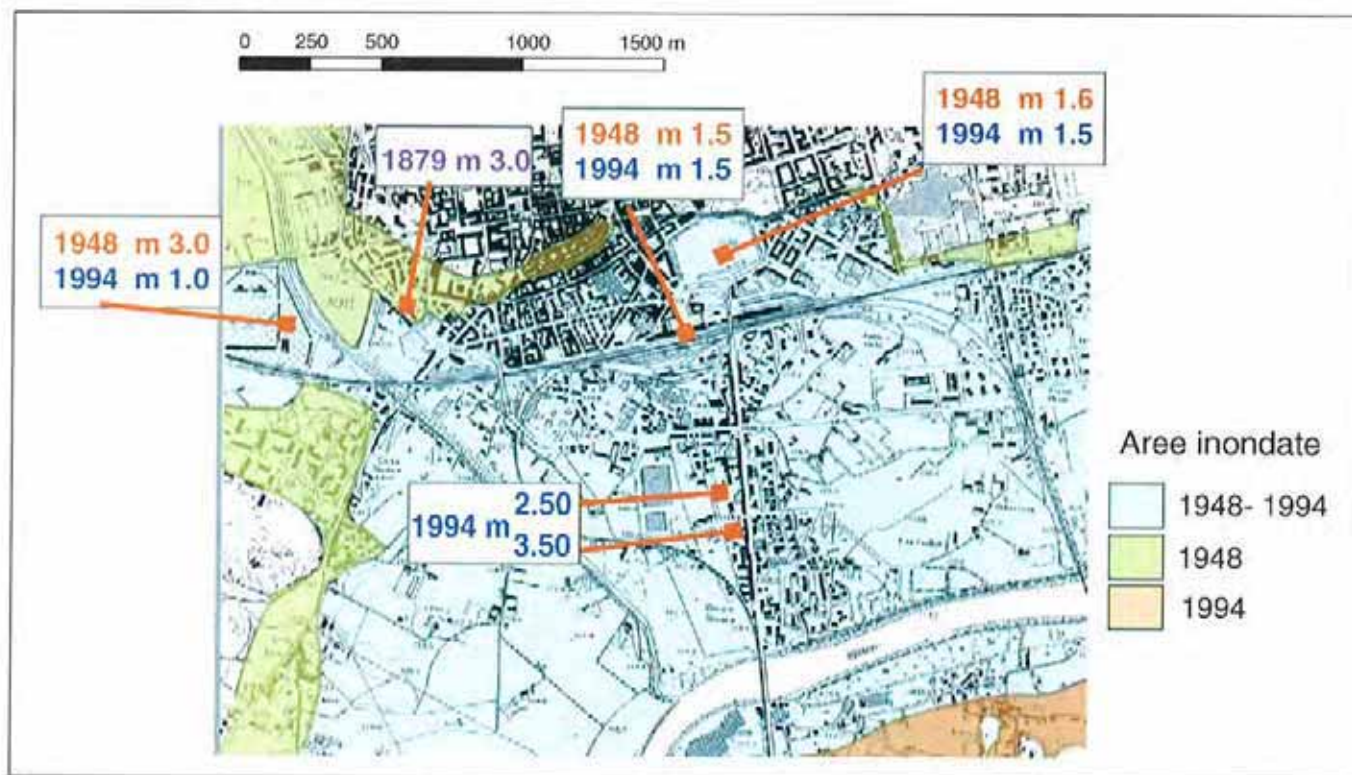


Fig. 35. Città di Asti. Confronto tra le aree inondate durante gli eventi alluvionali del settembre 1948 (Angius, 1949) e del novembre 1994 e relative altezze delle aree inondate durante i due eventi. Le altezze inerenti l'evento del settembre 1948 sono ricavate da fonti storiche, mentre quelle connesse all'evento del 1994 sono state misurate in base alle tracce osservate su fabbricati. Viene anche riportata l'altezza delle acque di inondazione associate ad un evento di piena del Borbore del 1879 (da dati storici). Si osservi come anche in quell'occasione le acque raggiunsero i medesimi livelli riferiti alla piena del 1948, a testimonianza dell'estrema vulnerabilità della città di Asti alle piene sia del Borbore sia del Tanaro.



Fig. 36. Città di Asti. Corso Savona durante la fase di riflusso della piena. Si osservi l'ampio tratto di strada asportato e le automobili trascinate e accatastate dalle acque (foto La Nuova Provincia, 9-11-1994).

blemi a scantinati e seminterrati. Si è proceduto cautamente all'esecuzione di pompaggi una volta la settimana e sempre sotto lo stretto controllo dei tecnici del Comune. La risalita si è attestata nei giorni successivi all'evento a circa -3 m dal p.c. contro i -6 m precedenti all'evento.

In generale tutta la fascia compresa tra Corso Savona e il rilevato della statale 456, posta a Sud della linea ferroviaria Torino-Alessandria, è stata inondata da tiranti idrici talora superiori a 2 m. Il rilevato ferroviario della linea Asti-Nizza Monferrato (sponda sinistra) è stato sfondato, per un tratto di circa 150 m, in corrispondenza di un'antica morfologia fluviale incisa, la cui sponda sinistra, ad andamento curvilineo, si sviluppa a ridosso di cascina Castelli, Robezzano e di ciabot Mentit e si ricongiunge al Tanaro tra cascina Cecchina e cascina Abate.

Anche la stazione ferroviaria ha subito notevoli danni; le acque hanno invaso il Mercato Ortofrutticolo

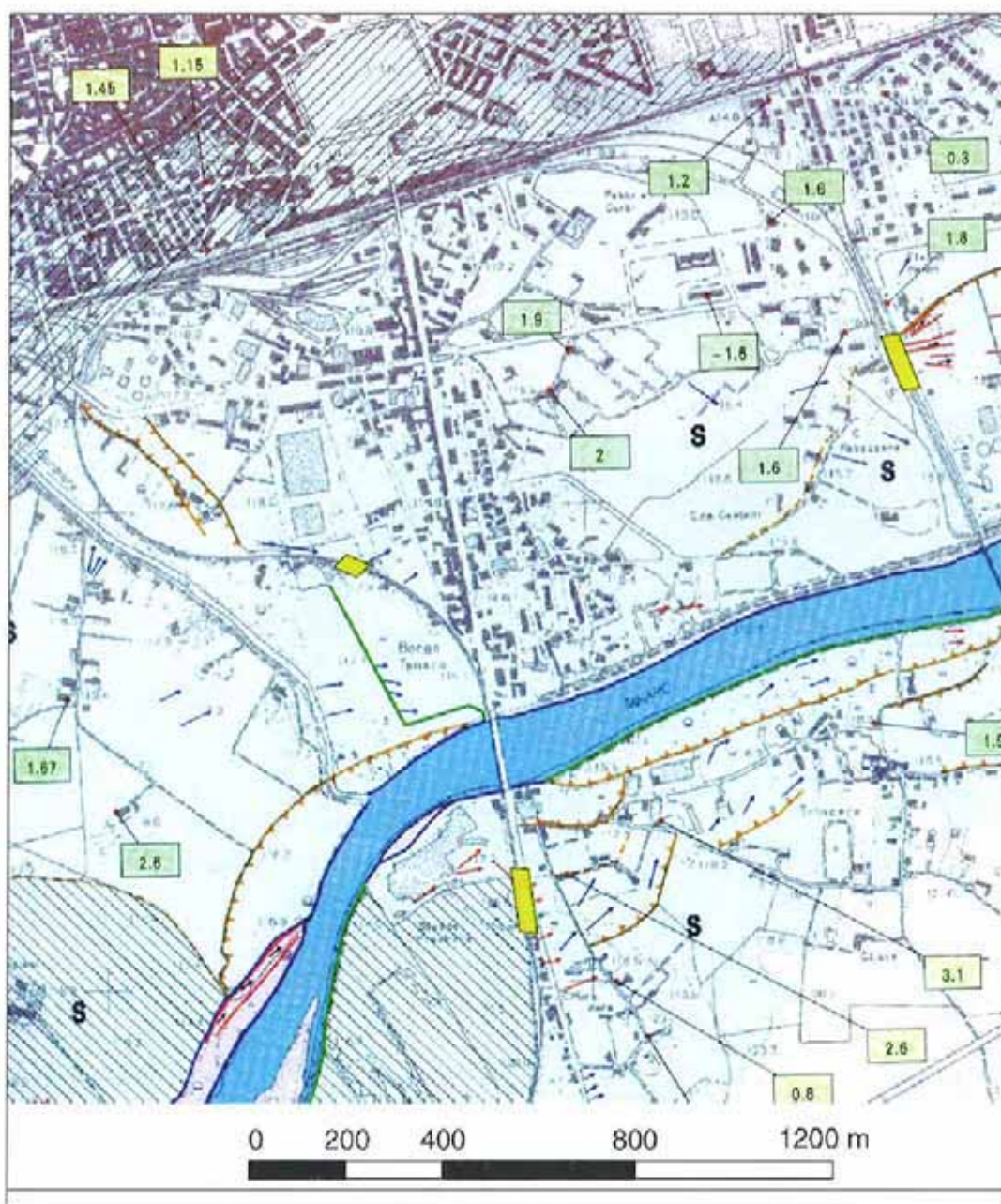


Fig. 37. Città di Asti. Carta del campo d'inondazione e della dinamica dei deflussi. I segmenti di colore giallo indicano tratti di rilevati asportati, posti generalmente in corrispondenza di antiche forme fluviali. (Regione Piemonte, 1995. Per quanto concerne la simbologia occorre fare riferimento alla Tavola 2 della cartografia fuori testo).

all'Ingresso ed è stato colpito anche il palazzo dei Vigili Urbani.

Gli allagamenti registrati nella zona a Nord del rilevato della linea ferroviaria Torino-Alessandria, con battenti prossimi e talvolta superiori al metro, sono stati causati anche dal contributo del torrente Borbore, non più in grado di smaltire le proprie portate (Figg. 38-39).

Lo stabilimento Saclà, ubicato a Sud-Ovest della città, è stato gravemente alluvionato, come si era già verificato nel 1948.

Interviste effettuate durante i sopralluoghi evidenziano come in molte aree gli allagamenti si siano verificati già a partire dalle prime ore del mattino di domenica 6 a causa del mancato smaltimento della rete fognaria ed al contributo dell'idrografia secondaria.

I fenomeni di alluvionamento nella città di Asti hanno avuto origine a partire dalla serata del 5-11-1994 quando attraverso la vecchia rete di canali irrigua la piena del torrente Borbore ha determinato fenomeni di rigurgito in sponda sinistra nella zona del Mercato Ortofrutticolo. Successivamente l'azione del torrente Borbore ha provocato, intorno alle ore 23-24 del giorno 5 novembre, la rottura dell'argine in sinistra lungo un tratto a monte del ponte della FF.SS. Torino-Genova. Tale rottura ha provocato allagamenti nelle vie cittadine limitrofe e durante la notte, a partire dalle ore 4.00, il fenomeno di piena del fiume Tanaro, che andava via via intensificandosi, ha provocato, tracimando in sponda sinistra a monte del ponte di corso Savona e ancora più a monte di cascina Appiano, il completo allagamento delle vie cittadine a partire dalla zona situata ai lati di corso Venezia.

L'inondazione del Tanaro, è quindi aumentata di intensità nella notte determinando danni ingenti anche alle strutture situate a notevole distanza dall'alveo del fiume. In particolare si ricorda l'abbattimento del muro di sostegno della massicciata ferroviaria lungo corso Gramsci e gli ingentissimi danni apportati alle strutture del Circolo D.L.F.

La dinamica delle acque fuoriuscite dal Tanaro è stata fortemente condizionata dalla presenza di rilevati, caseggiati e dalla disposizione delle vie. In particolare l'asse di corso Savona rilevato rispetto al piano campagna e con un continuo edificato posto trasversalmente all'andamento del fiume e al flusso delle acque tracimate, si è comportato come una struttura che ha condizionato il deflusso delle acque verso valle.

La dinamica dell'evento di piena è stata, inoltre, condizionata dalla presenza di una traversa a valle del ponte della Ferrovia Asti-Nizza Monferrato, che ha provocato un rallentamento dei deflussi a causa di una riduzione in questo tratto delle pendenze. Occorre fare rilevare che una ricostruzione avvenuta attraverso l'analisi della documentazione storica ha permesso di stabilire che il tratto d'alveo compreso tra i due ponti presentava in questo punto un andamento anastomizzato con un braccio che lambiva la zona di San Quirico. Successivamente al 1746 tale situazione è stata modificata ad opera dell'uomo ed oggi il corso presenta un regime monocursale con tratti più rettilinei.

Il sistema arginale esistente tra i ponti della linea ferroviaria Asti-Nizza Monferrato e della Statale 456 si è dimostrato inadeguato rispetto all'entità delle portate; si sono registrate infatti, nel corso dell'evento, danneggiamenti e asportazioni di alcuni tratti lungo entrambe le sponde. Sempre in Asti la strada statale Asti-Alba ha subito notevoli danni con asportazioni della massicciata stradale nel tratto compreso tra il ponte al confine della provincia e il bivio della S.P. per Castagnole Lanze.

L'area posta a Sud del fiume e sottesa tra Corso Savona, la statale 456 e la linea ferroviaria Asti-Nizza Monferrato è stata soggetta ad estesi allagamenti (corrispondenti a lame d'acqua spesso superiori ai due metri), coinvolgendo l'urbanizzato, approssimativamente, fino all'isoipsa 120 m.

Caratteristica comune di queste zone è stata la notevole quantità di materiali prevalentemente sab-



Fig. 38. Città di Asti. La foto (La Nuova Provincia 9-11-1994) mostra l'aspetto di Via Gutuari la mattina del 6 novembre.



Fig. 39. Città di Asti. La foto mostra l'aspetto di Via Cavour la mattina del 6 novembre (CNR/IRPI, 1995).

biosi, ed in subordine limosi, depositati dalla piena. Anche l'area industriale ad est di Asti gravitante attorno a Corso Alessandria (località Valterza) è risultata sede di inondazioni con battenti d'acqua prossimi al metro, imputabili, in parte, al contributo del Torrente Versa.

Poco fuori Asti la tangenziale Est è stata interrotta a causa della asportazione delle spalle del ponte sul Torrente Versa.

Settore Asti-Cerro Tanaro

La fascia di territorio delimitata dal viadotto della statale 456 ad Ovest, dal centro abitato di Castello d'Annone ad Est, dalla linea ferroviaria Torino-Alessandria a Nord e dal fianco vallivo destro a Sud, non è urbanizzata, fatta eccezione per alcune case rurali isolate, talora abbandonate, che verso le ore 6.00-7.00 di domenica 6 novembre sono state allagate da battenti d'acqua variabili mediamente dai 2,00 ai 3,50 m (Cascine Bessuzzo, Desideri, Vercellino, Margaria, Sardi, località Cascinella e Cascine Doglione e Gabetti) (Fig. 40).

Lungo questo tratto la distribuzione degli allagamenti è stata pesantemente condizionata dalla stretta posta in prossimità di Castello d'Annone, ove l'ampiezza della valle, che raggiunge il suo massimo in

corrispondenza della confluenza con il Torrente Versa (3.2 km), si riduce drasticamente sino a circa 0.6 km. L'intera piana a monte dell'abitato di Castello d'Annone è stata quasi completamente inondata svolgendo funzioni di naturale cassa di espansione (Fig. 41).

Caratteristica saliente del passaggio della piena lungo questo tratto è stata la mancanza di sostanziali modificazioni planimetriche dell'alveo (imputabile verosimilmente alla modesta pendenza del tronco considerato) ed il deposito di abbondanti quantità di sedimenti prevalentemente fini (Fig. 42).

L'abitato di Castello d'Annone è stato gravemente danneggiato dalla piena a partire dalle ore 7-7.30 di domenica 6 novembre. Le acque dapprima hanno completamente occupato il fondovalle compreso tra il Tanaro e il rilevato ferroviario della linea Torino-Alessandria e successivamente lo hanno sfondato per un lungo tratto. La rottura del rilevato ferroviario (Fig. 43) è avvenuta in corrispondenza di un'ansa di meandro del Tanaro, "tagliata" in occasione della costruzione della linea ferroviaria; in questo settore, un edificio posto in prossimità del rilevato ferroviario è stato sommerso fino al tetto. Secondo i proprietari l'altezza massima venne raggiunta verso le 8.00 di domenica. Un gruppo di case alla periferia occidentale del paese, comprese tra la linea ferroviaria ed i bassi rilievi che delimitano il fondovalle, è stato inondato con altezze superiori a m 2,5, mentre nel



Fig. 40. Comune di Castello d'Annone. Provinciale per Rocca d'Arazzo, in prossimità del ponte (sponda destra). Sul muro dell'edificio in secondo piano viene indicata (linea rossa) l'altezza delle acque di inondazione; a sinistra si osserva un basso caseggiato distrutto dalle acque (direzione di deflusso verso l'osservatore).

Fig. 41. La foto è stata scattata dal rilevato della linea ferroviaria a doppio binario Torino-Alessandria, tra Asti e Castello d'Annone. I triangoli indicano una ringhiera superata dalle acque. La freccia in secondo piano indica materiale vegetale fluitato dalla piena e depositato sull'albero, ad un'altezza prossima ai tre metri. Da interviste con i proprietari dei terreni agricoli posti tra il Tanaro e la linea ferroviaria è emerso come ricordassero altri allagamenti di tali aree, anche con deposito di materiali fini, ma non il sormonto della linea ferroviaria.





Fig. 42. Comune di Asti. Abbondanti depositi limosi (spessore di circa 70 centimetri) a valle della SS 456, nell'area compresa tra il terrazzo e la sponda destra a valle di località Carretti.

centro abitato le altezze idrometriche misurate sugli edifici si sono attestate in un intervallo di valori compresi tra un minimo di 1,5 m sino a valori prossimi ai 3 m (edificio comunale). Molti edifici ubicati a settentrione del tratto cittadino della statale 10 sono stati danneggiati in modo grave (Fig. 44). Il paese è stato interessato, inoltre, alcune ore prima dell'inondazione del Tanaro, da allagamenti, con moderati battenti d'acqua, imputabili al mancato smaltimento del rio Fontana Santa.

Il Tanaro tra gli abitati di Cerro Tanaro (sponda sinistra) e Rocchetta Tanaro (sponda destra) presenta un alveo ad andamento unicursale meandriforme, a meandri sufficientemente regolari, ampi e spazianti da un fianco vallivo all'altro. L'urbanizzazione del settore a valle di Castello d'Annone è concentrata essenzialmente nei due distinti nuclei insediativi di Rocchetta Tanaro e di Cerro Tanaro. Durante l'evento del novembre 1994 entrambi gli abitati sono stati inondati quasi completamente, con altezze delle acque anche superiori ai 2,00 m.

A Rocchetta Tanaro, interessata anche da fenomeni di rigurgito dalla rete fognaria sono rilevati danni a numerose abitazioni del centro abitato coinvolte quasi interamente dalla piena; 15 di queste sono state dichiarate inagibili. Il paese è rimasto isolato



Fig. 43. Comune di Castello d'Annone. Fiume Tanaro. Veduta in direzione del ponte della S.P. Castello d'Annone-Rocca d'Arazzo la mattina del 6-11-1994.

causa l'interruzione della viabilità di collegamento alla S.S. n. 10, in quanto il ponte della S.P. è risultato danneggiato lungo la spalla di sinistra.

Gli allagamenti sono stati registrati a partire dalle ore 7 di domenica e hanno raggiunto il culmine verso le 9.30. In media sono state rilevate altezze d'acqua variabili tra 1,00 e 2,00 m circa con valori medi di poco superiori al metro e mezzo e deposito di abbondanti sedimenti (Fig. 45).

Il rilevato d'accesso al ponte collegante Rocchetta a Cerro Tanaro, ubicato circa un chilometro a monte di Rocchetta, ha favorito il deflusso delle acque esondate verso una forma fluviale che interseca l'abitato, svolgendo un ruolo non trascurabile nella propagazione dei deflussi verso il settore marginale del paese prossimo al piede del fianco vallivo destro.

A valle di Rocchetta Tanaro, in sinistra, si è determinato l'intero alluvionamento (con depositi sabbioso-limosi) della piana situata all'interno di un ampio meandro da tempo abbandonato.

A Cerro Tanaro gli allagamenti (0,50-2,80 m) si



Fig. 44. Edifici di Castello di Annone lungo la SS 10 pesantemente danneggiati.



Fig. 45. Rocchetta Tanaro dopo il ritiro delle acque (Calosso, Nosenzo, 1995).

sono verificati indicativamente nel medesimo intervallo temporale rilevato a Rocchetta Tanaro. Anche in questo caso la propagazione dei deflussi è stata condizionata sia dalla conformazione plano-altimetrica del territorio sul quale è ubicato il paese, sia dall'esistenza di una morfologia fluviale relitta che interferisce con l'abitato sviluppandosi a partire da Cascina Curiana a guisa di meandro. Gli allagamenti hanno interessato anche aree poste a settentrione del rilevato ferroviario della linea Torino-Alessandria, per deflusso attraverso un sottopasso posto alla periferia est del paese.

Evidenze morfologiche di correnti ad elevata energia risultavano visibili nelle fotografie aeree (scattate alcuni giorni dopo l'evento) in corrispondenza della sponda sinistra a valle del ponte sul Tanaro prossimo a Cascina Curiana, a valle del rilevato d'accesso al ponte sul Tanaro, sormontato dai deflussi.

• TRATTO CERRO TANARO - CONFLUENZA PO

A valle di Rocchetta Tanaro la sezione di piena è delimitata in sinistra dal rilevato della linea F.F.S.S. Torino-Alessandria ed in destra dal piede della collina (depositi terziari).

Nelle prime ore della mattinata del 6 novembre, l'acqua attraversa in più punti la linea ferroviaria (fornci, sottopassi e rigurgiti della rete idrografica minore) ma il rilevato non viene mai sormontato; in destra le acque vanno in battuta contro la collina determinando talora vistosi fenomeni di erosione di sponda. Le anse dell'alveo principale vengono sistematicamente saltate dalla piena ad alta energia e numerosi edifici rurali sono allagati con livelli fino a 2.0 m sul piano campagna originale.

In frazione Abazia di Masio il Torrente Tiglione rigurgita per diversi ettari interessando anche alcuni edifici e la carreggiata della S.P. 245.

Felizzano

A Felizzano una poco pronunciata soglia morfologica naturale determina già in condizioni ordinarie 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) finalizzate all'alimentazione del canale artificiale del Consorzio Irriguo De Ferrari, in località Molini di Felizzano. 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 i 3.0 m sul p.c. originale.

Attorno alle 9.30 del 6 novembre, la spinta dovuta alle acque rallentate determina la rottura del rilevato ferroviario in corrispondenza del palcoalevo di Felizzano (attivo fino al secolo scorso): diversi edifici, rurali, produttivi e di civile abitazione, sono di conseguenza allagati con livelli massimi d'acqua fino a 3.4 m sul piano campagna. Anche le difese spondali in prossimità della traversa sono gravemente danneggiate.

La struttura del ponte di Felizzano viene danneggiata; la S.P. 77 è invasa dalle acque per un tratto di circa 2.5 km, mentre la massicciata ferroviaria è interrotta per la rottura del rilevato e sormontata lungo un tratto di almeno 1 km. Nel complesso, in questo tratto, gli edifici interessati direttamente dall'evento risultano essere almeno 40.

La sezione di piena raggiunge e supera i 3 km ed almeno un terzo delle sponde del fiume Tanaro sono interessate da marcati fenomeni di erosione.

Poco più a valle di Felizzano una intricata rete di rilevati ed argini, posti trasversalmente alla direzione di piena, crea un ulteriore rallentamento del deflusso, con conseguente rapido incremento dell'energia potenziale accumulata.

In particolare a monte del rilevato di un'opera ferroviaria incompiuta degli anni '30 (tuttora esistente) il livello delle acque trattenute raggiunge i 4.5 m. Le acque, nel tentativo di aggirare l'ostacolo, determinano un'ulteriore allargamento della sezione di piena, riattivando numerose forme fluviali relitte.

Con il crescere della spinta alle fine il rilevato cede; anche in destra Tanaro le altre arginature trasversali più a valle (regione "Rotto") vengono aggirate, sormontate e sfondate in almeno sei punti. Nei dintorni della c.na Gallinaccia alcuni edifici agricoli sono interessati da livelli d'acqua tra i 3.5 ed i 4.0 m sul p.c.

In sinistra Tanaro la piena oltrepassa la massicciata ferroviaria in più punti, in prossimità dei sifoni dell'adiacente canale De Ferrari, a causa della presenza di fornci per la rete idrografica minore.

L'effetto dei rigurgiti giunge a lambire la S.S. 10 ed i terreni della c.na Urbana; la c.na La Prà è allagata da 2.0 m d'acqua.

Procedendo verso Solero, in regione Gorette l'assenza di particolari ostacoli morfologici od antropici facilita il deflusso consentendo una parziale riduzione di energia. Il limite di piena è controllato in sini-

stra dal tracciato del canale De Ferrari (qui divergente dalla massicciata ferroviaria) mentre in destra dal complesso di terrazzi ed arginature della c.na Favagrossa, raccordate con l'argine in sponda sinistra del torrente Belbo, la cui confluenza con il fiume Tanaro è situata a circa 2 km a NE della c.na Savella. I terreni di quest'ultima sono invasi da livelli d'acqua che raggiungono i 2.5 m, dopo che l'ampia arginatura posta in confluenza viene rotta e sormontata in più punti.

Poco a Sud di Solero viene riattivato il paleoalveo in regione "Tanaro Morto" e diversi edifici in località "Tripoli" sono interessati dalla piena con livelli mediamente attorno a 1.0 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). A valle ed a monte di tale "soglia" i livelli d'acqua esondata sul p.c. raggiungono spesso i 3.0 m.

In località Orti di Solero, l'omonimo rio affluente sinistro del fiume Tanaro, determina un rigurgito che arriva a lambire alcuni edifici e la massicciata ferroviaria della linea Torino-Alessandria.

Area di Alessandria

Fase preparatoria: ore 8,30-10,30

Fino dalle prime ore della mattinata di domenica 6 novembre l'ansa del Tanaro in località Bottara è sottoposta ad una forte corrente trasversale da SW che, investendo tra l'altro la c.na Mezzanino, determina marcate erosioni di sponda (specie in sinistra), il danneggiamento delle difese spondali e la rottura in due punti dell'argine tra la c.na Mezzano e la c.na Isola Bella. Poco più tardi anche in destra si osserverà una rottura dell'argine all'altezza della fraz. Casabagliano.

In sinistra Tanaro un'ampia area è esondata e tutti i manufatti esistenti a Sud della linea FF.SS. Torino-Alessandria sono interessati da straordinari livelli di piena: c.na Isola Bella (2.4 m); c.na Morione (2.8 m); c.na Sella, c.na Tapparone, c.na Gaiola, borgo Gogna e c.na Brentadora (fino a ca. 3.0 m).

Il sottopasso ferroviario di collegamento tra borgo Gogna e fraz. Astuti ed il sottopasso di via Vecchia Torino (in borgo Cittadella) sono interessati da due prime ingressioni d'acqua, per il momento limitate ai terreni immediatamente retrostanti al rilevato ferroviario.

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

Di fatto 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 rapido accrescimento ed esteso per una super-

ficie di oltre 10 km²; 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 Casabagliano e dello scalo merci delle FF.SS.

A monte della città la configurazione morfologica in destra Tanaro determina un'espansione più limitata della piena. La località San Pietro rimane isolata ma non esondata; altri manufatti vengono allagati, ma essendo per lo più posizionati sopra i terrazzi morfologici, i livelli sono in generale "contenuti" attorno al metro (fraz. Casabagliano, c.na De Vercelli, scalo merci, ecc.). Al contrario al piede dei terrazzi i livelli d'acqua sul p.c. originale raggiungono e superano spesso i 2 m e talora i 3 m (es. Circolo Canottieri).

A Casabagliano il rigurgito del "fosso delle Ossa" causa l'allagamento della S.P. 246 in corrispondenza dell'attraversamento (0.4 m).

Alle porte della città, le arcate del ponte ferroviario sul Tanaro subiscono un forte accumulo di detriti e vegetazione fluitata, determinando un deflusso difficoltoso e rallentato. Il cosiddetto "canale" compreso tra ponte ferroviario e ponte della Cittadella, attorno alle ore 10.00 riesce ancora a smaltire le acque.

Fino alle ore 10.30, a valle del ponte della Cittadella, come spesso accaduto in passato la piena interessa gli edifici posti in sinistra ed in particolare lungo l'asse di via Pavia (S.S. 494): ex-Isola Galateri, Opera di Valenza, la parte sud dell'Osterietta, c.na Lucchino, ecc.

In destra le difese spondali del Lungo Tanaro e l'argine del rione Orti riescono ancora a contenere la piena che, in questa fase, si sfoga a valle del ponte degli Orti interessando terreni agricoli o comunque golenali. Al momento anche il complesso arginale della c.na Mezzano, e in generale della zona di confluenza Tanaro-Bormida, non subisce danni. Solo la c.na Isoletta è interessata nelle prime ore della mattinata dal rigurgito del Canale Carlo Alberto.

Alcuni terreni agricoli in confluenza, già interessati il giorno precedente (sabato 5 novembre) dalla piena del fiume Bormida, sono nuovamente interessati, nella mattinata di domenica, dall'inizio della fase critica della piena del Tanaro.

Fase parossistica: ore 10,30-13,00

Nel corso della prima parte della mattinata la situazione si è evoluta principalmente a monte della città, dove le acque della piena si sono accumulate contro il rilevato della ferrovia (fraz. Astuti), raggiungendo in alcuni punti livelli superiori ai 4.0 m sul p.c. originario.

Attorno alle ore 11.30 l'acqua inizia a filtrare attraverso la massicciata, che inizia lentamente a sgretolarsi in alcuni punti.

Nel frattempo la sponda destra del canale tra ponte ferroviario e ponte della Cittadella è sormontata dalle acque che invadono progressivamente, all'inizio solo per laminazione, l'area del centro storico compresa tra lungotanaro San Martino, via Lumelli, piazza S. Stefano, p.tta Monserrato e spalto Rovereto.

Anche gran parte del rione Orti viene allagato gradualmente da SW per la sormontazione dell'argine, con alcuni decimetri d'acqua in laminazione fino in via Donizetti (a Est) e via Poligonia (a Nord).

In sinistra sono coinvolte direttamente anche le zone di via Vecchia Torino, di borgo Cittadella e la parte nord dell'Osterietta, comprendendo la zona del rio Nuovo di Loreto. Diversi edifici residenziali e produttivi sono allagati.

A valle del ponte degli Orti le ampie aree agricole delle regioni Grindolato (in sinistra) e Albereto (in destra) sono colpite dall'evento.

A monte del viadotto autostradale dell'A21 Torino-Piacenza, l'argine in destra Tanaro cede in più punti e la regione Mezzano, in confluenza tra Tanaro e Bormida, è violentemente attraversata in direzione sud dall'onda di piena; questa colpisce in battuta gli argini di località Boccanegra e Camparo e rimbalza nuovamente verso Nord. La c.na Mezzano è in questa fase risparmiata grazie alla stretta arginatura ad anello che la difende.

L'argine di località Camparo, realizzato per difendere la regione Mezzano dalle acque del fiume Bormida, superata senza danni (il giorno 5 novembre) la piena di quest'ultimo, viene gravemente danneggiato alle spalle dalla piena del Tanaro, il giorno 6.

Già alcuni km a monte del normale punto di confluenza tra i due fiumi, le acque del Tanaro investono trasversalmente l'alveo del Bormida, ancora interessato dai residui della piena del giorno precedente, giungendo al lambire l'abitato di Castelceriolo.

Si registrano, tra la città di Alessandria e la confluenza, livelli d'acqua fino a 4.0-5.0 m sul p.c. originario. In corrispondenza delle soglie morfologiche naturali ed artificiali si accumulano alcuni decimetri di fanghi limosi.

Nel frattempo in città, alle 12.30 circa, il ponte della Cittadella viene sormontato da alcuni decimetri d'acqua ed in via Giordano Bruno (S.S. 10) la carreggiata stradale è invasa dalle acque e danneggiata in alcuni punti per il cedimento dei muri in mattoni dei fossati della Cittadella. Questi, profondi 3-4 m

rispetto al piano stradale, si riempiono rapidamente riducendo l'accumulo d'acqua nella via e negli edifici soprastanti; nei giorni che seguiranno questi ultimi subiranno però anche danni indiretti dovuti ai cedimenti statici differenziati lungo i terrapieni.

Fase catastrofica: ore 13,00-14,30

Fino a questo punto la situazione in comune di Alessandria ha raggiunto gradi di straordinaria gravità, anche se gli effetti peggiori (maggiori energie) sono da registrarsi nelle aree agricole golenali a monte ed a valle della città.

Alle ore 13.00, a monte del ponte ferroviario, la situazione precipita.

Il rilevato ferroviario in frazione Astuti, finora comportatosi da vera e propria diga di contenimento dell'enorme invaso sviluppatosi a monte della città, sottoposto ad una progressiva spinta, cede rovinosamente per alcune centinaia di metri e viene gravemente danneggiato lungo un tratto di circa tre chilometri in direzione Solero (Fig. 46).

Di conseguenza un'improvvisa ondata si riversa in direzione Nord-Est sulla frazione Astuti e sul bivio di San Michele.

Due edifici crollano sotto l'urto delle acque, mentre altre decine di fabbricati sono allagati, alcuni fino al secondo piano fuori terra, decine di autovetture e grandi quantità di materiali diversi vengono trascinati per centinaia di metri nei campi (Fig. 47).

Due persone inizialmente disperse, in seguito verranno purtroppo inserite nell'elenco delle vittime.

In pochi minuti l'onda giunge fino al casello autostradale di Alessandria Ovest: si registrano 3.0 m d'acqua all'Hotel San Michele, 2.8 m in via della Quaglia, 2.6 m in via Loreto, oltre 1.5 m nell'abitato della frazione San Michele.

Per un tratto di oltre 2 km anche la massicciata ferroviaria della linea per Valenza viene danneggiata e sormontata dalla piena.

La morfologia della piana fluviale in sinistra Tanaro, compresa tra la collina e la città di Alessandria, favo-



Fig. 46. Alessandria, frazione Astuti. Novembre 1994: rotta del rilevato ferroviario Torino-Genova.



Fig. 47. La fotografia mostra una delle autovetture coinvolte e trasportate durante il colmo della piena.

risce il deflusso dell'onda di piena verso est, aggirando la Cittadella da Nord.

Numerose aziende agricole sono investite da livelli variabili tra 1.5 e 3.5 m d'acqua sul p.c. (c.na Dallerba, c.na Piacentini, c.na Vescova, c.na Quaglia, c.na Cascinetta, c.na Gasperini, ecc.).

Attorno alla Cittadella vengono depositate notevoli quantità di limi e terreno agrario fluitato.

In località Osterietta, la S.S. 494 (già precedentemente allagata da Est), è investita dall'ondata proveniente da Ovest, la quale attraversa poi trasversalmente l'alveo del Tanaro ed investe l'argine degli Orti che viene sormontato e rotto in almeno 7 punti.

È passata circa mezz'ora dalla rottura del rilevato ferroviario. L'onda di piena partita da Astuti ha percorso tra i 2.5 ed i 3.0 km ad una velocità media di 1.5 metri al secondo, ha aggirato da Nord la città e deve ancora esaurire gran parte della sua energia.

Sono le ore 13.30 circa quando l'onda investe il rione Orti, fino a poco prima interessato da livelli d'acqua laminata ed inferiore al metro.

Improvvisamente si registrano ovunque nel quartiere livelli medi attorno ai 3.0 m sul p.c., mentre l'acqua passa ad alta velocità tra le case fino in viale Milite Ignoto. Due edifici sono distrutti in via della Chiatta e via della Cappelletta.

Le vittime del disastro saranno nove nel solo rione Orti.

Nell'aeroporto di Alessandria (Piazza d'Armi), allo sbocco delle vie si generano conoidi di limo, detriti, autovetture e cassonetti fluitati per diverse centinaia di metri in direzione E-SE, le zone del Cimitero Comunale e del "Villaggio dei Commercianti" sono allagate al 90% (Fig. 48).

L'onda prosegue ancora verso la confluenza con il fiume Bormida, interessando aree agricole già coinvolte nel corso della mattinata. Sono danneggiati gli argini della c.na Isoletta (3.8 m) e anche la c.na Mezzano, isolata ma non allagata nella fase precedente, viene invasa dalle acque (2.5 m).

Anche in località Fornace Guerci, un'ampia area a Sud della c.na Isoletta (fortunatamente non urbaniz-

zata) viene allagata per la sormontazione degli argini.

Nel frattempo l'area del centro storico colpita dall'evento si è ulteriormente estesa interessando diverse decine di isolati, da via Tiziano alla metà di corso Roma, da piazzetta della Lega e buona parte di via Guasco fino all'Ospedale SS. Antonio e Biagio.

I piani interrati della città sono allagati fino alla zona di via Marengo e c.so Teresio Borsalino, a causa del rigurgito della rete fognaria. Ne consegue che è colpito, più o meno intensamente, circa il 90% del territorio delle Circoscrizioni Nord e Centro del comune di Alessandria.

Il centro storico della città (specialmente la zona più antica di borgo Rovereto) è caratterizzato da lievi ondulazioni del piano campagna, in questo caso ben evidenziati dall'andamento della piena. Ad esempio nella zona di via S. Ubaldo e via Bottazzi si registrano livelli d'acqua superiori a 2.5 m, mentre la vicina chiesa di Santa Maria di Castello, di origine medioevale, rimane emersa a causa della presenza di un graduale rilevato, di norma scarsamente percepibile.

In generale, gran parte del centro storico risulta depresso rispetto alla zona degli spalti e del lungo Tanaro, anche a causa della presenza di materiale appartenuto ai vecchi bastioni della città (livellati e rimossi in epoca più recente); questi fungevano da opere di difesa militare ma certamente anche da argini a difesa dal Tanaro.

Le irregolarità morfologiche presenti nel piano viabile della città, spiegano quindi l'alta energia di deflusso in direzione Sud-Est osservato fino ai limiti esterni dell'area esondata (es. piazzetta della Lega).

A nord della città, in sinistra Tanaro, la piena raggiunge il piede della collina terziaria, in direzione Valmadonna e Valle San Bartolomeo, con una sezione complessiva massima di circa 4 km.

Il rilevato autostradale della A21 Torino-Piacenza viene attraversato in più punti per la presenza di sottopassi e di fornici per il drenaggio della rete idrografica minore proveniente dalla collina; alcuni edifici sono allagati anche se ubicati alle spalle dell'autostrada (c.na Presidenta, 1.4 m).

In fraz. Pavone di Alessandria si manifestano marcati fenomeni di erosione di sponda, con l'alveo del Tanaro e tutta la piena in battuta contro la collina.

In zona di confluenza, in particolare nel territorio di Castelceriolo, le campagne già alluvionate il giorno 5 dal fiume Bormida, sono nuovamente colpite violentemente dalle acque, questa volta con livelli di piena sul piano campagna originario più che raddoppiati.

Nel pomeriggio di sabato 5 novembre, i territori a Ovest di Castelceriolo e della regione Grilla sono interessati da un'ingressione d'acqua proveniente da nord attraverso i fornici dell'autostrada A21 Torino-Piacenza; l'area golenale in località Fonti di Lobbi era stata esondata a partire alla prima mattinata (ore 6.30). Si tratta di acque in laminazione legate al rigurgito del fiume Bormida in confluenza con il Tanaro. Quest'ultimo a differenza del Bormida risulta al momento in piena ordinaria, non rilevandosi ancora par-



Fig. 48. Città di Alessandria. La ripresa mostra una delle vie del centro storico della città completamente sommersa dalle acque la domenica 6 novembre 1994 (C.R.I. - Studio Levi).



Fig. 49. Bassignana, località Ponte della Vittoria. Novembre 1994: azione erosiva del Fiume Tanaro con formazione di ampie lunate.

ticolari fenomeni di esondazione o sormontazione delle sponde a monte della confluenza.

Il giorno successivo, l'onda di piena del Tanaro che ha raggiunto tra le 13.00 e le 14.30 l'abitato e le frazioni di Alessandria, a partire dalle 15.00 si riversa violentemente in zona di confluenza, dopo aver attraversato trasversalmente da Ovest ad Est l'alveo del Bormida ed aver determinato numerose rotture agli argini di quest'ultimo sia in sinistra, sia in destra.

Da poco defluita la piena del sabato, già alle 8.00 di domenica 6 novembre la località Fonti di Lobbi è investita nuovamente dall'esondazione del Tanaro; il culmine sarà raggiunto attorno alle ore 16.00 dello stesso giorno. Anche la c.na Ressiga è colpita alle 16.00 (1.0 m), la c.na Malpensata alle 16.15 (1.5 m), la c.na Vespa alle 16.30 (1.4 m). La c.na Garrone, immediatamente all'esterno dell'argine tra Lobbi e Piovera, non è toccata direttamente ma subisce il rigurgito degli scarichi fognari.

In sinistra Tanaro l'area golenale ai piedi della collina (regione Isola San Tommaso ed ex-discarica di Montecastello) è sommersa da livelli variabili tra 0.5 e 2.0 m sul p.c. originale. Alcuni fabbricati dell'abitato di Pietramarazzi sono coinvolti direttamente.

In destra Tanaro le arginature della c.na Sardegna subiscono molteplici rotture e la campagna circostante viene allagata da livelli tra i 2.0 ed i 3.0 m di acqua ad altissima energia.

La sezione di piena subisce un restringimento dovuto ad un insieme di cause morfologiche ed antropiche, passando dai circa 3.0 km tra Pietramarazzi e Castelceriolo, ai circa 1.8 km tra l'abitato di Montecastello e la frazione Lobbi. In sinistra è infatti presente il piede del rilievo collinare; in destra, a partire dall'incisione di un paleoalveo, prende origine l'argine del Tanaro che si sviluppa per diversi chilometri fino alla confluenza con il fiume Po, dove si raccorda con le arginature di quest'ultimo.

In corrispondenza del restringimento suddetto, anche a causa della presenza di argini agricoli minori posti trasversalmente alla direzione di piena, si assiste ad un sostanziale aumento dell'energia di deflusso; l'argine tra Lobbi e Piovera subisce fino alle 17.30 un progressivo aumento di spinta. Poco prima delle ore 18.00 l'argine cede in più punti.

Da questo momento in poi il fiume si divide di fatto in due corsi. Uno interno all'argine, caratterizzato da livelli d'acqua sempre superiori ai 2-3 metri, grande energia, che interessa aree golenali a basso rischio, principalmente con danni alle colture agricole ed alle difese spondali.

Un corso "secondario", a partire dalla rottura di Piovera, riattiva i paleoalvei all'esterno dell'argine, con livelli medi d'acqua attorno al metro, energia contenuta, ma coinvolgimento di aree ad alto rischio (centri abitati, aree produttive, infrastrutture), con territori comunali sommersi al 90-100%.

Lungo l'alveo le erosioni di sponda sono diffuse e profonde, con velocità di deflusso elevata, almeno fino al ponte della S.P. 78. A Pietramarazzi viene misurata una portata massima storica di 3500 m³/s. A Montecastello, in prossimità della barra ghiaiosa fronteggiante l'ex-discarica, si assiste ad un principio di diversione d'alveo.

A valle di Rivarone, il tratto golenale del rilevato della S.P. 78, che interrompe trasversalmente il deflusso di piena, determina un marcato rallentamento del deflusso. Le acque sono costrette nei meno di 400 metri di luce lorda del ponte, contro una sezione di piena di circa 1.3 km e battenti medi di 3-4 m sul p.c. originale.

Le difese spondali lungo le spalle del ponte sono gravemente danneggiate, si formano profondi canali di erosione tra i piloni e, poco più a valle, un'ampia lunata si apre sulla sponda sinistra a causa dell'ostruzione d'alveo dovuta al materiale sabbioso-ghiaioso accumulato (Fig. 49).

Nel corso del tardo pomeriggio il rilevato della S.P. 78 viene sifonato e sormontato in più punti, consentendo finalmente il deflusso.

La città di Alessandria: cenni storici

Gli effetti catastrofici dell'evento del novembre 1994 in Alessandria, illustrati nelle sequenze cronologiche sopra evidenziate, meritano una ulteriore riflessione su alcune anomalie e sui danni che via via nel tempo si sono verificati nel centro urbano ed a carico degli edifici rurali circostanti la città.

A quattro anni dall'evento catastrofico sono ancora evidenti i segni lasciati dalla piena sui muri cittadini ed un'analisi più attenta porta a rilevare incongruenze sui livelli che in parte possono essere spiegate da irregolarità morfologiche presenti all'interno del concentrico ed in parte dalla presenza di ostacoli temporanei e non, quali accumuli di autovetture, serbatoi, detriti vari, non ultimi i tronchi fluitati, oppure barriere artificiali quali muri di recinzione, siepi fitte, baracche, box allineati, per buona parte trasversali alla prevalente direzione della corrente. Le stesse vie cittadine hanno condizionato una sorta di andamento preferenziale delle acque.

I danni successivi all'evento, che nelle zone edificate più colpite ha comportato un ristagno delle acque per 24-36 ore ed in quelle agricole un ristagno più prolungato anche per decine di giorni in corrispondenza di depressioni, sono andati aggravandosi col tempo e si sono evoluti nell'arco di alcuni anni; essenzialmente possono essere ricondotti a:

- cedimenti statici differenziali legati alle caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione degli edifici ed alla progressiva escursione della falda freatica ed imbibizione dei terreni superficiali (Fig. 50);

- imbibizione e successivo lento asciugamento delle strutture edilizie antiche della città e dei dintorni, realizzate in parte in mattoni crudi ed in terra battuta oppure in mattoni cotti, ma legati con limo sabbioso e non con malta. Numerosi esempi si sono verificati nel Rione Orti con edifici crollati anche dopo il passaggio della piena (Fig. 51);

- cedimenti di vuoti e di riporti non sufficientemente compattati o assestati, legati anche alla presenza di antiche strutture sotterranee, verificatisi in zona Cittadella e in aree non interessate direttamente dall'esondazione, ma coinvolte dalla parziale riattivazione di manufatti sotterranei in disuso e parzialmente riempiti (Canale Carlo Alberto).

Le lesioni hanno coinvolto aree anche non direttamente toccate dalla piena, ma interessate dai rigurgiti fognari nelle cantine o dalla forte escursione temporanea della falda freatica; tali fenomeni si sono registrati in alcuni casi anche a distanza di alcuni anni dall'evento.



Fig. 50. *Alessandria, Borgo Cittadella, novembre 1994. Cedimenti differenziali a carico delle opere murarie che hanno presentato attività per molto tempo dopo l'evento alluvionale.*

Alcuni danneggiamenti poco percepibili, ma localmente diffusi, riguardano i cedimenti legati alla viabilità cittadina, che hanno provocato avvallamenti e difficoltà di scolo delle acque a causa anche dell'affiorare dei tombini a centro strada, in quanto solidali ad una struttura più rigida quale una fognatura.

Le reti fognarie inoltre sono state coinvolte, oltre che da fenomeni di intasamento dovuto inizialmente ai depositi limosi accumulatisi all'interno, anche da lesioni legate a cedimenti del terreno.

Le considerazioni successive analizzano alcune tra le principali cause dell'amplificazione del fenomeno, nel tratto di attraversamento cittadino del fiume Tanaro, collegate alle più evidenti modificazioni antropiche che, dai dati storici in possesso del Settore, sono riassumibili in alcuni esempi che si ritengono significativi.

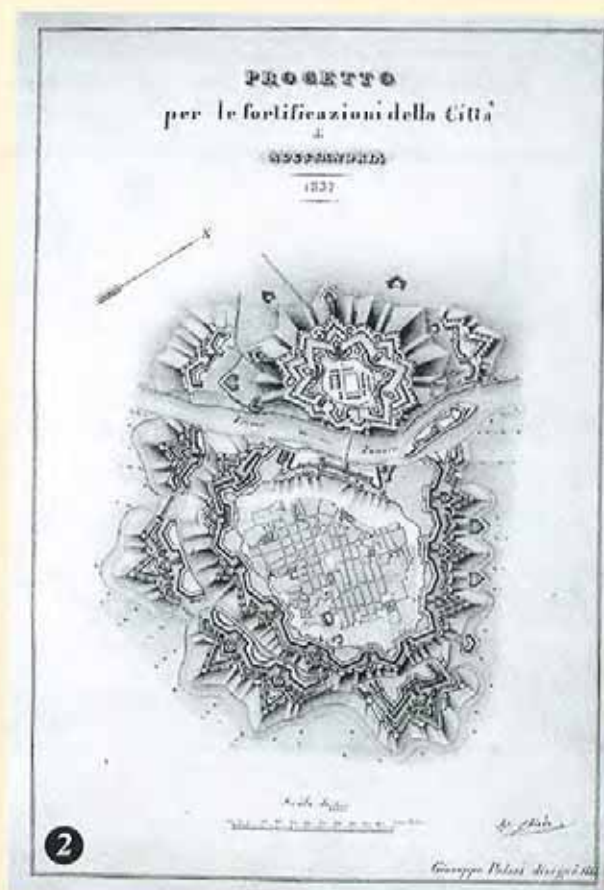
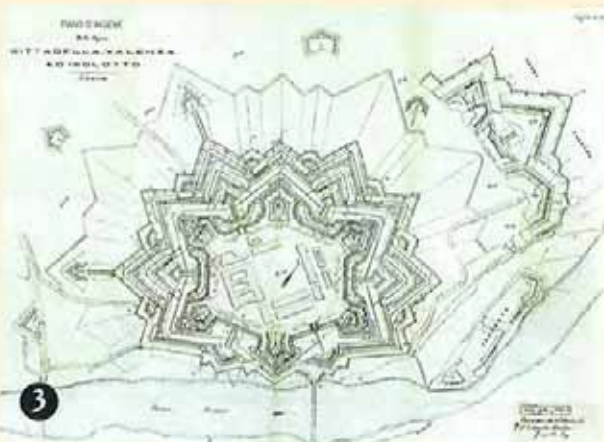
1) La trasformazione più antica e documentata dell'assetto idraulico della città risale alla fine del 1500, quando il corso del fiume, sviluppato ad ampi meandri, tendeva ad aggirare la città che occupava entrambe le sponde. Per evitare ciò, si progettò e si eseguirono una serie di tagli artificiali che mutarono la geometria del canale di deflusso fino a fargli assumere l'andamento attuale, escludendo alcuni meandri poi interrati e successivamente attraversati dalla linea ferroviaria Genova-Torino. Le rotture principali del rilevato ferroviario, durante la fase catastrofica dell'evento, sono avvenute in queste zone ed hanno provocato lo svuotamento simultaneo di un invaso temporaneo di enorme volumetria (Tav. I).

2) Le successive trasformazioni urbanistiche, legate all'importanza strategica e militare della zona, hanno sempre tenuto conto dei possibili danni causati dalle esondazioni del Tanaro e sono ben documentate opere di difesa, rappresentate principalmente dalle mura della città; tali difese, parzialmente abbattute verso la fine dell'Ottocento, sono state in parte mantenute tramite i rialzi viari, in funzione di difesa arginale, dei lungotano cittadini.

3) A valle della Cittadella, si incontra un esempio eclatante della usurpazione delle aree di pertinenza



Fig. 51. *Alessandria, Rione Orti, novembre 1994. Edificio in mattoni crudi crollato in parte dopo la piena.*



Tav. II.

1. 1802: pianta della città di Alessandria che indica l'isolotto parzialmente fortificato (Isola Galateri) ubicato a centro alveo del Tanaro, tra la Cittadella ed il corpo principale dell'abitato. Da notare l'indicazione del campo di inondazione artificiale esterno alla Cittadella in parte realizzato negli anni seguenti e facente parte del sistema difensivo della Cittadella stessa.

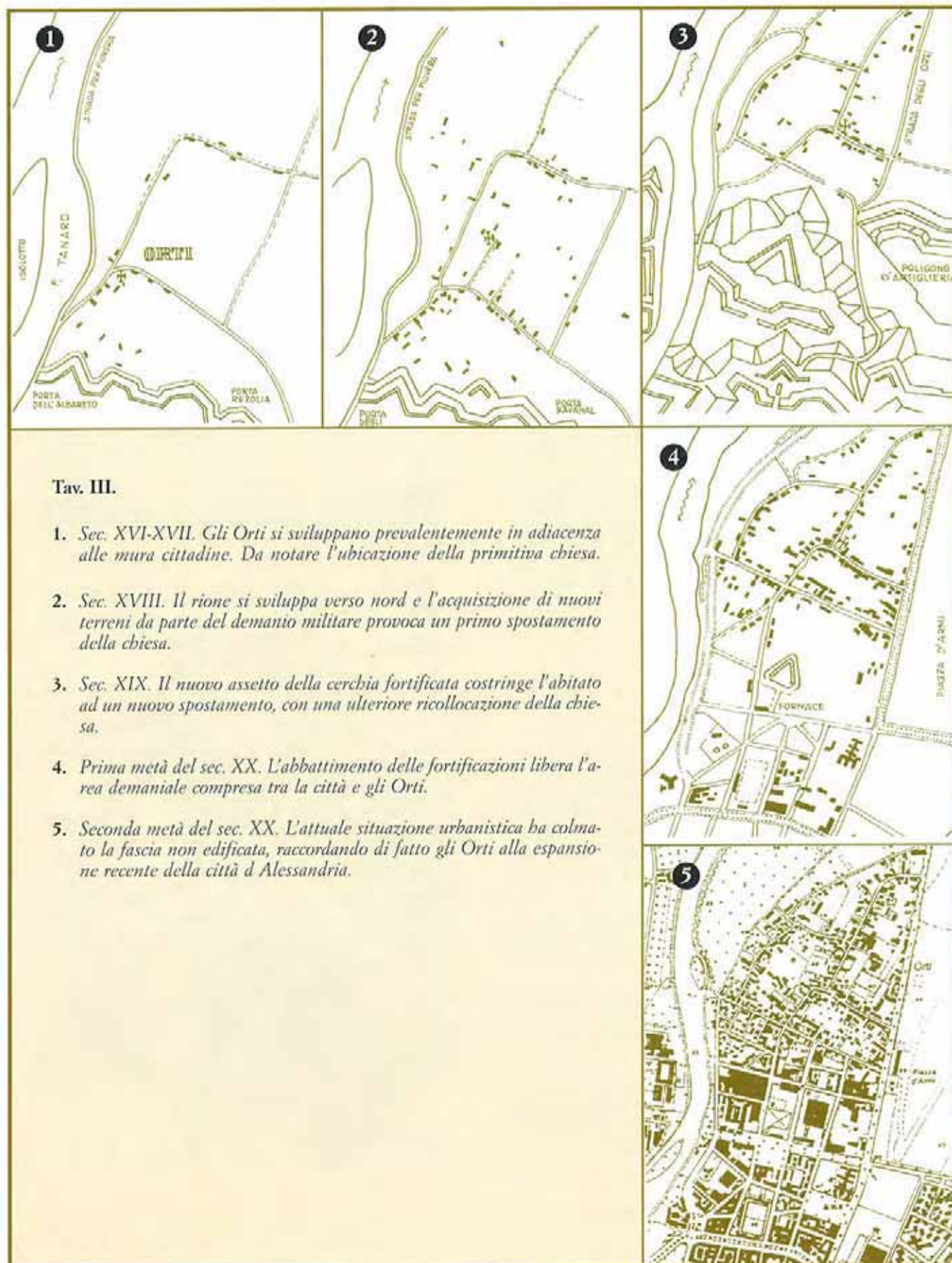
2. 1845: progetto delle fortificazioni previste per la città e per l'Isola Galateri, realizzate solo in parte negli anni successivi.

3. 1886: Pianta della Cittadella, dell'Opera di Valenza e dell'ex-Isola Galateri. Da notare l'interrimento del canale secondario presente originariamente in sponda sinistra.

4. 1900: Tavolettta I.G.M. (prima edizione), in cui è evidente il forte restringimento dell'alveo in corrispondenza dell'originaria Isola Galateri, a seguito dell'interrimento creatosi negli anni precedenti.

malo verso Nord, che occupò un'area di espansione delle acque di piena. A tale appendice si congiunsero, verso Est, tutta una serie di arginature demaniali e private, a difesa unicamente di aree agricole, che

andando a collegarsi con quelle del fiume Bormida ridussero drasticamente le possibilità di laminazione delle acque nella parte settentrionale del circondario agricolo della città (Tav. III).



Piovera

A Piovera, le acque che fuoriescono dalla rottura dell'argine allagano progressivamente il paleoalveo a monte del paese. Alle 19.00 una ventina di edifici del concentrico sono allagati ed il deflusso verso Nord-Est è rallentato dalla prosecuzione esterna del rilevato della S.P. 78. Le acque si accumulano, l'energia potenziale ed i livelli sul p.c. continuano a crescere fino a quando, attorno alle 22.00, anche questo tratto di rilevato viene sormontato per circa 1 km, subisce una rottura e l'acqua riesce a defluire.

Intanto, all'interno dell'argine, il culmine della piena ha raggiunto rapidamente la confluenza con il fiume Po. Quest'ultimo, anch'esso in piena eccezionale, ha già causato gravi danni più a monte; a valle della confluenza, anche se in più punti i livelli d'acqua sul p.c. raggiungono i 4-5 m, in nessun tratto si ha il superamento degli argini (almeno in destra Po); questo è anche evitato in extremis grazie all'innalzamento con materiale detritico e sacchetti di sabbia.

Lentamente ma con continuità, l'allagamento si estende invece da parte delle acque del Tanaro all'esterno degli argini, dove a valle di Piovera si riattivano diversi paleoalvei (canale Riale, roggia Corsica, ecc.).

Alle 24.00 la totalità dell'abitato di Grava è allagato da livelli medi d'acqua attorno al metro. Entro le ore 1.00 di lunedì 7 novembre, anche le località Mezzanino, Baracconi del Canale, Montariolo e Lucchina subiscono un completo allagamento.

In comune di Sale a partire dalle 2.00, i terreni in località Orti Grande ed Orti Camprella, sono sommersi da 0.8-2.0 m d'acqua. La sezione esondata (esterna all'argine) misura circa 2 km.

La frazione Cocetta è isolata ma in gran parte non allagata grazie ai livelli medi d'acqua inferiori al metro ed alla edificazione su leggero rilevato.

Anche il concentrico di Alluvioni Cambiò è isolato; la quasi totalità degli edifici non è interessata direttamente, ma circa il 90% del territorio comunale è sommerso.

La confluenza tra fiume Tanaro e fiume Po è stata ormai lasciata diversi chilometri più a monte, ma il lento movimento delle acque del Tanaro, fuoriuscite dalla rottura di Piovera, perdura esternamente agli argini del Po per tutta la giornata di lunedì 7 novembre.

A causa della riattivazione del paleoalveo della roggia Corsica, viene raggiunto anche il comune di Isola S. Antonio, dove due ordini di arginature si chiudono a ferro di cavallo attorno all'abitato per consentire la confluenza nel Po del torrente Scrivia e per difendere l'abitato dalle piene di quest'ultimo.

Il torrente Scrivia, proveniente dall'entroterra ligure, fortunatamente non è in piena, scongiurando quindi il pericolo di ulteriori rigurgiti.

Le acque drenate lungo l'asse dalla roggia Corsica procedono invece direttamente tra le due arginature a ferro di cavallo di Isola S. Antonio, accumulandosi senza possibilità di scolo né nello Scrivia né tanto meno nel Po.

Nella sera di lunedì, fino all'inizio della nottata, sono allagate la regione Celestina e le cascate Beltrama e Carolina. Le acque continuano ad accumularsi alle spalle dell'argine esterno, rigurgitando verso monte senza possibilità di sfogo, con livelli misurati attorno ai 2.0-2.5 m., ulteriormente in crescita.

Solo grazie alla presenza dell'argine interno, a difesa dell'abitato di Isola S. Antonio, gli edifici del concentrico sono risparmiati.

Fino all'alba del martedì l'invaso creatosi si estende sempre più, raccogliendo tutte le acque fuoriuscite dalla rottura di Piovera a partire da domenica 6.

Attorno alle ore 5.00 di martedì 8 novembre si decide la rottura artificiale dell'argine esterno.

L'acqua ritenuta fino a quel momento si riversa così nella golena di regione Montemerla, dove nel frattempo la piena straordinaria del Po è già defluita a partire dalle ore 5.00 del giorno precedente.

Sono passate 35 ore dalla rotta arginale di Piovera; l'acqua fuoriuscita in sponda destra del Tanaro ha percorso tra i 15 ed i 20 km all'esterno dell'argine, coinvolgendo direttamente i territori comunali di Piovera, Sale, Alluvioni Cambiò ed Isola S. Antonio, con diverse centinaia di edifici allagati o isolati e molteplici danni ad infrastrutture ed unità produttive.

In tutti i suddetti territori, si è ormai accertata l'assenza di danni da parte dell'azione diretta del Po e del torrente Scrivia; tutti i danni sono quindi da imputare alle acque di piena del fiume Tanaro, fuoriuscite dalla rotta arginale di Piovera, incanalate lungo i paleoalvei e, a valle della confluenza, coinvolgenti per alcune decine di km² anche le fasce di pertinenza fluviale del fiume Po.

Considerazioni sul processo di piena lungo il fiume Tanaro

Propagazione dell'onda di piena: elaborazione dei dati spazio-temporali

Nell'espletamento delle attività di rilevamento inerenti la delimitazione del campo di inondazione, e dei processi associati, lungo il fiume Tanaro si è provveduto a raccogliere dati relativi alle modalità temporali con le quali il colmo della piena si è manifestato lungo l'asta nel tratto di 228 km compreso tra Ormea, ubicata nell'alto bacino del fiume, e la confluenza in Po.

A tale proposito è doveroso rammentare che, per taluni luoghi, si sono riscontrate testimonianze locali, sugli intervalli di tempo che presentavano uno scarso rispetto all'ora presumibile dedotta da una osservazione generale su quel determinato tratto.

È comprensibile che durante il parossismo della piena le popolazioni colpite abbiano avuto una percezione a volte inesatta degli accadimenti; in certi luoghi, poi, i deflussi si sono manifestati in modo articolato con direzioni non previste o prevedibili.

È il caso questo, ad esempio, di Farigliano ove le case di Borgo Ponte hanno subito, la sera del sabato 5 novembre, un primo interessamento generato per

acque provenienti dalla superficie terrazzata posta a tergo del nucleo abitato e poi solo in seguito sono state pesantemente colpite dall'onda di piena con altezze dell'acqua di inondazione fino a 3,20 m.

La registrazione delle ore di transito risente quindi, della soggettività e della posizione del testimone durante l'evento e infine, per le aree poste nel tratto medio-terminale, anche dalla più lunga permanenza delle acque di inondazione sui territori coinvolti.

Al fine di consentire un'analisi sistematica delle informazioni raccolte sono stati messi in relazione i tempi inerenti i colmi della piena e le distanze percorse. Il passaggio dalla rappresentazione discreta a quella continua è stato fatto mediante una funzione polinomiale che interpola i valori (cfr. il diagramma a seguito riportato) con un ottimo coefficiente di correlazione, pari a 0,99, ricavando in tal modo una rappresentazione organica sulla base della quale trarre utili considerazioni:

- il tempo $t = 0$ è fissato, meramente ai fini relativi alla elaborazione, intorno alle ore 18,00 del sabato 5 novembre in corrispondenza dell'abitato di Ormea, entro il tratto montano: a tale località, primo abitato di una certa importanza posto a margine del fiume, risalgono le prime testimonianze temporali relative al colmo di piena.

- il tempo $t = \text{fine}$ cade attorno alle ore 02,00 del lunedì 7 novembre in corrispondenza alla zona di confluenza del fiume Tanaro nel Po.

- l'intervallo di percorrenza dei 228 km, da parte del colmo, risulta essere di circa 32 ore;

- nel complesso la velocità del deflusso, dedotti dalla elaborazione, variano da 5,4 metri al secondo, nel tratto montano, a 0,9 metri al secondo nella zona terminale del campo di inondazione;

- la linea di tendenza, che rappresenta l'interpolazione dei punti ricavati sulla base delle segnalazioni permette di apprezzare alcune significative variazioni di pendenza nella curva; una prima variazione delle velocità di deflusso si pone a monte dell'abitato di Ceva, e una seconda, più significativa, a valle dell'abitato di Asti, ambedue nel senso di un sensibile "rallentamento"; una possibile interpretazione sul rallentamento che si osserva a partire dall'area di Ceva può essere ricercata nella comparsa, da questo tratto in poi, di una certa fascia esterna contigua al canale di deflusso che durante l'alluvione del 1994 si è dimostrata sommergibile rendendo possibile, in una certa misura, l'espansione del colmo della piena e inducendovi un corrispondente rallentamento. *È da sottolineare, comunque, che le testimonianze relative all'ora di passaggio del colmo sono affette da una certa imprecisione che potrebbe "inquinare" il dato e con questo la tendenza espressa dal diagramma in quel punto;* la più spiccata variazione manifestata dalla curva nel tratto tra Asti ed Alessandria permette alcune interpretazioni: la prima richiama la comparsa, a valle di Asti di una minore pendenza generale del corso d'acqua e dell'ampia pianura alessandrina che permette alle acque di esondazione di utilizzare superfici laterali generalmente più ampie ancora di quanto

già non fossero mediamente nel tratto lasciato a monte, la seconda, richiamata dal paragrafo "Cronistoria del processo di piena nel tratto alessandrino", fa riferimento alla esistenza di una articolata successione di condizioni sia antropiche sia naturali e di accadimenti che, pare accertato, hanno notevolmente rallentato il deflusso e che qui vengono ricordate:

- a Felizzano sono presenti una poco pronunciata soglia morfologica naturale e diverse opere idrauliche, 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 i 3,0 m sul p.c. originale;

- poco più a valle di Felizzano una intricata rete di rilevati ed argini, posti trasversalmente alla direzione di piena, crea un ulteriore rallentamento del deflusso. In particolare, a monte del rilevato di un'opera ferroviaria incompiuta degli anni '30, il livello delle acque trattenute raggiunge i 4,5 m. Le acque, nel tentativo di aggirare l'ostacolo, determinano un'ulteriore allargamento della sezione di piena, riattivando numerose forme fluviali relitte;

- a Montecastello è presente il piede del rilievo collinare e in destra prende origine l'argine del Tanaro che si sviluppa per diversi chilometri fino alla confluenza con il Fiume Po, dove si raccorda con le arginature di quest'ultimo;

- a valle di Rivarone, il tratto golenale del rilevato della S.P. 78, che interrompe trasversalmente il deflusso di piena, determina un marcato rallentamento del deflusso. Le acque sono costrette nei 400 metri ca. di luce lorda del ponte, contro una sezione di piena di circa 1,3 km e battenti medi di 3-4 m sul p.c. originale;

- a Piovera, le acque che fuoriescono dalla rottura dell'argine allagano progressivamente il palcoscenico a monte del paese, il deflusso verso NE è rallentato dalla presenza del rilevato della S.P. 78.

Infine, per quanto concerne il diagramma, sono riportate, al fine di ottenere una immediata comparazione visiva tra situazioni ambientali diverse tra loro, tre finestre cartografiche estratte e ridotte dalla "Carta del campo di inondazione del Fiume Tanaro, 1994", Regione Piemonte (1995); nel particolare si tratta di riproduzioni parziali delle Sezioni, in scala 1:10.000, "Niella Tanaro" 210160, "Narzole" 210030, "Piovera" 177010.

Influenza ed interferenza degli attraversamenti e dei rilevati annessi

L'articolata realtà morfologica dei bacini idrografici alpino-collinari e, in particolare, del fiume Tanaro, e la successione di diversi ambienti attraversati dal corso d'acqua, impone al progettista di un'opera di attraversamento la scelta tecnica che più soddisfi quelle che sono le condizioni territoriali, in rapporto alle potenzialità economiche di spesa.

Su queste variabili "fisse", tuttavia, influisce soven-

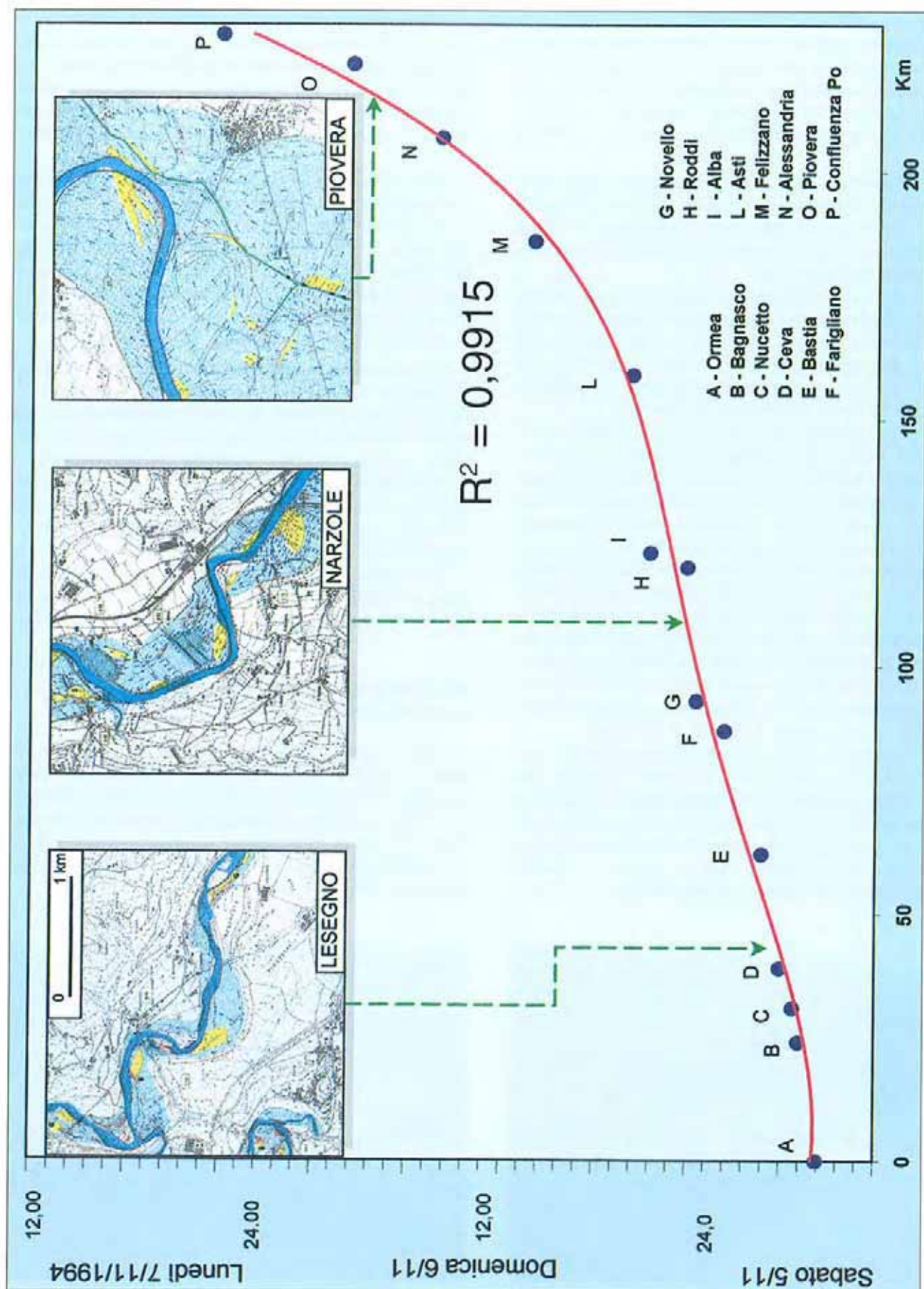


Diagramma tempi/distanze relativo al transito del colmo della piena lungo l'asta del fiume Tanaro nel tratto compreso tra Ormea (CN) e la confluenza (AL).

te, e purtroppo in modo negativo, la non completa comprensione, e infine la sottovalutazione, di quelli che sono i meccanismi di evoluzione del corso d'acqua interessato.

Variabilità notevoli entro i valori di piena, condizioni costitutive del fondo alveo e delle sponde, caratteristiche fisiografiche ed evolutive del corso d'acqua in quel settore sono elementi fortemente condizionanti la sopravvivenza dell'opera d'arte attraverso gli anni.

La "modernizzazione" della rete viaria, il suo adattamento alle esigenze di collegamenti sovracomunali e veloci abbisogna di ampi "spazi di manovra" e ormai è richiesto all'attività naturale di adattarsi a quella antropica e non viceversa.

Ecco quindi i nuovi ponti costituiti da un ridotto numero di arcate e serviti da lunghi tratti di rilevato che, tagliando in ogni direzione le piane alluvionali recenti, interrompono quel continuo, esistente da monte a valle lungo ogni corso d'acqua, individuabile come "fascia di pertinenza del fiume".

Anche in questo caso, durante la piena del novembre 1994, sono stati i rilevati di accesso agli attraversamenti gli elementi più fragili del sistema, ma anche gli stessi manufatti non hanno avuto miglior fortuna.

Molti ponti si sono dimostrati sottodimensionati rispetto a quelle che erano le esigenze necessarie per un soddisfacente smaltimento delle acque di piena.

Questo a volte in merito alla effettiva luce di deflusso esistente, altre volte per quanto concerne la capacità della intera struttura di reggere quelle che sono le manifestazioni di una piena (es. l'assenza di difese sui lati a monte dei rilevati di accesso al ponte, il sottodimensionamento o il cattivo stato di manutenzione degli appoggi entro il canale di deflusso).

– Nei settori alpini, là dove il corso d'acqua corre entro fondovalle ristretti, le opere di attraversamento sono, di norma, direttamente collegate alla base dei versanti e i problemi che possono presentarsi in occasione di eccezionali eventi di piena sono, in genere, a carico del manufatto vero e proprio; si hanno allora erosioni accentuate a scapito dei terreni di fon-

dazione, con abbassamento della capacità portante dell'insieme fondazione-pilastro, o di una delle spalle di accesso.

– Nei settori più ampi, siano essi intravallivi o di pianura, il colmo di piena, occupando anche aree esterne all'alveo contenuto entro le sponde incise, può provocare danni gravi ai rilevati di accesso, i quali, non essendo protetti contro i processi erosivi, si identificano come "punto debole" dell'intero manufatto.

Nel contempo l'esistenza di questi lunghi manufatti, del tutto simili a dighe in terra battuta, può creare, in caso di sbarramento o insufficienza della luce del ponte, le condizioni per impedimenti al deflusso del colmo di piena con rallentamento del transito e risalita del livello idrico nelle aree immediatamente a monte del manufatto o, anche, condizionarne la direzione di deflusso.

Per quanto concerne il ripristino e la messa in sicurezza delle opere di attraversamento quello dei rilevati di accesso è certo un punto fondamentale: già dalla sola analisi della "Carta del campo di inondazione e danni associati" possono essere individuati i "punti fragili" di un attraversamento, quelli che sono stati danneggiati o distrutti e le direzioni di deflusso delle correnti veloci che questo danno hanno provocato (Fig. 52).

Per quanto riguarda il fiume Tanaro, meno del 30% degli attraversamenti può ritenersi totalmente indenne da effetti conseguenti la piena del 5-6 novembre.

Stato dei ponti sul fiume Tanaro a seguito della piena

Allo scopo di analizzare il comportamento e la risposta degli attraversamenti nei confronti dell'evento di piena del 5-6 novembre 1994 si è proceduto, mediante studio condotto su fotografie aeree con integrazione di dati di rilevamento, a censire i danni relativi ad ogni ponte sull'asta del fiume Tanaro scelto come area-campione.



Fig. 52. Fiume Tanaro: strada provinciale n. 12 "Fondovalle", tratto Farigliano-Cberasco. Esempio di asportazione completa, per erosione fluviale, di due tratti di rilevato contigui a ponti.

Una opportuna scheda, redatta in forma tabellare e sintetica, ricovera le informazioni inerenti i 94 ponti posti attraverso il fiume, lungo i circa 228 km tra Ormea e Bassignana.

Occorre, innanzitutto, evidenziare gli elementi costitutivi del manufatto, presi in considerazione nella raccolta dei dati relativi ai danni.

Si sono intese come contestuali all'insieme "ponte" sia le *parti strutturali* vere e proprie (ovvero spalle di appoggio, pile, fondazioni, impalcato e strutture di servizio all'attraversamento) sia *quelle di collegamento* alla viabilità (rilevati di accesso, relativo piano viabile, eventuali opere di difesa contro l'attività erosiva fluvio-torrentizia).

Gli attraversamenti sono stati esaminati in ordine successivo da monte a valle, e per ciascuno sono ricoverati, nella scheda originale (qui non riportata) il riferimento geografico (Comune, località) e l'Amministrazione competente.

La suddivisione tra *opere danneggiate e distrutte* valuta se il manufatto ha avuto necessità di manutenzioni e riparazioni, anche se straordinarie, a seguito dell'evento alluvionale o al contrario si è dovuto procedere alla sua completa o parziale ricostruzione.

Lo stesso vale per i *rilevati di accesso*: hanno subito danno quando le acque correnti hanno provocato parziale erosione su uno dei lati, hanno subito *distruzione* quando l'erosione e l'asportazione del materiale inerte, costituente il manufatto, hanno provocato un taglio trasversale completo dell'opera, con passaggio, "in aggiramento" del ponte, di parte delle acque di piena.

L'ampiezza del varco che si è venuto a creare è schematicamente indicata da 4 famiglie diverse di valori:

- A (da 1 a 5 m);
- B (da 5 a 10 m);
- C (da 10 a 50 m)
- D (da 50 a oltre 100 m).

Totale ponti: 94				Nessun danno: 30		
DANNEGGIATI						
Rilevato		Spalla		Impalcato	Pila	Fondazione
Sn	Dx	Sn	Dx			
11	17	2	1	4	0	1
DISTRUTTI						
Rilevato		Spalla		Impalcato	Pila	Fondazione
Sn	Dx	Sn	Dx			
16	7	3	1	9	3	2
RILEVATI DI ACCESSO DISTRUTTI						
Classe	A		B		C	D
Totali	4		3		8	8

Nel caso dell'evento alluvionale del 1994, l'eccezionale ampiezza del campo di inondazione che si è registrata è direttamente proporzionale al volume d'acqua transitato lungo la valle Tanaro e valli limitrofe

ed è legata quindi strettamente alle piogge delle ore precedenti, alle condizioni dei versanti e della rete idrografica minore e alle caratteristiche morfologiche di ogni settore colpito.

Ma è certo che, in determinate situazioni ancorché locali, particolarmente nel settore montano-collinare, l'ostruzione dei ponti da parte di materiale arboreo fluitato ha aggravato la crescita eccezionale ed improvvisa del livello delle acque di piena a monte del luogo con drammatico coinvolgimento dei nuclei o centri abitati posti a lato degli attraversamenti.

Nel tratto compreso tra Ceva e Monchiero, ma anche oltre lungo il corso d'acqua, è frequente l'impiantamento del pioppo sulle aree pianeggianti poste sui lati del fiume (Fig. 53).

Questa essenza è caratterizzata da crescita veloce della parte aerea, con fusto slanciato e di lunghezza ragguardevole; mentre l'apparato radicale tende a svilupparsi in larghezza piuttosto che a "fittone". Nel contempo, in queste stesse aree, la relativa ristrettezza del fondovalle o l'esistenza di fasce fluviali inclinate anche debolmente verso l'alveo creano condizioni ambientali favorevoli al mantenimento di alte velocità di deflusso con notevole energia.

Questi fattori, quello forestale e quello morfologico, hanno favorito e provocato il ribaltamento e lo sradicamento di centinaia di alberi, il loro trasporto e infine l'accumulo sulle sponde, contro edifici o contro le pile dei ponti presenti nel tratto considerato.

Non è comunque semplice valutare quanto lo sbaramento dei ponti esistenti in questi abitati possa aver influito sull'ampiezza del campo di inondazione e sull'altezza del livello dell'acqua a monte del sito; l'accatastamento dei tronchi fluitati è un effetto a carattere effimero e discontinuo; i pochi dati ricavati dalle interviste riguardano l'inizio dell'accadimento, allorché l'intervento di squadre di volontari tentava di mantenere sgombrare le luci dei ponti con l'utilizzo di escavatori posti in azione direttamente dall'impalcato. Con l'abbandono dell'area, al crescere veloce del colmo della piena, è cessata anche l'osservazione diretta del fatto, solo al decrescere del livello dell'acqua, durante la notte e all'indomani, si è potuto constatare come effettivamente le arcate degli attraversamenti fossero in parte otturate dagli accumuli di tronchi d'albero.

Conclusioni

La presenza delle infrastrutture, sia di collegamento che insediative, e la loro interferenza con l'evoluzione del transito del colmo di piena lungo le aste fluviali principali pongono seri problemi di coesistenza rispetto a questo processo naturale.

L'eccezionalità dell'evento 1994 ha comportato un amplificativo coinvolgimento di tali strutture rimettendo in discussione, se mai ce ne fosse stato ancora il caso, i limiti esistenti nell'approccio usato durante la scelta ubicativa e la progettazione di determinati interventi.



Fig. 53. Comune di Farigliano. Effetti del passaggio della piena fluviale su un gruppo di pioppi posti a monte del ponte Macagno sul fiume Tanaro.

Questo si è riscontrato, in particolare, lungo i territori attraversati dal fiume Tanaro e suoi maggiori affluenti, in aree, cioè, di recente ed intenso interessamento da parte di nuova urbanizzazione, sia essa residenziale che produttiva.

Aree, peraltro, non più coinvolte da tempo relativamente lungo, almeno a scala umana, da fenomeni di alluvionamento e allagamento così imponenti e arealmente continui.

L'evento del 1994 ha mostrato aspetti interessanti nelle caratteristiche del transito della piena lungo il corso succitato; qui di seguito ne sono ricordati alcuni.

Tratto intra-collinare tra Ceva ed Alba

Tra Ceva, per la sua posizione assumibile come termine del settore montano, e la confluenza con il torrente Stura di Demonte il colmo della piena ha per lunghi tratti coinvolto l'intera sezione del fondovalle, occupando le superfici agricole a debole pendenza che collegano il canale con la base del versante, o anche i piani terrazzati posti in posizione più depressa.

Nel tratto compreso tra Bastia Mondovì e Narzole, in provincia di Cuneo, ove è presente la sequenza di meandri incassati entro basse superfici terrazzate, costituite da un letto di depositi alluvionali soppor-

sedimentario delle Langhe, le acque del Tanaro non più contenute dalle sponde incise si sono indirizzate su direttrici ortogonali alle bisettrici di meandro investendo completamente i terrazzi abitati di Isola, L'Arcurata e Clavesana e Viajano e realizzando un effettivo e sostanziale, seppure temporaneo, raccorciamento della distanza di norma percorsa.

Sempre nella stessa zona il transito della piena con alta energia ha ulteriormente asportato, per lunghi tratti, i depositi detritici di fondo portando alla luce il substrato marnoso delle formazioni sedimentarie del Bacino Terziario Piemontese ivi presente (Fig. 54).

Tali modificazioni si sono operate anche a carico di lembi dei depositi alluvionali delle superfici terrazzate poste esternamente alla parte terminale delle anse, là dove le erosioni laterali sono più intense, operando quindi una progressione temporanea del meandro; di norma la frazione più grossolana del materiale mobilizzato, ciottoli e ghiaie, è stata immediatamente redistribuita sul piano campagna contiguo al tratto eroso.

Tratto di pianura tra Asti e la confluenza

Nel tratto medio e terminale del corso d'acqua, là dove l'alveo è inciso in ampio fondovalle costituito da depositi alluvionali antichi e recenti derivati dalla divagazione del fiume secondo uno stile a meandri,

come bene lasciano intravedere gli indizi morfologici evolutivi, sono individuabili frequenti aree di cava per inerti in posizione adiacente all'alveo originario.

In occasione del processo di piena del 5-6 novembre 1994 molte di queste forme antropiche sono state comprese entro i limiti del campo di inondazione partecipando, data la loro contiguità all'alveo e la loro forma depressa, ad individuare una "fascia" di movimento della piena i cui indizi, ricavati da rilevamento, indicano un passaggio con alta energia.

In corrispondenza dei maggiori centri abitati la presenza di importanti infrastrutture rilevate sulla piana alluvionale, quali viabilità di grande percorrenza, ferrovia e tracciato autostradale, non dotate di luci sussidiarie atte a smaltire i deflussi determinati da situazioni di emergenza come quella verificatasi nel novembre 1994, ha concorso a condizionare l'evoluzione del transito della piena nei confronti delle zone urbanizzate. In sintesi è possibile formulare, per il tratto preso in esame, una serie di considerazioni alcune delle quali acquisiscono valenza generale:

- esiste una relazione tra le modalità di risposta del corso d'acqua all'evento di piena ed il modello fluviale precedente i più intensi sviluppi urbanistici (anni '60-'70). In molti casi si è potuto constatare che era possibile dare spiegazione dei processi rilevati e dei danni verificatisi in ragione della morfologia fluviale risalente agli anni '50. Questa constatazione risulta particolarmente significativa per il tronco astigiano Canove - confluenza Bobore. Oltre a quanto affermato va comunque ricordato che le forme fluviali relitte, anche quelle in parte obliterate per intervento antropico, svolgono un ruolo non trascurabile nel condizionare la propagazione dei deflussi e devono essere considerate vie preferenziali di correnti di inondazione o di riflusso.

- nel corso dell'evento gli attraversamenti hanno esaltato i processi associati alla propagazione della piena ogniquale volta hanno determinato restringimenti delle sezioni e quindi un impedimento al deflusso. Il cedimento o la lesione dei manufatti ha causato lo svuotamento di temporanei bacini di accumulo che hanno contribuito a restituire elevate portate, innescando correnti veloci. I casi analizzati pongono in evidenza che le lesioni sono avvenute a scapito dei rilevati di accesso che sono stati, o inizialmente sormontati e successivamente asportati, o demoliti per il sottodimensionamento di occasionali sottopassi. In tali condizioni i deflussi concentrati ad elevata energia hanno provocato danni alla piana alluvionale esterna all'alveo, spesso occupata da insediamenti. Questa constatazione dovrebbe indurre a considerare con maggior attenzione il problema della scelta dei siti più idonei per gli attraversamenti, e a definire con la dovuta oculatezza la più idonea tipologia del manufatto (lunghezza, dimensioni luci, tipologia costruttiva, rilevato, viadotto,...) in relazione al contesto morfologico, valutando coerentemente l'efficienza e la funzionalità dell'opera per le portate ordinarie e straordinarie.



Fig. 54. Comune di Farigliano, loc. Navante. Esposizione del substrato marnoso a seguito di erosione laterale dei depositi alluvionali in sponda destra del canale del fiume Tanaro.

- l'esame del ruolo svolto dalle arginature e dalle opere di difesa idraulica nel corso dell'evento porta alla ormai tanto ovvia, quanto disattesa, considerazione che ogni corretto intervento dovrebbe derivare da una profonda conoscenza del modello fluviale e della sua possibile risposta agli eventi di piena in termini di meccanismi di propagazione dei deflussi. Spesso, nel corso dell'evento, i deflussi eccedenti l'alveo, hanno ripreso antiche forme fluviali asportando argini interferenti con esse. Anche in tal caso sembra opportuno razionalizzare gli interventi di regimazione e di controllo idraulici considerando organicamente, già in fase di progettazione, aspetti quali:

- l'ambito morfologico;
- la funzionalità dell'opera sia in perfette condizioni di efficienza, sia una volta lesionata (impedimento al riflusso delle acque verso il corso d'acqua);
- il corretto dimensionamento e collocazione delle opere (che presuppone la definizione della portata di riferimento ed implicitamente della sezione entro la quale viene smaltito il maggior deflusso della piena).

3.2. IL FIUME PO

Cronistoria del processo di piena

• TRATTO OSASIO-BRUSASCO

Nel tratto considerato si possono riconoscere tre ambiti fluviali distinti sulla base delle caratteristiche morfologiche del corso d'acqua, della tipologia degli insediamenti attraversati (urbano o rurale) e dell'utilizzo del suolo.

1. Tratto Osasio-Moncalieri, nel quale si riconosce un andamento molto meandrizzato del corso d'acqua. In particolare fino al ponte di Carignano l'alveo è stato caratterizzato nella seconda metà del secolo da considerevoli cambiamenti. Infatti dal 1945 il corso d'acqua si è accorciato di circa 10 km operando 2 tagli di meandro in corrispondenza di Ceretto (Comune di Carmagnola) in occasione delle piene del 1957 e del 1977 (Piovano V., 1989), e si è abbassato di circa tre metri soprattutto a causa degli interventi antropici legati all'attività estrattiva che in questo segmento risulta particolarmente sviluppata (IRES, 1989).

2. Tratto Moncalieri - S. Mauro, dove il fiume attraversa l'area metropolitana e risulta completamente condizionato nel suo deflusso dalle opere di canalizzazione che sono state realizzate lungo le sue sponde. Sulla destra il fiume segue il margine collinare, sulla sinistra lambisce i grandi conoidi fluvio-glaciali del Sangone, Dora Riparia e Stura di Lanzo.

3. Tratto S. Mauro - Brusasco, nel quale il corso d'acqua segue il margine collinare da un lato e lambisce aree adibite ad attività agricola dall'altro. In questo tratto il fiume ha andamento rettilineo-sinuoso e la larghezza dell'alveo ordinario risulta molto variabile.

Il processo di piena

La piena del novembre 1994 ha interessato con differenti conseguenze il tratto considerato, dando luogo ad estesi allagamenti nel settore a valle di Torino e coinvolgendo in misura minimale i territori attraversati a monte dell'area metropolitana.

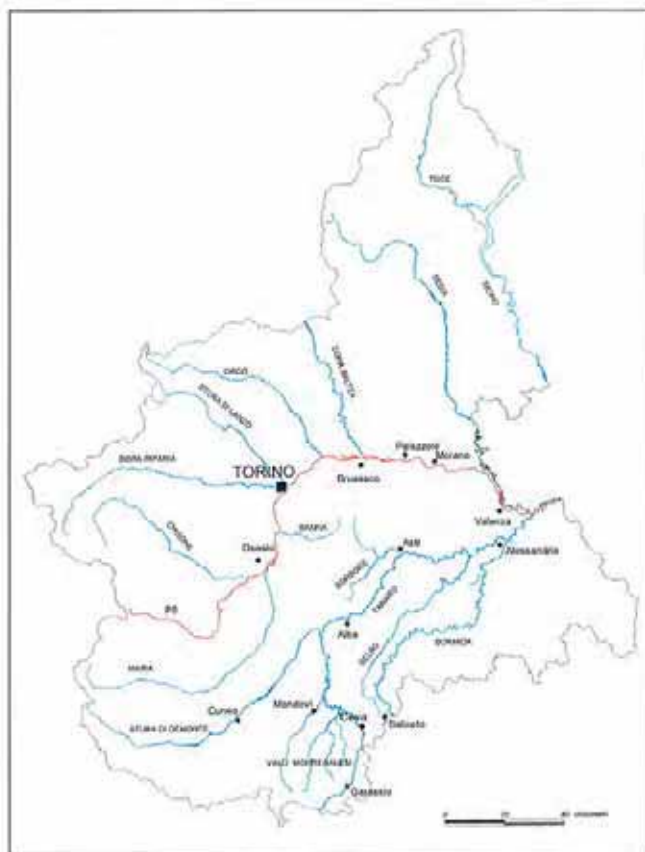


Fig. 55. Identificazione geografica dell'asta del fiume Po entro l'area piemontese.

Al confronto con i fenomeni di piena dell'ultimo secolo, quello in questione riveste carattere di eccezionalità solo nell'ultimo dei tratti individuati, e cioè quello compreso tra S. Mauro e Brusasco, dove si sono concentrati la maggior parte dei processi idrodinamici e numerosi danni alle opere ed alle attività di origine antropica.

Durante l'evento si sono registrati livelli idrometrici e di portata tra i più elevati dell'ultimo secolo. A tale situazione hanno indubbiamente contribuito gli apporti idrici riferibili agli affluenti del Po, in particolare nel tratto a valle di Torino. Si riportano di seguito i valori di portata registrati in corrisponden-

Stazione	Data	Ora	Livello (m)	Portata (mc/s)	Note
Cardè	6/11/94	18:00	4.1		
Carignano	7/11/94	1:00	4.61	1200	
Moncalieri	6/11/94			ca. 1500	(b)
Torino (Murazzi)	6/11/94	15:00	5.19	1500	(a)
Casale	6/11/94	12:00	4.15	6000	(a)
Valori di livello al colmo registrati dalla rete idrometrica del Magistrato per il Po e della Regione Piemonte; i valori di portata sono da ritenersi indicativi.					
(a) Valore massimo rilevato con lettura diretta.					
(b) Valore di portata media giornaliera calcolato dai dati dell'idrometro di Moncalieri (Ann. Stat. Comune di Torino, dai dati UIPO).					
in parte tratto da "Risorse Idriche".					

za di Cardè, Carignano, Torino (Murazzi) e Casale (i dati della prima e dell'ultima località citata non si riferiscono al settore in esame ma si riportano ugualmente per completare il quadro delle informazioni).

Si noti come le portate siano enormemente aumentate tra l'ultima e la penultima stazione per il determinante apporto dei corsi d'acqua che affluiscono nel Po a valle di Torino.

Descrizione dei processi e degli effetti associati al passaggio della piena

La descrizione dei processi e degli effetti legati all'attività fluviale del Po durante l'evento alluvionale del novembre 1994, deve necessariamente essere suddivisa in parti, all'interno delle quali la reazione del corso d'acqua è stata omogenea. Queste parti corrispondono ai tre tronchi di alveo-tipo già precedentemente individuati.

1. Tratto Osasio-Moncalieri: gli effetti della piena sono stati quasi ovunque contenuti ed hanno interessato con modesti allagamenti i coltivi e le aree più depresse in prossimità delle sponde. In questo tratto si sono quasi esclusivamente sviluppati processi in alveo, sia erosivi (a carico delle sponde e delle barre sabbiose) che deposizionali. Anche le numerose aree soggette ad escavazione prossime alla sponda del corso d'acqua non hanno fatto registrare particolari problemi, seppure in alcuni casi le tracce della piena osservabili in foto aerea inducano a pensare ad una situazione limite. I rari casi di allagamento associati al passaggio della piena si riferiscono sempre ad aree poco estese, topograficamente depresse e prossime alle sponde. Il meandro abbandonato che si sviluppa tra i comuni di Carmagnola e di Carignano è stato invaso completamente dalle acque di inondazione, ma tale episodio può essere senz'altro considerato comune e non necessariamente associato ad un evento eccezionale. Nei rari casi di esondazione la propagazione dei deflussi è stata condizionata dalla morfologia fluviale attuale e relitta. Il contributo della rete idrografica minore nelle zone di confluenza non è stato determinante e non ha fatto registrare particolari fenomeni associati al passaggio della piena, tranne che in corrispondenza della foce del Banna (si veda oltre). Gli argini che frequentemente sormontano le sponde di questo settore, non hanno condizionato l'evoluzione della piena perché generalmente esterni alle aree interessate dagli allagamenti.

Un discorso a parte merita il comune di Moncalieri dove gli estesi allagamenti che hanno interessato la zona di confluenza del torrente Banna nel Po si devono soprattutto al determinante contributo del corso d'acqua affluente, le cui acque di inondazioni provenivano da Santena; l'argine del Po divideva le aree inondate per apporto diretto del corso d'acqua principale da quello affluente. Nel settore più a Nord, oltre l'autostrada Torino-Piacenza, gli allagamenti sono rimasti contenuti all'interno degli argini che in questo tratto seguono con continuità il corso d'acqua.

2. Tratto Moncalieri - S. Mauro (area metropolitana): Tra Moncalieri e S. Mauro i modesti allagamenti che si sono generati sono esclusivamente attribuibili alla rete idrografica minore ed allo stato di saturazione della rete fognaria. Fanno eccezione alcune zone del comune di Moncalieri e del comune di S. Mauro, dove si sono registrati estesi allagamenti. Più in particolare in corrispondenza del centro abitato di Moncalieri si sono registrati allagamenti in destra orografica (zona di via Brandina) dove l'acqua ha oltrepassato l'ostacolo rappresentato dall'autostrada insinuandosi nei sottopassi che la attraversano e raggiungendo il rilevato ferroviario. La località "Le Vallere" (zona topograficamente depressa, adibita a parco e a coltivi) è stata inondata quasi ovunque a causa del duplice contributo del Po e del torrente Sangone (quest'ultimo ha eroso per un tratto di alcune decine di metri parte del rilevato arginale in sponda destra, nei pressi della confluenza nel Po). Nel tratto torinese il deflusso è stato pesantemente condizionato dalla presenza di grandi opere di canalizzazione che hanno contenuto gli effetti della piena. Gli allagamenti registrati sono infatti confinati alle immediate vicinanze delle sponde (es. Borgo Medievale nel Parco del Valentino) oppure risultano imputabili alla rete idrografica minore (es. Rio Regio Parco, a monte della confluenza dello Stura di Lanzo) o all'incapacità di smaltimento delle acque piovane da parte della rete fognaria (es. località Mad. del Pilone, in Corso Casale). Solo la zona che si estende sulla destra orografica a valle della confluenza del torrente Stura nel Po (zona di Strada del Meisino, occupata in gran parte da insediamenti industriali ed artigianali) è stata interessata da estesi allagamenti che hanno raggiunto altezze idrometriche di circa 2 metri. In questo settore, dove il Po descrive un'ampia curva e raccoglie le acque provenienti dal torrente Stura di Lanzo, la sponda sinistra è difesa fino al canale di derivazione, quella destra fino alla diga. Nel tratto privo di difesa sulla destra orografica (zona di Str. del Meisino) si è accentuato un fenomeno di erosione di sponda già evidenziato durante eventi precedenti, che ha contribuito alla fuoriuscita delle acque di inondazione lungo una direttrice bene identificabile in foto aerea. La propagazione delle acque in quest'area è stata condizionata dalla morfologia locale, rappresentata in parte dal margine collinare ed in parte da ostacoli di natura antropica quali scarpate di cava e rilevati stradali. Estesi allagamenti hanno interessato anche la sinistra orografica a valle della diga, dove le acque del Po hanno invaso l'area che separa il corso d'acqua dal canale di derivazione. Quest'ultimo è stato appena in grado di contenere la propagazione della piena verso i quartieri Barca e Bertoulla. La situazione risulta ancora più critica se si considera che lo Stura di Lanzo non ha dato un apporto considerevole a giudicare dagli effetti modesti che il suo passaggio ha indotto in prossimità del Parco della Colletta. Nel comune di S. Mauro si sono registrati allagamenti direttamente connessi all'attività fluviale del Po che, fuoriuscito in corrispondenza dei giardini pubblici

(sinistra orografica) ha invaso i quartieri limitrofi con livelli idrometrici generalmente inferiori al metro.

3. Tratto S. Mauro - Brusasco: Nel tratto compreso tra S. Mauro e Brusasco la piena ha causato il maggior numero di problemi determinando estesi allagamenti e rilevanti danni alle attività ed alle opere di origine antropica. Gli effetti del passaggio della piena si sono resi sempre più manifesti procedendo da monte verso valle, interessando aree estese anche molte centinaia di metri ed interferendo pesantemente con le opere di attraversamento e la rete viaria. Le grandi confluenze che interessano questo tratto hanno contribuito localmente ad amplificare gli effetti della piena.

Il passaggio della piena ha manifestato i suoi effetti sia in alveo che all'esterno dell'ordinaria via di deflusso. In alveo si è determinata una modificazione talvolta anche notevole della morfologia delle barre fluviali con settori interessati da accentuata erosione (che ha coinvolto frequentemente le sponde) o da processi deposizionali. In tali situazioni è stata in più tratti compromessa l'integrità delle difese spondali esistenti, in taluni casi completamente distrutte e superate verso l'esterno dal corso d'acqua (come è avvenuto ad esempio tra Mezzi Po e Brandizzo - sponda orografica sinistra, o su entrambe le sponde che precedono la confluenza Dora Baltea, nella zona di Borgo Revel e Monteu da Po).

Nelle aree inondate si possono individuare due fasce caratterizzate da livelli idrodinamici ed idrometrici differenti. La fascia più prossima al corso d'acqua, con ampiezza compresa tra i 30 e 70 metri è stata sede di vistosi e marcati processi fluviali quali alluvionamento, fenomeni di erosione lineare, presenza di livelli idrometrici elevati (frequentemente compresi tra 2 e 3 metri), alta energia di deflusso; a questi si sono associati danni al sistema arginale, alle attività agricole, agli insediamenti ed alle infrastrutture. All'esterno di tale fascia i livelli idrometrici sono stati generalmente inferiori al metro e mezzo e l'acqua di inondazione ormai dotata di bassa energia ha perso la sua capacità di agire pesantemente sul territorio.

La dinamica dei deflussi è stata condizionata dal-

lo sviluppo di forme fluviali relitte o da scarpate di natura antropica (in particolare orli di cava), come nel caso della zona di Mezzi Po o quella di Borgo Revel. In molti casi i rilevati stradali hanno costituito un ostacolo alla propagazione della piena, sebbene buona parte dell'energia era già stata dissipata, come è avvenuto in corrispondenza della circonvallazione di Verolengo. Viceversa lungo la Strada Provinciale n. 590, in prossimità del confine tra Chivasso e S. Sebastiano da Po, le acque hanno sormontando la via di comunicazione allagando una vasta porzione di territorio retrostante.

Il sistema arginale non molto sviluppato in questo tratto non è sempre stato in grado di contenere gli effetti della piena durante l'evento alluvionale, specie in prossimità delle confluenze più grandi, dove a cedere sono state le arginature dei corsi d'acqua affluenti (es. confluenza Malone). In altri casi aree protette dall'argine sono state raggiunte dall'acqua di piena per rotture verificatesi più a valle, come nel caso della zona di S. Raffaele Cimena.

La rete idrografica minore ed il rigurgito della rete sotterranea ha giocato un ruolo importante soprattutto nei comuni di Settimo, Brandizzo e Chivasso.

Nel primo caso non ha interagito con l'attività del Po, mentre negli altri due gli effetti degli uni e dell'altro si sono combinati. La rete affluente principale ha invece giocato un ruolo fondamentale dando un grande apporto e condizionando la propagazione dei deflussi nei settori di confluenza.

Tra i danni bisogna ricordare soprattutto quelli alle opere di attraversamento e alla rete viaria. Ai primi sono riferibili i crolli dei due Ponti di Chivasso, quello stradale per forte erosione alla base delle pile (Turitto et al. 1995) e quello ferroviario avvenuto il mese dopo l'evento a causa degli effetti indotti dalla piena. In alcuni casi la propagazione delle acque di piena ha prodotto l'asportazione parziale dei rilevati stradali e ferroviari. Tra i più eclatanti esempi va sicuramente descritto quello del tratto ferroviario Chivasso-Asti, a valle di Chivasso in sponda sinistra, dove per diverse decine di metri il corrispondente rilevato è stato asportato in più punti, lasciando intatti sola-



Fig. 56. Rilevato ferroviario della linea Chivasso-Asti asportato per un tratto di circa 300 metri in prossimità di San Sebastiano da Po.

mente i binari; la piena, superato tale ostacolo ha investito i territori più esterni al corso d'acqua per una distanza di circa 700 metri, generando grandi canali di erosione, che a distanza di un paio di anni risultano ancora evidenti (Fig. 56).

Tale zona si colloca in corrispondenza di una curva e di un restringimento del canale ordinario, in parte determinati proprio dal rilevato ferroviario. Un altro caso è quello della S.S. n. 11 a Brandizzo, dove in corrispondenza di via Po, parte del rilevato stradale è stato asportato per l'azione combinata del Po e di una roggia parzialmente intubata. Un ultimo esempio significativo di come il corso d'acqua abbia interagito con opere ed attività antropiche è quello della pista di motocross realizzata nel Comune di Gassino Torinese, che è stata completamente cancellata dal passaggio della piena. Tale pista si sviluppava in un ambito che può ancora essere considerato di pertinenza del corso d'acqua e non stupisce il fatto che sia stata così fortemente investita dall'evento (Fig. 57).

Confronto con processi di piena pregressi

Un utile confronto tra eventi deve necessariamente tenere conto della modificazione del paesaggio determinata nell'arco dei decenni dall'uomo. I radicali cambiamenti verificatisi riguardo l'utilizzo del suolo e i

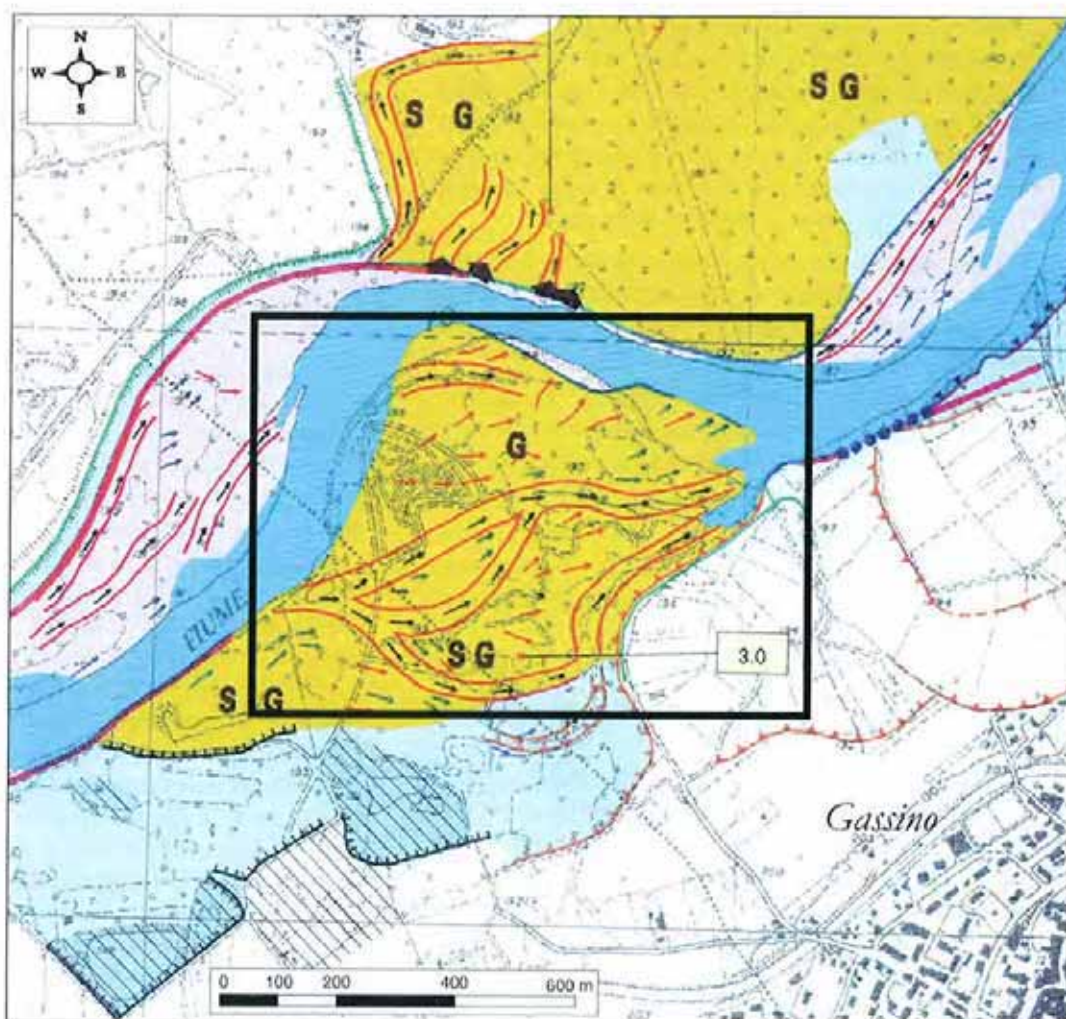
sistemi di protezione dagli eventi di piena hanno sicuramente influenzato l'esito del deflusso delle piene. Si descrivono brevemente gli effetti di alcune piene significative del passato.

Piena del maggio 1949. Gli effetti sul territorio furono particolarmente marcati allo sbocco del corso d'acqua in pianura (vennero inondate vaste aree tra Revello e la confluenza Pellice). Anche nel tratto compreso tra i comuni di Lombriasco, Pancalieri, Casalgrasso e quello di Moncalieri si registrarono estesi allagamenti.

Piena del novembre 1951. Gli effetti dell'evento alluvionale del novembre 1951 interessarono i territori attraversati dal Po in tutta la Pianura Padana a partire dal Piemonte centro orientale. Nel tratto piemontese un sostanziale apporto agli afflussi del corso d'acqua principale furono dati dal Fiume Sesia, che con i suoi affluenti inondò vaste aree della pianura vercellese. Sebbene l'evento pluviometrico del 1994 sia stato caratterizzato da volumi di precipitazioni totali inferiori rispetto a quello del 1951, ha avuto effetti disastrosi sul territorio per la forte concentrazione della pioggia nei due giorni culminanti.

Piena del maggio 1977. La piena del 1977 (con valori di portata paragonabili a quelli del 1994) ha avuto le maggiori conseguenze nel tratto a monte di

Fig. 57. Risulta evidente l'area in destra orografica (in parte delimitata da forme fluviali relitte) dove si sono concentrati intensi processi erosivi e deposizionali (area riquadrata). Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. Settimo T.se).



Torino, dove si sono registrati allagamenti più estesi rispetto a quelli del novembre 1994 e sono state riativate forme fluviali abbandonate, non coinvolte dall'evento autunnale.

Evento dell'ottobre 1992. La piena del 1992 ha avuto effetti paragonabili a quella del 1994 nel tratto che precede Torino (anche se ha fatto rilevare portate inferiori, Di Napoli et al., 1996), con allagamenti modesti che hanno interessato complessivamente le medesime aree interessate dall'evento più recente. Anche in questo caso le forme relitte e le scarpate di natura antropica hanno condizionato fortemente la propagazione della piena determinando una distribuzione degli allagamenti assai simile a quella del novembre '94 (archivi Banca Dati Geologica della Regione Piemonte).

Particolari situazioni di conflittualità tra corso d'acqua ed insediamenti

Il tratto che precede Torino non ha manifestato particolari situazioni di conflittualità tra uso del suolo e dinamica fluviale. Nella zona di Moncalieri gli allagamenti riferibili al Po sono stati efficacemente contenuti dal sistema arginale che si sviluppa tra le due sponde. Gli allagamenti esterni a tale sistema sono da imputarsi al torrente Banna e non sono da mettere in relazione con la situazione determinatasi nella foce del corso d'acqua affluente in quanto le acque di inondazioni provenivano da Santena.

Il tratto urbano, caratterizzato da notevoli opere di canalizzazione, non ha mostrato particolari situazioni di conflittualità. Sono tuttavia da segnalare alcuni ricorrenti comportamenti del corso d'acqua in risposta agli eventi di piena, e più precisamente:

- Moncalieri: la zona di Borgo Mercato è soggetta ad allagamenti connessi all'incapacità del sistema fognario di smaltire le acque di precipitazione durante gli eventi di piena.
- Moncalieri: la zona delle "Vallere" frequentemente soggetta a fenomeni di inondazione da parte del Po e del Sangone, rappresenta comunque un'utile cassa di espansione per la laminazione della piena.
- Torino: nella zona di Mad. del Pilone (corso Casale) lo smaltimento delle acque di precipitazione attraverso la rete fognaria causa frequentemente problemi di ristagno superficiale.
- Torino: la zona del Borgo Medievale (Parco del Valentino), particolarmente depressa da un punto di vista topografico, viene saltuariamente inondata.
- Torino: la sponda destra del Po, nella zona di via del Meisino (sita dopo la confluenza del torrente Stura di Lanzo nel Po) non è particolarmente alta, non è protetta da sistemi arginali ed è soggetta a fenomeni erosivi; questa situazione favorisce la propagazione delle acque di inondazione.
- Torino - San Mauro: nel settore compreso tra la sponda sinistra del Po ed il canale di derivazione (dopo

la confluenza del torrente Stura di Lanzo nel Po), si è determinata una situazione caratterizzata da livelli idrometrici critici per l'incolumità dei quartieri Barca e Bertoulla.

A valle di Torino, il passaggio della piena ha pesantemente interferito ovunque con gli insediamenti rurali, le attività antropiche e le infrastrutture. Particolarmente degna di nota è la situazione che ha coinvolto il ponte ferroviario di Chivasso, realizzato in un settore dove il corso d'acqua compie una curva particolarmente accentuata ed improvvisa, modificando di circa 90° la direzione di scorrimento. In questo contesto la tendenza naturale del corso d'acqua durante gli eventi di piena è ostacolata dalla presenza del rilevato ferroviario che precede il ponte. Ne deriva una strozzatura che contiene il corso d'acqua forzatamente entro i propri argini. Le eccezionali portate del novembre 1994 hanno determinato una situazione insostenibile, producendo danni irreparabili alla rete viaria, oltre che fenomeni di alluvionamento per centinaia di metri, che in un primo momento il rilevato aveva scongiurato (Fig. 58).

Dal punto di vista dell'efficienza con la quale smaltire gli ingenti volumi d'acqua associati al passaggio della piena, tra le possibili soluzioni si potrebbe valutare l'ipotesi di realizzare un'opera di attraversamento "tipo viadotto" che consenta di superare una situazione così particolarmente critica.

Un'altra situazione degna di nota è quella determinatasi a Chivasso in prossimità del ponte stradale abbattuto dalla piena, dove poco a valle dell'opera di attraversamento la sezione del corso d'acqua si restringe causando un rallentamento della velocità dei deflussi. Questa situazione si è dimostrata fatale per l'incolumità dell'opera, sulla quale hanno agito intensi fenomeni di erosione che ne hanno determinato il crollo. (Turitto et al. 1995).

• TRATTO CRESCENTINO-MONCESTINO

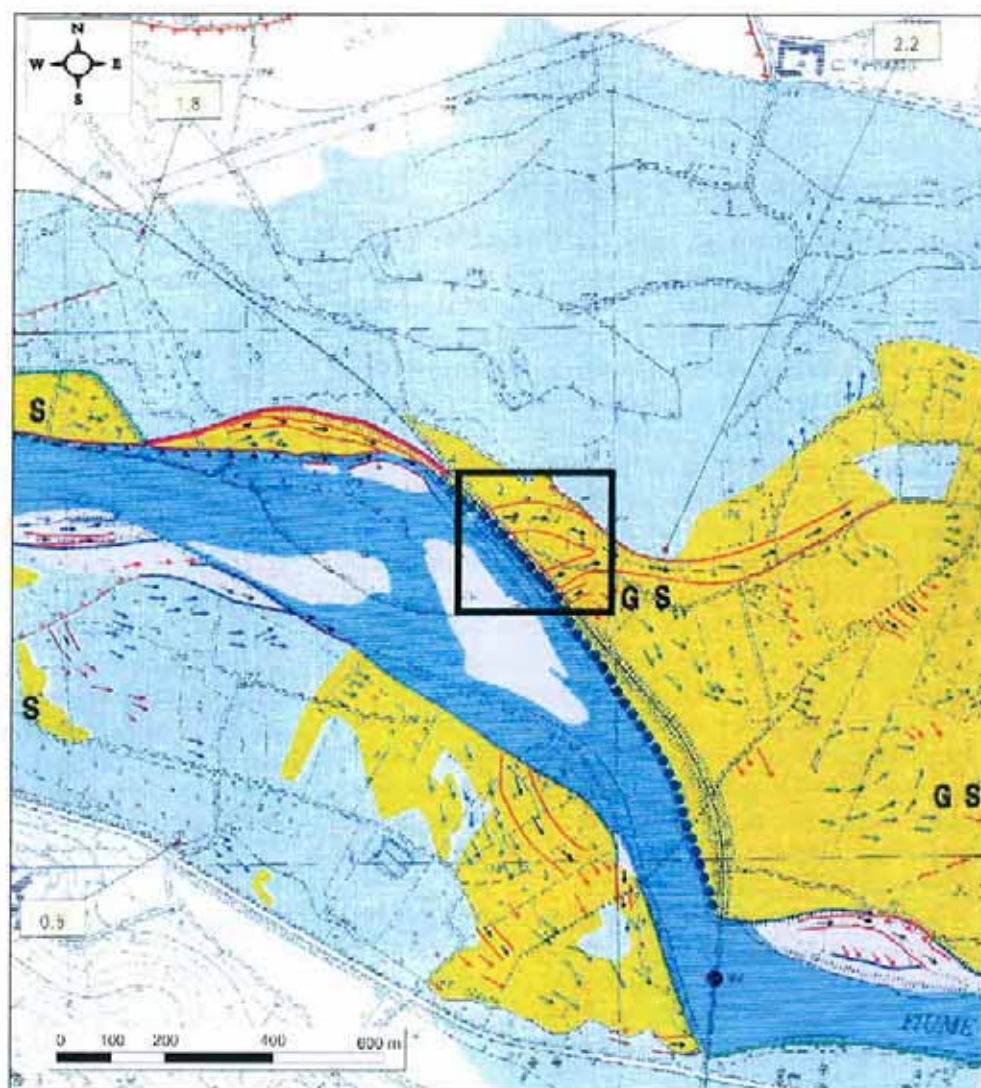
In sponda sinistra a monte del ponte di Crescentino il corso d'acqua ha mostrato un'accentuata tendenza a migrare verso sinistra scavalcando e scalzando le difese spondali e in particolare si è avuta un'accentuata erosione con arretramento della sponda circa 1 km a monte del ponte per un tratto lungo circa 300 m.

In sponda destra, sempre a monte di tale ponte, si è invece registrata una elevata erosione spondale che ha asportato in toto i ghiaietti presenti ed ha causato un arretramento della sponda di circa 150 m.

A valle del ponte in sponda sinistra non si sono registrati arretramenti significativi delle sponde e la prismata che si sviluppa da tale punto fino a Sud di Fraz. Sasso non ha subito danni particolari, anzi è stata soggetta in alcuni tratti a parziale seppellimento; la barra presente di fronte a Fraz. Mezzi di Po è stata però totalmente asportata.

La sponda destra (sponda di fronte a C.na Porro-zona ex discarica inerti di Verrua Savoia) non protetta da difese ha invece subito una forte erosione che ha causato la parziale asportazione delle lanca pree-

Fig. 58. *Situazione determinatasi in seguito al passaggio della piena. Risulta evidente l'estesa fascia di territorio interessata dal fenomeno di alluvionamento in sinistra orografica ed il grave danno alla rete viaria (area riquadrata). Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. Verolengo).*



sistente oramai stabilizzata e coltivata, portando così alla riattivazione di un preesistente alveo abbandonato ed alla creazione di due grandi isole fluviali costituite in parte dai terreni della lanca succitata.

Le difese spondali presenti in sponda destra a partire da C.na Margheria Vecchia sono state danneggiate nel loro primo tratto (dislocazione delle prismate per erosione al piede); da questo punto, fino alla confluenza con la Doretta Morta, il Po ha mantenuto invariate le proprie sponde e si sono riscontrate solo limitate e localizzate erosioni di sponda (poco rilevanti i danni alle prismate in destra tra C.na Ganoia e la sponda antistante la confluenza della Doretta).

In sponda sinistra alla confluenza con la Doretta nei pressi di fraz. Santa Maria si è invece registrata una forte erosione spondale con arretramento della scarpata delimitante l'alveo di piena.

Dinamica del processo in sponda sinistra

L'inondazione dei territori in sponda sinistra è stata causata dalla tracimazione della Dora Baltea a Ovest di Crescentino e dalla rottura dell'argine posto in prossimità di C.na Calcino. I flussi di esondazione provenienti dalla rotta di tale argini, riunitisi con i

flussi della Dora, che avevano in precedenza determinato l'alluvionamento di Fraz Galli, sono stati ulteriormente alimentati dalle acque fuoriuscite a Sud di Crescentino attraverso l'argine asportato poche centinaia di metri prima del ponte a Sud di cascina Cavezzino.

Le acque hanno danneggiato e scavalcato la massicciata stradale che porta al ponte per un tratto di circa 150 m e sono laminate verso Est inondando le frazioni a valle della massicciata stradale (Mezzi di Po, Sasso e Santa Maria) e risparmiando la sola fraz. Porzioni.

L'argine presente tra Mezzi di Po e Porzioni ha infatti impedito l'espansione delle acque fuoriuscite dal Po a valle del ponte, ma è stato aggirato dalle acque che hanno superato il rilevato della massicciata prima citata; queste incanalatesi al di sotto del ponte del rilevato stradale della SS 31 sono state responsabili dell'alluvionamento dei sobborghi ad Ovest di Crescentino (Mad.na del Palazzo) e del concentrico fino all'altezza di Piazza Garibaldi.

I danni alle attività agricole sono stati ingenti con dissesti macroscopici in particolare sui terreni compresi tra la Doretta Morta ed il Po ove si riscontra l'incisione di numerosi e macroscopici canali di erosione accompagnati da diffuse buche erosive e solchi

di erosione, dall'asportazione di coltri pedogenizzate e da ingenti deposizioni di materiali sabbiosi; notevoli anche i danni ai pioppeti.

Dinamica del processo in sponda destra

In sponda destra gli argini esistenti non hanno subito particolari danneggiamenti, ma vista la loro discontinuità non hanno potuto esplicare un ruolo attivo nella limitazione dell'area inondata.

Le acque sono riuscite a superare il rilevato della provinciale (verso le ore 12.00 del giorno 6) a monte del ponte di Crescentino alluvionando così numerosi edifici posti ai piedi delle colline e gli impianti dell'Acquedotto del Monferrato raggiungendo le massime altezze verso le ore 14.00.

A valle del ponte il limite di piena è costituito dal rilevato stradale della provinciale e l'inondazione ha interessato l'area della ex discarica di Verrua con rimozione in massa dei materiali stoccati, le c.ne Margheria Vecchia e Margheria Nuova.

I flussi d'esondazione hanno utilizzato come vie preferenziali di deflusso vecchie depressioni d'alveo nell'area dell'Azienda Agricola Margheria; si sono inoltre registrate alcune limitate zone caratterizzate da deposizione di sedimenti e da localizzati danni a terreni agricoli e pioppeti.

Nella zona di c.na Ganoia le acque sono state fortemente ostacolate nel loro deflusso dall'argine di Moncestino che ha così condizionato l'estensione dell'area inondata di fronte a c.na La Cascinetta.

• TRATTO MONCESTINO-PALAZZOLO

Descrizione dei processi morfologici associati al passaggio della piena.

Immediatamente a valle della confluenza con la Doretta Morta si è evidenziato un deciso cambio di direzione dell'asse del *thalweg* verso sponda sinistra accompagnato da una completa asportazione delle barre fluviali prima presenti ed un ripascimento generale lungo la sponda destra.

Il fenomeno erosivo a monte dell'ansa di Palazzolo in sponda destra ha subito una forte evoluzione con un arretramento della sponda valutabile in 100-150 m; di fronte la sponda sinistra (protetta da difese spondali) non ha presentato particolari fenomeni erosionali, ma le isole fluviali poste tra le due sponde hanno subito un forte rimodellamento con rilocalizzazione delle barre.

Il corso del fiume si è mantenuto poi invariato fino al tratto a Nord di Rocca delle Donne pressoché posto al limite del tratto in esame.

Dinamica del processo in sponda sinistra

In sponda sinistra dopo la confluenza della Doretta Morta l'estensione dell'area inondata si è ridotta notevolmente e le acque hanno laminato con bassa ener-

gia e limitate altezze nelle risaie poste a Sud di Fontanetto.

Nel tratto compreso a Sud di c.na Grosso e c.na Gianduia si individua chiaramente un terrazzo che ha delimitato il settore dei deflussi principali (*Principal Flood Way*).

In corrispondenza del punto di battuta dell'ansa di Palazzolo si è verificato l'abbattimento dell'argine presente. La lanca di Palazzolo è stata soggetta a fortissime azioni erosive da parte delle acque che hanno causato grandi canali di erosione e gravi danni ai pioppeti. La lanca appare ora praticamente divisa in due tronconi di pari lunghezza.

Le acque del Po, dopo avere provocato notevoli danni ai fossi irrigui nei pressi di c.na Olive hanno così allagato la zona Sud di Palazzolo mentre il quartiere più occidentale del paese è stato alluvionato dalle acque di rigurgito della roggia Camera.

A Sud di c.na Canneto Grande è proseguito presso il fosso dell'Acquarata il fenomeno di disalveo già riconosciuto in occasione delle piene del 1992-93 ed il profondo fosso erosivo preesistente è stato ampliato dai flussi di esondazione; tale linea erosiva ha suscitato un forte richiamo per le acque di piena, dirigendo verso l'argine maestro flussi turbolenti tali da comprometterne la stabilità.

Dinamica del processo in sponda destra

L'argine di Moncestino non ha subito danni di rilievo e gli allagamenti dei terreni retrostanti si sono verificati a causa della mancata manutenzione delle chiaviche disposte entro il corpo di quest'opera di difesa; all'interno di tale argine si è registrata una forte attività erosiva con asportazione generalizzata del primo strato di suolo alle spalle della prismata, solchi e canali di erosione.

Le acque hanno superato il terrazzo posto di fronte alla strada Osteria della Marca-Piagera ed hanno causato diffusi dissesti agli appezzamenti interni alla strada.

Lungo le sponde in arretramento le acque si sono riversate con forte energia all'interno della lanca causando forti erosioni dei terreni che la costituivano, ampliando un grande canale di erosione che ora la divide praticamente in due ed erodendo l'orlo del terrazzo che limita tale canale e quindi la lanca medesima; a tergo di tale terrazzo si sono registrati cospicui depositi di sedimenti nella fascia a pioppeto. Tale situazione potrebbe prefigurare un fenomeno di taglio di meandro con il nuovo corso d'acqua impostato all'interno del canale di erosione prima citato.

Il limite dell'area esondata è rappresentato dal piede dei rilievi collinari, tali rilievi dall'altezza di Brusasca di Gabiano bordano direttamente il corso del fiume.

• TRATTO PALAZZOLO-PONTESTURA

Nel tratto di sponda ricadente nella parte Est del Comune di Palazzolo e nel Comune di Trino non si

sono verificati processi erosivi degni di nota, né tantomeno cedimenti evidenti delle opere di sponda presenti con continuità su tutta la sponda sinistra e solo di fronte alle centrali ENEL in sponda destra.

A valle del ponte di Trino in sponda sinistra non si sono registrati particolari problemi per le difese spondali antistanti Cascina Pobietto, mentre è invece proseguita l'opera di scalzamento della prismata in zona riserva naturale Ghiaia Grande limitatamente al tratto antistante l'ex area di cava.

Sempre in sponda sinistra fino all'altezza di Pontestura le sponde hanno subito solo limitati rimodellamenti e le difese spondali poste di fronte all'abitato non hanno registrato cedimenti significativi.

A valle del ponte di Trino in sponda destra mancano completamente le difese spondali fino all'altezza dell'abitato di Pontestura; in tale tratto non si sono registrate erosioni di sponda significative ad eccezione della zona di fronte all'ex area di cava; in località Baracche di Pontestura le difese spondali, che bordano la sponda destra da tale punto fino al ponte, sono state in parte compromesse per scalzamento a tergo; tale fenomeno ha provocato l'incisione di un profondo canale di erosione pressoché parallelo alla sponda.

Dinamica del processo in sponda sinistra

Le acque hanno danneggiato ed asportato in più punti l'argine maestro e l'argine golenale posti a Sud-Est di C. Canneto Grande nella parte più orientale del comune di Palazzolo; in continuazione con il fenomeno predetto si è riscontrato il cedimento dell'argine della centrale ENEL a Trino.

Tale fenomeno ha causato nei punti di rotta danni notevoli alle attività agricole con erosione superficiale della copertura pedogenizzata e sconvolgimenti diffusi nel reticolo irriguo.

Il ventaglio di rotta ha quindi investito Trino, allagando completamente l'abitato con l'esclusione dei quartieri alti verso Nord, e zone limitrofe ed interrompendo la viabilità lungo la SS 31 bis e dirigendosi poi verso valle in direzione Morano.

In prossimità della scarpata morfologica che conduce alla lanca di Ghiaia Grande gran parte delle acque di scolmata sono rientrate nell'alveo generando notevoli fenomeni di erosione regressiva ai danni della scarpata medesima.

Una parte del flusso di piena è poi proseguito al di là del rilevato stradale della Vercelli-Asti sfruttando le vie offerte dai sottopassi.

La lanca ha però rappresentato anche una via preferenziale di scolmata per le acque fuoriuscite nella zona della ex cava che la hanno attraversata generando fenomeni erosivi e ampie zone di deposizione di sedimenti; le acque si sono incanalate lungo il preesistente canale di deflusso posto al bordo delle scarpate incidendolo ulteriormente.

Il limite dell'area esondata è rappresentato dal rilevato dell'incrocio tra la SS 31 bis e la SS 31 ad Ovest di Trino e poi si allarga, a causa anche delle acque di rigurgito delle rogge, a Nord della SS 31 fino all'al-

tezza di cascina Belgioioso; più ad oriente l'area esondata è prossima al grande e continuo terrazzo localizzato a Nord di Trino e non superava comunque mai la strada che collega Trino con c.na Campeggia e c.na Cornassi a Sud di Robella.

A Trino si è registrato l'allagamento totale dell'estesa zona industriale sita a Sud del paese con altezze idriche medie di 1 m e del centro storico con danni ingenti e diffusi a tutti gli insediamenti urbani; in particolare all'interno del centro storico si sono determinate altezze maggiori presso le abitazioni poste in fregio al reticolato idrografico minore alimentato a monte dai flussi di esondazione del Po.

Dinamica del processo in sponda destra

Lungo la sponda destra si sono avute esondazioni limitate alle sole aree golenali delimitate quasi ovunque dal piede collinare. Fa eccezione la zona di Brusaschetto Nuovo ove le acque hanno danneggiato in più punti il rilevato stradale a protezione del paese che è stato così allagato interamente.

Immediatamente a monte del ponte di Trino si sono avute due zone con intensa deposizione di sedimenti.

• TRATTO MORANO - CONFLUENZA SESIA

Tutta la piana del Po in provincia di Alessandria, ad Est di Trino Vercellese, viene coinvolta dall'evento alluvionale secondo due distinte dinamiche.

La prima riguarda direttamente l'alveo e l'area golenale compresa all'interno degli argini, caratterizzata da prevalenti livelli metrici di acque ad alta energia, con coinvolgimento di aree scarsamente antropizzate od al massimo interessate da attività agricole.

La seconda riguarda vasti territori all'esterno dell'argine sinistro; questa seconda tipologia è caratterizzata da livelli da decimetrici a metrici di acque a minore energia, con coinvolgimento di aree intensamente urbanizzate (abitati di Morano, Balzola, Villanova, Popolo, Terranova, ecc.).

Il danno è dunque senz'altro maggiore nel secondo caso, dove alle comuni conseguenze sull'attività agricola si sommano le più gravi ripercussioni su abitazioni private, edifici pubblici, viabilità e servizi.

Tale situazione prende origine a partire dalla mattina di domenica 6 novembre, quando attorno alle ore 5, le acque del Po oltrepassano i limiti delle aree golenali tra Palazzolo e Trino Vercellese. In questo tratto l'argine in sponda sinistra subisce un intenso dilavamento e cede in più punti; il concentrico di Trino Vercellese viene direttamente coinvolto a partire dalle ore 6.00.

Il ventaglio di rotta si disperde su di un'ampia sezione (oltre 5 km sull'asse Morano-Due Sture). Una parte delle acque punta ad alta velocità verso la località Pobietto (ore 7.30). La piena attraversa ad alta energia il rilevato stradale della S.S. 455 di Pontestura, sfruttando le vie offerte dai sottopassi e causando il

crollo di alcuni ponticelli e numerose interruzioni nella viabilità secondaria.

Una gran parte della piena si disperde in laminazione diffusa verso Nord-Est e nelle 24 ore successive verrà drenata dai canali irrigui e dalle rogge, tra l'altro causando più a valle la tracimazione del canale Magrelli. A partire dalle ore 8.00, si susseguono gli allagamenti di numerose aziende agricole (c.na Nuova, Gorra, Castellaro, Madonna, Cardinala, Priorato, ecc.) e degli abitati di Morano sul Po (livello massimo di 1.4 m) e Due Sture (livello massimo di 0.8 m).

All'interno dell'area golenale, in sponda sinistra, la via preferenziale di scollmata è costituita dal corpo di lanca di Ghiaia Grande, che è attraversata da flussi con forte potere trattivo e che genera intensi fenomeni di erosione della scarpata morfologica con conseguenti accumuli di materiale fluitato più a valle. L'area del ex autodromo di Morano, viene sommerso da livelli medi di 1.5 m di acqua ad altissima energia, subendo gravi danni alle recinzioni esterne, forti depositi ghiaioso-sabbiosi e formazione di evidenti canali di erosione.

In sponda destra si verificano esondazioni nelle sole aree di golena, in quanto delimitata quasi ovunque dal piede collinare. Viene coinvolto il solo centro abitato di Brusaschetto Nuovo, a causa della rottura dell'argine (attorno alle ore 5.00). Tra le ore 6.00 e le 8.00 di domenica 6 novembre, anche in località Baracche di Pontesura la difesa spondale è in parte compromessa per scalzamento a tergo, con lo sviluppo di un profondo canale di erosione pressoché parallelo alla ripa.

Nel frattempo a Morano le acque esondate sono rallentate dai rilevati stradali e ferroviari, fino a quando, con il progressivo superamento di questi ultimi, si determina un avanzamento del fronte di piena con moto a bassa energia in direzione di Balzola (Fig. 59). Attorno alle ore 17, tale centro è allagato una prima volta da Sud-Est, con livelli massimi di circa 0.6 m sul piano campagna.

Le acque drenate nel circondario di Due Sture alimentano la piena della roggia Stura, che nel corso

della mattinata raggiunge anche il territorio di Villanova Monferrato.

Intanto all'interno della golena la piena del Po raggiunge Casale Monferrato, dove i livelli toccano il massimo picco circa alle ore 12.00. A monte della città si osservano consistenti danni alle opere di difesa idraulica, in particolare ai pennelli ed alle prismate ubicate in sinistra, tra la c.na Florida e la traversa del canale Lanza, dove risulta anche danneggiato un pilone dell'elettrodotto che attraversa il fiume.

Profondi solchi di erosione si aprono in sponda sinistra, erosioni diffuse danneggiano terreni coltivati a pioppeto o a mais, una consistente diversione d'alveo si sviluppa in prossimità dei nuclei di baracche, con livelli che raggiungono e spesso superano i 4.0 m sul piano di golena. Alcune baracche vengono distrutte e spazzate via dalla corrente.

In sponda destra si osservano danni alle strutture della Società Motonautica. L'argine del canale Lanza (che più avanti attraversa la città), ubicato tra la traversa e l'ex stabilimento Eternit, rischia di essere sormontato con concreti pericoli per l'abitato di Casale. Soltanto con interventi in extremis mediante innalzamento con sacchi di sabbia e detriti si evita il peggio (Fig. 60).

In città sono coinvolti alcuni edifici ubicati in vicinanza del ponte ferroviario (0.4 m in destra, 1.6 m in sinistra), oltre che la Società Canottieri, in prossimità di piazza Castello (1.5 m). I livelli inizieranno a calare attorno alle ore 15.

In generale la sezione di deflusso nel tratto di Casale, nel novembre 1994, sembra apparire inadeguata ad ospitare una piena simile, sfiorando la crisi estrema pur in presenza dell'alluvionamento di Trino e di Morano, senza il quale l'onda di colmo sarebbe stata ben più alta.

Nel corso del pomeriggio l'acqua in laminazione che da Morano ha raggiunto Balzola, si sta lentamente spingendo, alla velocità di pochi decimetri al secondo, verso la frazione Popolo. Il rione Corno è raggiunto alle 19, il rione Castello alle 22, il rione Grassi alle 24. I livelli sono decimetrici, l'energia molto bassa, ma gli edifici coinvolti sono centinaia.

Intanto alle 19 la piena della roggia Stura raggiunge l'abitato di Terranova, dove di riflesso causa il rigurgito del torrente Marcova, anche esso affluente destro del fiume Sesia. Si assiste in quest'area all'interferenza di acque di esondazione di quattro diverse provenienze:

1. al centro il rigurgito del torrente Marcova, che interessa le località di Grangia di Gazzo (1.2 m) e del Mulino di Grangia;

2. a Est la piena del fiume Sesia, che fa registrare livelli fino a 3.0 m al piede degli argini principali e la rottura di alcuni argini minori in prossimità della confluenza con il Marcova;

3. a Ovest la piena della roggia Stura, che dopo oltre 20 km di percorso fuori alveo e centinaia di edifici ed infrastrutture vulnerate, causa ancora la distruzione del ponte di Terranova e l'allagamento dei due terzi dell'abitato (fino a 1.0 m).



Fig. 59. Balzola. Novembre 1994: rilevato stradale asportato.



Fig. 60. Casale Monferrato, località Traversa Canale Lanza. 7 novembre 1994: la piena in fase decrescente.

4. a Sud la piena principale del fiume Po, transitata in golena alcune ore prima a causa della maggiore velocità, viene qui ben contenuta dagli argini e causa danni di un certo rilievo solo all'agricoltura ed alle difese spondali.

Nella notte tra domenica 6 e lunedì 7, a monte della confluenza Po-Sesia, l'allarme sta rientrando quasi ovunque. Ma la gran massa d'acqua che per tutta la giornata di sabato si è lentamente raccolta nei fossi, si sta ora concentrando nei collettori principali della rete di canali irrigui, tra cui il canale Magrelli. Quest'ultimo, alle 4 del mattino di lunedì 7, tracima improvvisamente investendo nuovamente l'abitato di Balzola da Nord, dopo che questo aveva già subito un primo allagamento da Sud nel coso del pomeriggio della domenica.

Anche Villanova Monferrato, attorno alle 6 di mattina di lunedì 7, viene ancora coinvolta dalle acque fuoriuscite dal canale Magrelli. Nello stesso momento, il culmine di piena d'alveo del Po, sta transitando in prossimità dalla confluenza con il torrente Scrivia, oltre 40 km più a valle, e si dirige verso Pavia.

• TRATTO CONFLUENZA SESIA - VALENZA PO

Il tratto d'alveo del fiume Po, compreso tra l'area di confluenza con il Sesia e quella con il Tanaro, è caratterizzato da flussi ad alta energia concentrati in area golenale ed all'interno degli argini (Fig. 61).

Mentre attorno a mezzogiorno della domenica il culmine di piena transita da Casale Monferrato, si registra il rapido innalzamento dei livelli in corrispondenza dell'abitato di Frassineto Po. Il massimo picco sarà raggiunto alle 14, con livelli al piede interno degli argini che raggiungono i 3-4 metri sul p.c. originario.

A monte di Frassineto, la depressione morfologica dovuta alla presenza di un paleoalveo terrazzato viene allagata dal rigurgito di un rio minore per oltre 1 km in direzione Sud-Ovest (c.na Martinotti), senza però causare gravi danni ai manufatti ed all'attività agricola (0.2 m).

In prossimità dell'alveo si determina un forte scalzamento alla base ed a tergo della prismata in sponda destra, quasi all'altezza del collo di meandro di regione Mezzi. Anche la prismata in regione Isola del Capastro - Ardissina è rimossa in due settori.

Consistenti depositi sabbiosi si accumulano sui terreni agricoli posti tra Po e Sesia; localmente si registrano invece forti asportazioni di suolo per fenomeni di avulsione operanti in alcune depressioni preesistenti.

In seguito al superamento della prismata in regione Mezzi, i flussi fortemente accelerati incidono un solco d'alveo che isola l'apice della barra di meandro, da tempo stabilizzata ed utilizzata a fini agricoli. Nel tratto terminale della lanca Ardissina, i flussi in uscita determinano un allagamento della vecchia sezione del corpo di lanca.



Fig. 61. *Ripresa aerea della zona di confluenza tra i fiumi Po e Sesia a seguito dell'evento alluvionale del 1994 (cfr. tav. 5 fuori testo). Concessione SMA n. 1-113 del 4 marzo 1999.*

A monte dell'abitato di Valmacca la sezione allagata misura oltre 3 km. Un brusco restringimento, causato dalla disposizione degli argini, riduce tale sezione a circa 1.5 km in corrispondenza della cascina Torre d'Isola. Alle ore 12.15, a valle di tale restringimento, in sponda sinistra (Regione Lombardia), a causa dell'improvviso incremento di energia le acque troncano per sifonamento un tratto di alcune decine di metri di argine; un ampio territorio compreso tra i Comuni di Breme e Sartirana (PV), è interessato da una fuoriuscita di acque che solo in parte vengono contenute dai terrazzi fluviali più elevati (Fig. 62).

Il massimo picco transita in corrispondenza di Valmacca attorno alle ore 15, mentre alle ore 17 attraversa il comune di Bozzole. Escludendo la rottura d'argine in sponda sinistra, nel tratto Valmacca-Bozzole non si registrano gravi danni alle altre opere spondali. Consistenti invece i danni all'agricoltura e la c.na Mezzano è allagata da 1.0 m d'acqua.

Forti depositi sabbiosi e ghiaiosi si osservano un po' dappertutto. La sponda sinistra, dove non presenti le opere di difesa sponale, è soggetta a processi di avulsione laterale cui fa seguito un certo arretramento dell'originario profilo (loc. Barca del Marchese-foce del canale di Breme). Intensi rigurgiti si osservano attorno alla c.na Cesarina (2.0 m); essi sono

determinati dall'azione combinata del Po, del "Sesia Morto" e del canale di Breme (andamento pluricur-sale dei deflussi). In serata, verso le ore 21, i livelli decresceranno in territorio di Bozzole e la popolazione, evacuata cautelativamente nel corso del pomeriggio, potrà rientrare alle proprie abitazioni.

La frazione Rivalba è parzialmente allagata dal rigurgito del torrente Laio ed in particolare a causa della rottura di un tratto della sponda sinistra di quest'ultimo. Sempre in sponda destra del Po, altri argini minori, posizionati trasversalmente ai deflussi principali, vengono danneggiati o sifonati in almeno sei diversi punti ed alcuni fabbricati agricoli subiscono gravi allagamenti (fino a 2.5 m).

A monte di Valenza Po il rigurgito del torrente Grana causa l'allagamento per alcune centinaia di metri della S.P. 55 Casale-Valenza.

Nei pressi del ponte della S.S. 494, le baracche in sponda destra sono interessate da quasi 3.0 metri d'acqua ad alta energia ed anche la cascina Farina (proprietà del Parco Fluviale del Po) è allagata da 0.5 metri d'acqua.

A monte del ponte la sezione complessiva allagata, compreso il tratto inondato all'esterno degli argini a causa della rottura di Breme, raggiunge quasi i quattro chilometri, mentre in corrispondenza del pon-



Fig. 62. Breme (PV). Novembre 1994: rotta arginale in sponda sinistra Po.

te si ha un forte restringimento della golena e la sezione si riduce a circa due chilometri.

In sponda destra la c.na Grossa e la c.na Nuova rischiano di essere investite dalle acque del Po e da quelle rigurgitate dal Grana; gli argini del Po reggono nonostante la forte spinta (quasi 3.0 m al piede interno) ed il torrente Grana riesce nonostante tutto a smaltire gradualmente le acque di rigurgito. Gravi danni subiscono invece le opere di difesa e le attività agricole nei pressi della c.na Boccione (in sponda sinistra).

Il culmine di piena passa in corrispondenza di Valenza Po attorno alle ore 19. Il pennello a protezione del ponte ferroviario è completamente distrutto, viene rimossa la prismata sotto al Castello Menada, la regione Oche è sottoposta ad intensi accumuli di sabbia e si verificano danni all'attività agricola.

In sponda sinistra si osservano fontanazzi lungo l'argine in comune di Torreberetti (PV) ed intensi fenomeni alternati di deposito ed erosione si registrano in regione Boscone. In questo tratto, ad eccezione dell'attività agricola, non si verificano particolari problemi ad insediamenti od infrastrutture, in quanto vengono coinvolte unicamente le arce di golena.

È evidente la tendenza del fiume di spostare verso la sinistra idrografica il suo asse, fenomeno particolarmente evidente per la marcata erosione e l'arretramento della sponda in regione Isolone e nella zona del gerbido di Frascarolo. I canali di erosione lasciati dall'evento sono profondi qualche metro e raggiungono il tetto freatico.

In sponda destra si manifesta una modesta prosecuzione del fenomeno erosivo in regione Vecchio Porto di Valenza, già in atto dal 1993.

• TRATTO VALENZA PO - ISOLA S. ANTONIO

In corrispondenza del territorio comunale di Valenza Po il transito del culmine di piena è particolarmente rapido ed alle 21 il livello inizia a calare vistosamente. Alla stessa ora in territorio di Bassignana si raggiunge il massimo picco.

Le prismate di regione Boscone (sponda sinistra) ed in corrispondenza dell'abitato di Mugarone (sponda destra), subiscono diversi cedimenti per processi di erosione al piede.

Tutta l'area golena è investita da livelli metrici di acque ad alta energia e, ad eccezione delle erosioni di sponda, prevalgono i fenomeni di deposito diffuso di materiali sabbiosi, senza arrecare particolari danni alle coltivazioni di pioppo.

Le cascate della zona sono allagate da livelli variabili di acqua e detrito: Fabbricone (l'unica abitata, 0.5 m), Altara (2.5 m), Pallavicini (1.0 m), Angeleri (0.4 m); inoltre sono gravemente coinvolte alcune baracche in sponda destra, sotto Bassignana. Qui il campo sportivo comunale, sito in golena, è allagato da circa 2.0 m d'acqua.

La riserva naturale del Boscone è dunque oggetto di flussi di sciolmata principali e tutte le depressioni di lanca (in particolare Mezzo Gadolo e Guecca), sono sottoposte ad intenso passaggio di materiali e detriti vari. Lungo la sponda destra si innesca una linea erosiva all'altezza del confine della riserva, cui fa seguito l'arretramento della ripa (zona del ghiaretto di Bassignana).

In corrispondenza del punto di massima curvatura dell'ansa di Bassignana, l'alveo si sposta verso la

sponda sinistra, determinando la formazione di un esteso ghiareto, dal quale tra l'altro affiorano antiche rovine.

In sponda sinistra, in territorio lombardo, si verifica il superamento del terrazzo morfologico di località Bric San Martino, sprovvisto di argine, con conseguente allagamento della parte Sud dell'abitato di San Pietro (una decina di edifici alluvionati) e laminazione esterna di acque che aggirano la testata d'argine.

L'ansa di regione Guecca, a valle di Bassignana, viene solcata violentemente dai flussi, con diffusi danni alle difese della sponda destra e notevoli depositi di materiali sabbioso-ghiaiosi.

In prossimità della confluenza con il fiume Tanaro anche le difese in sponda sinistra subiscono gravi danni. Attorno alla mezzanotte del 6-11-94 il culmine di piena del Po interessa il territorio di Alluvioni Cambiò.

Alla stessa ora, in sponda destra ed all'esterno dell'argine, le acque del Tanaro fuoriuscite dalla rotta arginale di Piovera, stanno allagando l'abitato di Grava, procedendo in lenta ma progressiva laminazione verso l'abitato di Alluvioni Cambiò. È stato verificato che, in sponda destra, gli argini non sono stati tracciati né sifonati in alcun punto.

Pertanto, nei comuni di Alluvioni Cambiò ed Isola S. Antonio, l'allagamento dei centri abitati è totalmente da attribuire alle acque del Tanaro fuoriuscite a monte e che hanno riattivato antichi paleoalvei esterni agli argini del Po (roggia Corsica, ecc.).

Le acque del Po (all'interno dell'area golendale delimitate dagli argini) viaggiano a velocità decisamente più elevata e con maggiore energia, causando limitati ma diffusi danni ai pioppeti in zona confluenza Tanaro ed in altre aree agricole più a valle (Sassonia, Capraglia, ecc.). Materiali fluitati si concentrano nell'ansa del paleoalveo in loc. Casa Grossa (3.5 m), a Ovest di Alluvioni Cambiò.

In generale gli argini in sponda destra non subiscono gravi danni, mentre l'argine opposto cede in prossimità di Gambarana (PV). L'erosione colpisce quindi prevalentemente la sponda sinistra, in territorio lombardo, con l'allagamento anche di parte dell'abitato di Pieve del Cairo e Cambiò Nuovo (0.6 m).

Il maggiore danno alla viabilità è certamente quello subito dal rilevato della S.S. 21, disposto ortogonalmente alla direzione di piena, che conduce al ponte sul Po. Il ponte stesso è danneggiato ed il rilevato stradale tagliato in più punti, sia in sponda piemontese, sia in sponda lombarda, con livelli di massima piena che toccano i 5 metri sul p.c. originario.

In destra, l'eccezionale incremento di energia causato dalla strozzatura determina lo scalzamento della spalla del ponte e della difesa spondale, oltre che profondi canali di erosione di diverse centinaia di metri di lunghezza.

Il massimo picco del culmine di piena transita in corrispondenza di Isola S. Antonio attorno alle ore 2 di lunedì 7 novembre. Gli impianti della cava di inerti in loc. San Siro sono interessati da livelli attorno a 1.8 m sul p.c., mentre tutta la golena destra è inte-

ressata da intensi fenomeni di deposito sabbioso alternati alla creazione di canali di erosione, specie al piede dei terrazzi fluviali preesistenti e dei paleoalvei.

La prismata che corre verso la confluenza con il Torrente Scrivia risulta in stato di semiseppellimento per l'accumulo di estesi ghiareti sulla sponda destra.

Nella golena di regione Montemerla la piena del Po defluisce attorno alle ore 5 di lunedì 7. Essa sarà in parte nuovamente allagata 24 ore più tardi, per la rottura artificiale dell'argine di Isola S. Antonio, che consentirà il deflusso delle acque di Tanaro fuoriuscite dalla rotta di Piovera e progressivamente accumulatesi a Est dell'abitato (loc. Celestina, frazioni di Guazzora ed Alzano).

Nel corso della mattina del lunedì, la piena principale del fiume Po, procede ormai verso est interessando il territorio della provincia di Pavia.

3.3. IL FIUME BORMIDA DI MILLESIMO

Cronistoria del processo di piena

• TRATTO CENGIO-GORZEGNO

Pochi chilometri a monte di Saliceto, il fiume Bormida di Millesimo entra in territorio piemontese dopo aver drenato un'area montuosa di circa 100 km² profondamente incuneata entro lo spartiacque ligure piemontese. L'esondazione che si è verificata a parti-

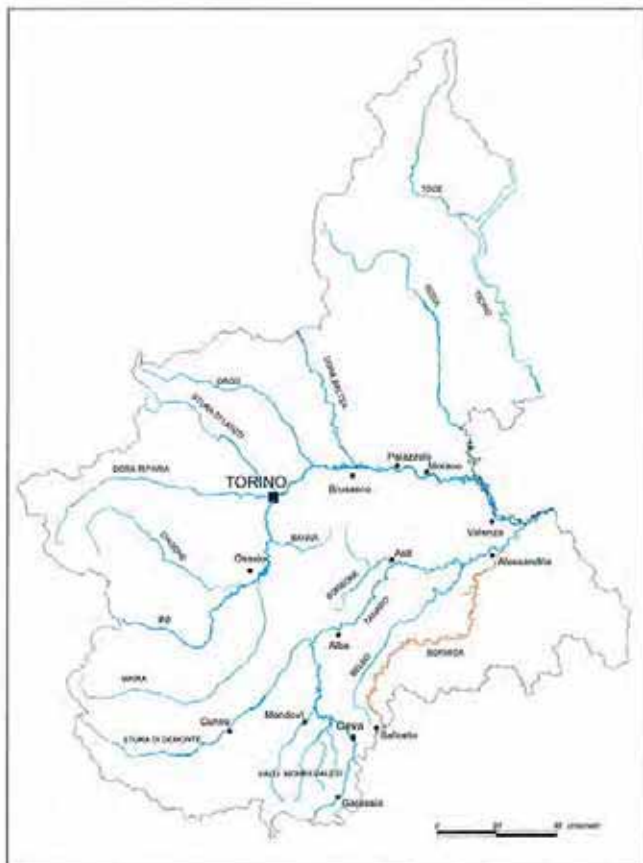


Fig. 63. Identificazione geografica dell'asta del fiume Bormida di Millesimo entro l'area piemontese.

re dalla serata del 5-11-1994, ha interessato un fondovalle piuttosto largo e non eccessivamente inciso, se non localmente, con pronunciata sinuosità del corso d'acqua.

Già in località Boschetto la piena ha avuto sufficiente energia per originare pronunciate erosioni spondali che, in corrispondenza di cascina Bazzaretti, hanno provocato intensa mobilitazione e deposito di sedimenti sabbiosi. In questa località il ramo di corrente ha accentuato la curva del meandro abbozzando un canale di erosione e invadendo la sponda sinistra per almeno 150 metri.

Nel tratto che precede l'abitato di Saliceto ambedue le sponde sono state interessate dalla piena per ampiezze che superano i 200 metri. Talora, come è accaduto a valle di San Sebastiano, la rete delle canalizzazioni agricole, piuttosto diffusa nell'area, ha intercettato ed indirizzato l'onda di piena subendo, per contro, fenomeni di rigurgito. Il rilevato di accesso del ponte di San Michele ha agito da sbarramento, in sponda sinistra, all'onda di piena; ne è risultata smorzata l'energia delle acque e favorito l'allagamento dei terreni agricoli.

Le acque del Bormida, unendosi a quelle del rio San Michele impedito nel deflusso, hanno allagato alcuni edifici e cortili della frazione; sia il ponte che il rilevato, tuttavia, non hanno subito danni rilevanti. Tutta l'area della piana alluvionale a est di San Michele è stata allagata in sponda destra: il fiume descrive qui un'ampia curva, all'interno della quale le acque hanno trovato parziale espansione. L'esondazione ha sfiorato, senza coinvolgerlo, il Cimitero di Saliceto, asportando per centinaia di metri, a causa di un'intensa attività erosiva, una strada che decorreva in fregio all'alveo, per sormontare, infine, il ponte che collega Saliceto all'abitato di Camerana; nessun danno, invece si è verificato sulla sponda sinistra, profondamente incisa.

Il proprietario di un edificio sito a poca distanza dal ponte racconta che la piena è divenuta evidente verso le ore 18 del sabato. La gravità dell'evento si è però manifestata solo qualche ora più tardi, verso le 21, quando il testimone, rendendosi conto del pericolo, è riuscito a fuggire dall'edificio a bordo di un trattore. L'onda di piena ha raggiunto in questo luogo il suo culmine alle ore 23 con altezze della lama d'acqua fino a 190 cm rispetto al piano campagna. Il campo sportivo di Saliceto, sito poco ad est, è stato completamente allagato; l'adiacente azienda alimentare è stata interessata da un'altezza delle acque di piena di almeno 130 cm.

La testimonianza della proprietaria conferma quanto asserito in precedenza relativamente all'ora di massima piena e ribadisce inoltre il contributo del canale del Molino nell'allagamento di quest'area; tale canalizzazione demarca in quasi tutta l'area il limite dell'esondazione, che, alla periferia nord di Saliceto, decorre ad almeno 300 m di distanza dall'alveo in sponda destra.

Più a nord la piena ha interessato dapprima la sponda sinistra, che, non più incisa, è posta a un livel-

lo poco superiore all'alveo, per poi lambire, sulla sponda opposta, la frazione Lignera.

Il proprietario di un'abitazione sita fra il Bormida e la S.S. n. 339, afferma che il massimo di piena è stato raggiunto alle 23,40 del sabato: il colmo della piena è durato meno di un'ora, tanto che alle 0,30 della domenica l'acqua era già sensibilmente calata di livello.

Risparmiato il nucleo edificato posto in fregio alla strada statale, in corrispondenza di Case Capellini, il Bormida esondava in sponda destra arrivando a lambire un fabbricato per un'altezza stimata di circa 0,4 m misurati sulla facciata rivolta verso Bormida e rispetto al piano dei cortili. Poco a valle del Rio Niggia, l'estensione della piena ha superato i 300 m in sponda destra, per altezze di circa 25 m rispetto al piano campagna che, è da notare, è sito mediamente 1,5 m al di sopra dell'alveo di magra del Bormida.

Il conoide del rio Niggia, a sua volta, ha esplicato violenta attività con segni visibili di straripamento specie in destra idrografica.

Il Bormida, a monte della conoide, percorre un breve ma deciso meandro in località. Bric Bresciani, ove segni di vistosa erosione sono visibili in sponda sinistra all'entrata della curva, a sottolineare la direzione prevalente dell'onda di piena che ha tagliato, in fase di massima portata, il meandro. La sponda, che assume aspetto "a gradino" e che perciò ha consentito il rientro della corrente nell'alveo di magra, è allineata con una profonda erosione ad andamento canaliforme profonda anche 1-1,5 metri e larga 5-8 metri, dotata di buona continuità, che percorre trasversalmente l'interno del meandro per una lunghezza superiore ai 150 metri. In corrispondenza del taglio, il sedime fine superficiale è stato completamente asportato mettendo in luce un substrato di materiale alluvionale ghiaioso ciottoloso. L'area compresa fra il canale di erosione e l'alveo attuale mostra invece segni di alluvionamento fine (materiali limoso-sabbiosi). Tutta l'area sottesa dall'interno del meandro è comunque stata invasa dall'acqua. Una misura indicativa dell'altezza di massima piena, evidenziata ancora mesi dopo da detriti impigliati ai rami di alberi e arbusti, stabilisce un livello di piena pari a 3-3,5 metri rispetto al piano campagna.

Il campo sportivo di Camerana, sito in sponda sinistra un chilometro a valle del meandro, è stato invaso dall'acqua che ha abbattuto le recinzioni e depositato materiali fini particolarmente su una spianata posta immediatamente ad Est del campo sportivo stesso, fermandosi alla base di una scarpata alta qualche metro su cui corre una carrareccia che segue il fiume. Il livello di massima piena misurato sul muro Ovest dell'edificio d'ingresso allo stadio è stato pari a 95 cm circa. Nell'immediata adiacenza dello stadio è posta una stazione di monitoraggio idrometrico di competenza regionale. I dati rilevati dalla stazione hanno consentito di individuare l'altezza della lama d'acqua nel punto come pari a 5,5 m circa rispetto al piano di zero idrometrico in alveo.

In sponda destra, presso la frazione Garelli di

Camerana, la violenta attività in conoide del rio Chiappino ha gravemente danneggiato, con parziale asportazione dei manufatti, i lavori in corso presso l'attraversamento della S.S. 339. Danneggiati anche gli impianti sportivi siti in adiacenza della S.S. 339 in destra del rio Chiappino.

A valle del rio Chiappino, il Bormida costeggia la contrada cosiddetta "Bassa" del comune di Camerana, zona caratterizzata da più intensa concentrazione di abitazioni nonché da installazioni industriali. In tale area l'esondazione, specie in destra idrografica, ha avuto effetti rilevanti, in concomitanza con la violentissima attività esplicita in conoide del rio dei Cardoneti. In contrada Bassa, una serie di edifici posti in fregio alla S.S. 339 è stata lambita dall'onda di piena con livelli variabili fra 0,45 e 0,70 metri dal piano di imposta.

Diversi testimoni affermano che l'ingrossamento del Bormida è iniziato qui nella tarda mattinata del sabato e che il livello di massima piena è stato raggiunto nella località verso le 2.00 della domenica. Rilevante, a giudizio dei testimoni, è stato l'effetto diga originato dallo sbarramento del ponte posto poco a valle, e precisamente presso frazione Isole. In sponda destra, per una lunghezza di circa 150 metri, la forte azione erosiva dell'onda di piena ha asportato completamente una fascia di terreno originariamente coltivata a pioppeto larga almeno una ventina di metri. Il taglio, leggermente concavo, ha messo in luce una ripida scarpata spondale costituita da materiali limoso-sabbiosi.

Poco più a valle sorge il nucleo di Case Molino: qui il livello di massima piena, misurato su un muro del lato opposto al Bormida, è risultato di 190 cm. Il livello è stato sottolineato dai frazionisti tramite una freccia bianca dipinta a vernice sul muro, tuttora visibile.

Il basso ponte-passerella che conduceva alla frazione Isole in corrispondenza dello stabilimento "Nuova Simic" è stato completamente asportato. Rilevante nell'area circostante è stato il forte alluvionamento fine, particolarmente sensibile sulla piana alluvionale posta fra i capannoni e il Bormida, ove gli spessori di materiale limoso-sabbioso depositati hanno raggiunto e forse superato i 50 cm.

I capannoni stessi della fabbrica sono stati allagati, con grave danno ai macchinari, in parte dal Bormida, in parte dalle acque del Rio dei Cardoneti, che hanno pressoché obliterato la strada di accesso al ponte per Isole decorrente dalla S.S. 339.

L'allagamento di rilevanti porzioni del fondovalle è proseguito anche a valle della frazione, in aree disabitate, accompagnato da intensa attività di erosione spondale sia in destra che in sinistra idrografica. In taluni punti, le erosioni hanno modificato l'alveo ordinario aumentandone l'ampiezza.

Poco prima di Monesiglio, in sponda sinistra, le case della frazione Bertole sono state parzialmente interessate dalla violenta attività del rio omonimo che, non più contenuto nel suo alveo artificiale, ha completamente alluvionato gli edifici a esso più prossimi, lesionandone seriamente almeno due. Le cascine di

località Le Gianche, prospicienti a Monesiglio, sono state a loro volta allagate dal Bormida, che hanno raggiunto altezze fino a 170 cm dal piano campagna.

Il centro abitato di Monesiglio sorge sull'ampia conoide pertinente al rio Vallazze, la cui intensa attività ha provocato danni ingenti nell'edificato.

Dalle numerose testimonianze raccolte, si evidenzia come la piena del Bormida manifestatasi sin dalla mattina del sabato, abbia raggiunto nella sua massima pulsazione la S.S. 339, risparmiando quindi totalmente il centro abitato e andando ad interessare solo un edificio di nuova costruzione posto fra la S.S. 339 ed il Bormida. A questo proposito il proprietario dell'edificio afferma che il livello di massima piena ha raggiunto il balcone del primo piano (250 cm dal piano campagna) nella notte fra il sabato e la domenica, probabilmente verso le 2.00, anche se l'allagamento del cortile e del piano terra risaliva già al mattino ed al primo pomeriggio del sabato. I gravi danni all'abitato sono quindi stati interamente originati dall'esondazione del rio Vallazze, la cui violenta attività ha interessato in gran parte l'area del conoide, danneggiando opere murarie ed irrompendo sugli edifici sottostanti. Secondo la ricostruzione effettuata con l'aiuto di varie testimonianze, le acque del rio Vallazze, dotate di rilevante energia cinetica, hanno raggiunto e superato i 50 centimetri sulla superficie del conoide allagando cortili, scantinati e piani terra. Il fenomeno ha avuto il suo apice nella serata del sabato, fra le 18,30 e le 20,30: l'esondazione è stata causata dall'ostruzione della luce del sottopasso del rio da parte del notevole accumulo di materiale in sospensione trascinato dalle acque.

Le acque sono state in parte convogliate nella strada di accesso al paese contribuendo all'allagamento dei piani terra e degli scantinati degli edifici posti ad essa in fregio e deteriorando il piano viabile. Ad un primo censimento risultavano interessati non meno di 14 edifici di cui 5 seriamente danneggiati. Solo la buona sorte ha voluto che non si registrassero vittime né feriti, grazie anche alla tempestività degli interventi di salvataggio intrapresi, pur in condizioni proibitive, dal personale del Comune.

Contemporaneamente si verificava una violenta attività dei rii laterali posti in sponda sinistra (rio Bruciata, rio Rocca Bianca,) che esondavano coinvolgendo vaste porzioni di territorio prevalentemente boscate a pioppo nelle aree di conoide e trascinando a valle fango e blocchi rocciosi di varia pezzatura.

L'apporto delle acque provenienti dal versante deve aver contribuito in modo sensibile alla piena del Bormida che, a valle di Monesiglio, ha invaso ambedue le sponde lungo una fascia ampia anche 300 metri. A farne le spese, fra gli altri, è stato il ponte di San Biagio che consentiva il collegamento fra il concentrico e le frazioni San Biagio e Rocca Bianca, completamente distrutto per il cedimento del piano di fondazione del pilone centrale e dell'appoggio in sponda sinistra. L'adiacente chiesa di San Biagio, di buon valore artistico, è stata allagata da una lama d'acqua alta circa 90 centimetri.

Più a valle i rii laterali su ambo le sponde hanno evidenziato forte attività in conoide.

Da citare in sponda destra l'attività del rio Stoppo, che fortunatamente non ha coinvolto la S.S. 339 che lo scavalca con un ponte piuttosto alto, ed in sponda sinistra la piena del rio Ravezzi, che nella località omonima ha interessato pesantemente sia una strada comunale che un edificio. Violentissima anche l'azione del rio Bozzetti, con interessamento degli edifici circostanti.

Ancora in destra è stato l'edificato di Case Neri ad essere interessato, fino a 250 cm di altezza, dall'erosione di un rio di apparentemente modesta importanza.

Il Bormida, in questo tratto e fin dopo il meandro di Colombi, non ha causato gravi danni, se si eccettua la distruzione di un ponticello presso Case Neri, grazie al fatto che il fondovalle è poco abitato. Interessante dal punto di vista morfologico è la marcata, seppur superficiale, erosione canaliforme originata dalla piena nell'interno del meandro di Colombi, che ha convogliato la maggior parte della massa d'acqua. Anche in questo punto, una porzione dell'onda di piena è stata convogliata da un preesistente canale agricolo che ha poi ridistribuito le acque sulla superficie pianeggiante in fregio al meandro.

• TRATTO GORZEGNO-CORTEMILIA

Nel tratto tra Gorzegno e Cortemilia il fiume accentua la forma a canale unico sinuoso; durante la piena

quasi tutto il fondovalle è stato invaso dalle acque. I danni registrati sono imputabili non solo al corso d'acqua principale, ma anche dall'attività in conoide dei tributari minori che, trasportando a valle ingenti quantità di materiali solidi grossolani, hanno provocato, con violenti processi erosivo-deposizionali, interruzioni della viabilità e danni ad infrastrutture e ponti (Figg. 64-65).

Tutto il fondovalle è stato profondamente modificato dal passaggio della piena che è defluita con elevati livelli d'energia. Le acque hanno scavato ampie erosioni delle sponde e sovente, non contenute in alveo, hanno aperto vie secondarie di deflusso in corrispondenza delle anse più marcate. Sulla superficie dei terrazzi prospicienti il fiume le forti correnti hanno scavato profondi solchi di erosione e deposto, nelle zone di calma, ingenti quantità di sedimenti e materiali fluitati. La viabilità ha subito i danni maggiori soprattutto in corrispondenza dei ponti per erosione dei rilevati d'accesso, aggiramento delle spalle o per asportazione dell'opera stessa. Le abitazioni più prossime al fiume hanno sofferto gravi danni strutturali, mentre quelle più lontane hanno comunque subito danni per allagamento.

Cortemilia

A Cortemilia la piena ha raggiunto il massimo livello tra le 20,30 e le 21 di sabato 5 novembre con una durata della portata al colmo di circa un'ora.

La parte più antica dell'abitato, costituita dai Borghi di San Michele e San Pantaleone, è situata alla con-



Fig. 64. Fiume Bormida di Millesimo. La violenta attività torrentizia di un tributario di sinistra, in prossimità di Gorzegno, ha provocato sul conoide la distruzione di un ponte della strada statale n. 339.

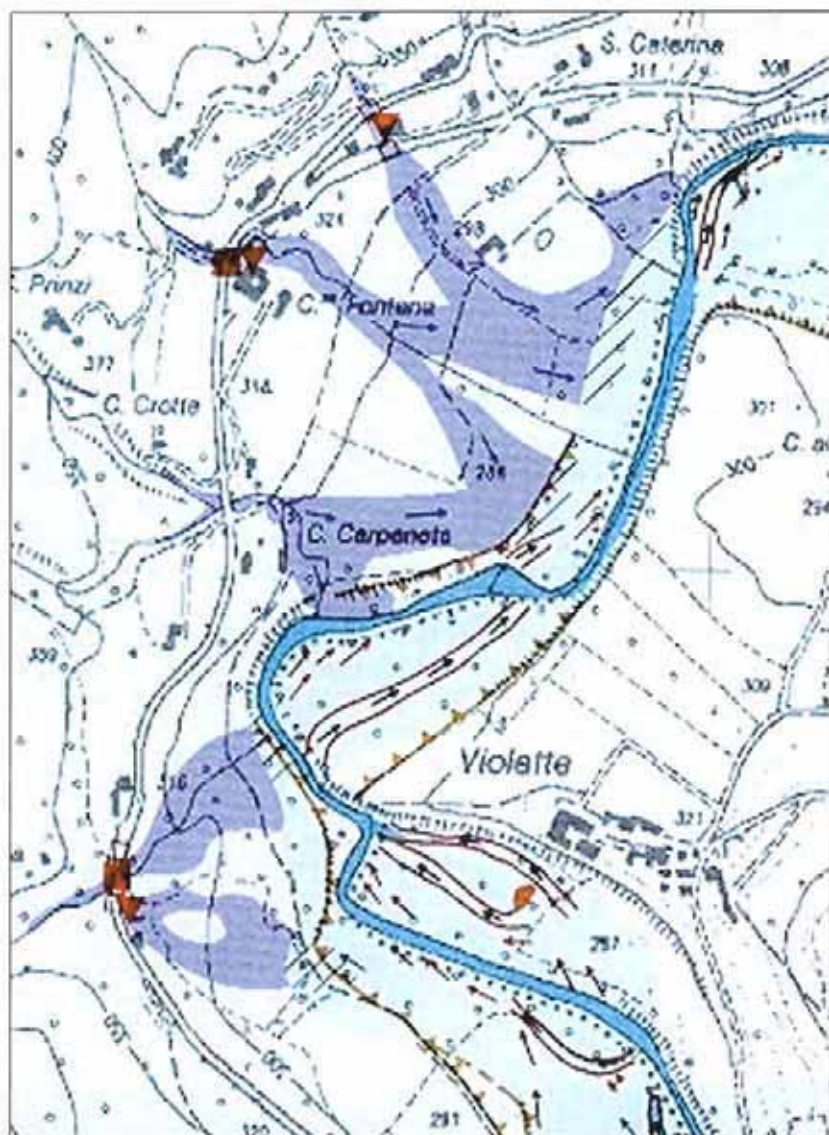


Fig. 65. Comune di Torre Bormida: nella cartografia in viola sono evidenziate le aree interessate da deposizione di materiale dovuto alle attività dei conoidi. I danni alla viabilità, ai ponti e agli edifici sono indicati con simboli. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. Cravanzana).

fluenza tra il fiume Bormida e l'Uzzone. La disposizione degli edifici ricalca l'andamento della vecchia morfologia fluviale e le abitazioni occupano l'intero fondovalle lasciando un esiguo spazio agli alvei dei due corsi d'acqua. Il paese si è ulteriormente sviluppato a nord e a sud del nucleo storico utilizzando le poche aree disponibili limitrofe al corso d'acqua. Durante l'evento del 1994 il nucleo storico è stato interessato solo marginalmente dalle acque con l'allagamento parziale del rione San Michele, in sinistra del Bormida. Qui la maggior parte degli edifici, benché allo stesso livello del fiume, è separata da questo dalla strada statale che, seguendo il perimetro del borgo, funge da argine alle acque che un tempo durante le piene eccezionali, riferisce un testimone, provenivano dalla parte a monte del paese (freccia verde Fig. 66).

Le parti costruite più di recente hanno invece subito danni rilevanti. Appena a monte del capoluogo il rione San Rocco, dove si trovano alcune abitazioni e il campo sportivo, è stato allagato da 1 m d'acqua anche per apporto dei rii minori che scendono dal versante. Sulla sponda opposta un capannone è stato invaso da 1,10 m d'acqua; alcuni edifici, posti all'in-

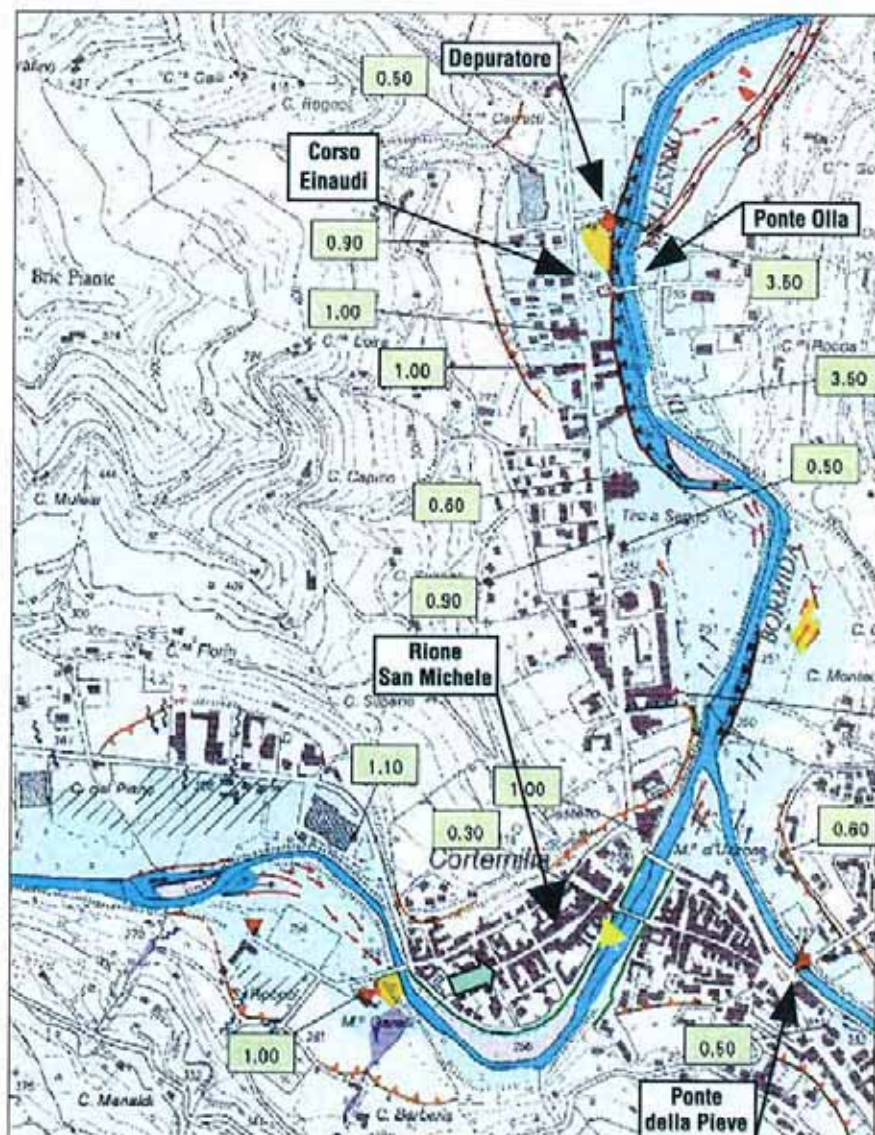
terno di un vecchia ansa scavata dal fiume, sono stati interessati soltanto dall'acqua dei rii laterali.

Più a valle le acque del fiume costrette a percorrere uno stretto canale sono fuoriuscite dall'alveo all'altezza della passerella di ferro che collega due parti dell'abitato e hanno soprapassato la statale n. 339 in sinistra fig. 66 (freccia gialla). L'acqua che scorreva sulla strada con un'altezza di soli 10 cm è stata sufficiente ad allagare cantine e piani terreni delle abitazioni del rione San Michele.

La parte più colpita dalla piena è stata comunque quella a valle del tiro a segno dove si sono raggiunti 3,5 m d'acqua. Gli edifici lungo Corso Einaudi, sorti in un'ansa occupata un tempo dal fiume, sono stati invasi da 1 m di acqua e fango, il depuratore è stato completamente distrutto e il ponte per Olla gravemente danneggiato.

Anche l'Uzzone, affluente di sinistra del Bormida, ha causato danni ed allagamenti: il ponte della Pieve vicino a Piazza Savona è stato distrutto e le case in sponda destra allagate da 50 cm d'acqua, come pure le autorimesse di alcuni condomini in sinistra; l'acquedotto a servizio del paese è stato gravemente danneggiato (Figg. 67-68).

Fig. 66. *Comune di Cortemilia: la cartografia riporta le aree allagate e le altezze idrometriche dell'evento del novembre 1994. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. Cravanzana).*



L'evento alluvionale del 1878

Nella sede del municipio di Cortemilia è in mostra una cartografia che documenta la piena del 8-10-1878 dove è riportato il limite del campo di inondazione e l'altezza raggiunta dalle acque. Il confronto con il campo di inondazione del 1994 ha mostrato come, in entrambe gli eventi, le acque abbiano occupato le medesime aree. Durante l'evento del 1878 fu però allagato anche tutto il centro storico con livelli d'acqua che in alcuni punti superarono i 4 m. La costruzione di opere idrauliche a difesa del paese ha sicuramente contribuito alla mitigazione degli effetti delle successive alluvioni; ne è conferma il fatto che la piena del 1994 confrontabile per estensione con quella del 1878 non ha interessato il vecchio nucleo abitato (Fig. 69).

• TRATTO CORTEMILIA - MONASTERO BORMIDA

A valle di Cortemilia le acque hanno occupato tutto il fondovalle compreso tra la strada statale in sinistra e le pendici dei rilievi in destra.

A Vesime il colmo della piena è stato registrato alle 21. Qui il fiume forma una stretta ansa a guisa di gomito. Al suo interno, in sponda destra, l'acqua non più contenuta dall'alveo è fuoriuscita fino a raggiungere la scarpata di un terrazzo e ha allagato i capannoni e gli edifici di località C. Bernengo raggiungendo l'altezza di 2 m. In sinistra l'erosione delle difese spondali ha provocato la parziale asportazione della sede stradale.

Poco più a valle dell'abitato le cascine Torron e Potovio sono state allagate da 1 m d'acqua. Nella piana sottostante S. Alessandro, l'acqua ha iniziato ad invadere le abitazioni intorno alle 11,00 della mattina di sabato. I proprietari intervistati durante il sopralluogo hanno ricordato la desolazione dei luoghi al loro rientro; gli edifici mostravano ancora ben visibili i segni lasciati dall'acqua e dal fango (1,20 m, 2 m); «le acque avevano accompagnato attraverso le strette porte divelte quasi tutte le suppellettili, anche quelle più ingombranti, abbandonandole poi poco più a valle».

In sponda sinistra, lungo lo stesso tratto di fiume, sono state erose le difese spondali e allagate due abitazioni e la strada statale.

Presso Quartino tutta l'area prospiciente il fiume

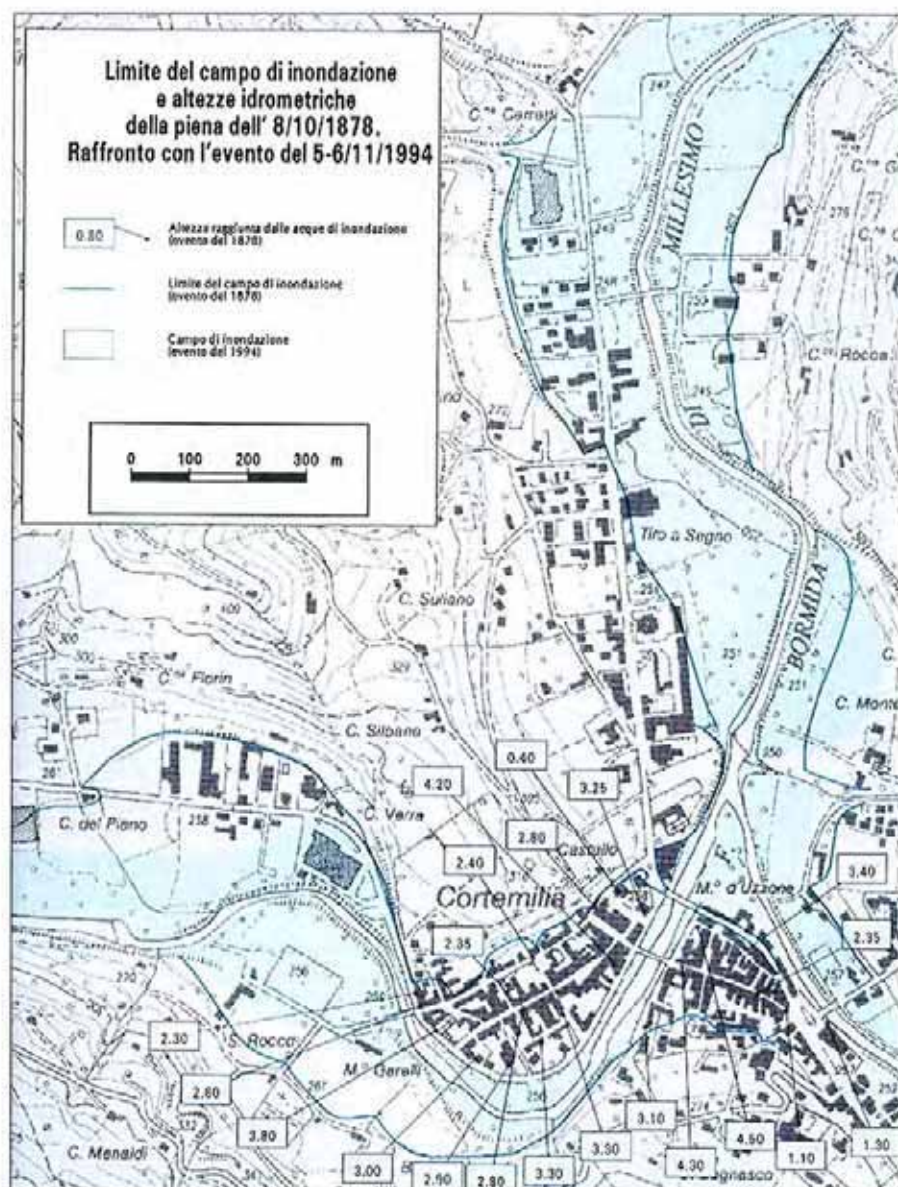


Fig. 67. *Comune di Cortemilia, fiume Bormida di Millesimo. L'attività erosiva connessa con la piena fluviale del novembre 1994 ha reso evidente le modificazioni del letto del canale in corrispondenza del ponte centrale dell'abitato.*



Fig. 68. *Fiume Bormida di Millesimo. La piena fluviale ha provocato la distruzione dell'impianto di depurazione posto poco a valle dell'abitato di Cortemilia. Le acque di allagamento hanno raggiunto, su altezze di qualche decimetro, l'edificio artigianale posto sullo sfondo.*

Fig. 69. Comune di Cortemilia: la carta riporta con la linea blu il limite del campo di inondazione della piena del 8-10-1878 e le relative altezze idrometriche; in azzurro è rappresentata l'area allagata nel novembre 1994. Si noti la coincidenza delle aree interessate dai due eventi ad esclusione del nucleo storico. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995, Sezione C.T.R. Cravanzana).



è stata invasa da 2 m d'acqua. L'impalcato di ferro del ponte che collegava le due sponde è stato travolto dalla piena e trasportato a Bubbio, 3 km più a valle. Le testimonianze raccolte hanno riferito che la piena del 1951, una delle più gravose dell'ultimo secolo, era stata, anche se di poco, inferiore a quella del novembre 1994 (Fig. 70).

A Bubbio la località più colpita è stata C.se Reccone invasa da 1,50 m d'acqua nel giro di 15 minuti tra le 22,30 e le 23 di sabato. La strada per Monastero Bormida è stata sommersa da 2 m d'acqua e il distributore di benzina completamente distrutto. Probabilmente l'arrivo improvviso dell'onda di piena è imputabile al cedimento del ponte che collegava il centro abitato con alcune frazioni in sponda destra, trasformato in diga dal materiale fluitato. Durante il sopralluogo sono stati trovati, appena a monte dell'opera, accumuli di sabbia e di materiale ligneo depositi in conseguenza dello sbarramento causato dal rilevato di accesso e dalla stretta luce del ponte (Fig. 71).

A Monastero Bormida le acque hanno invaso la piana a monte del ponte in destra dopo aver eroso difese spondali e terreni.

Le abitazioni che si trovano in sponda destra sono state interessate da 1,20 m di acqua, mentre in sponda sinistra invece gli edifici prossimi al fiume sono stati allagati da ben 4,4 m d'acqua, come testimoniato da una targa posta sulla parete di un edificio. Il ponte medioevale è stato sormontato e i rilevati di accesso completamente asportati. Altri edifici a valle dell'opera sono stati invasi dall'acqua per più di 2 m (Fig. 72).

Dalla cartografia riportata (Fig. 73) si può vedere come la piena si sia distribuita lungo il limite delle scarpate dei terrazzi fluviali occupando tutta la fascia di pertinenza fluviale.

• TRATTO MONASTERO BORMIDA-SEZZADIO

Poco più a valle il Bormida di Millesimo confluisce con il Bormida di Spigno. Nell'area compresa tra i due corsi d'acqua sorgono tre insediamenti rurali. Il proprietario del maneggio a C. Gringavoli ha riferito che l'acqua aveva iniziato ad occupare le zone più depresse verso le 20 di sabato 5 per poi isolare



Fig. 70. Fiume Bormida di Millesimo. La distruzione della spalla destra ha provocato, a Quartino, la caduta dell'impalcato del ponte; il manufatto è stato sospinto a valle per 3 km.

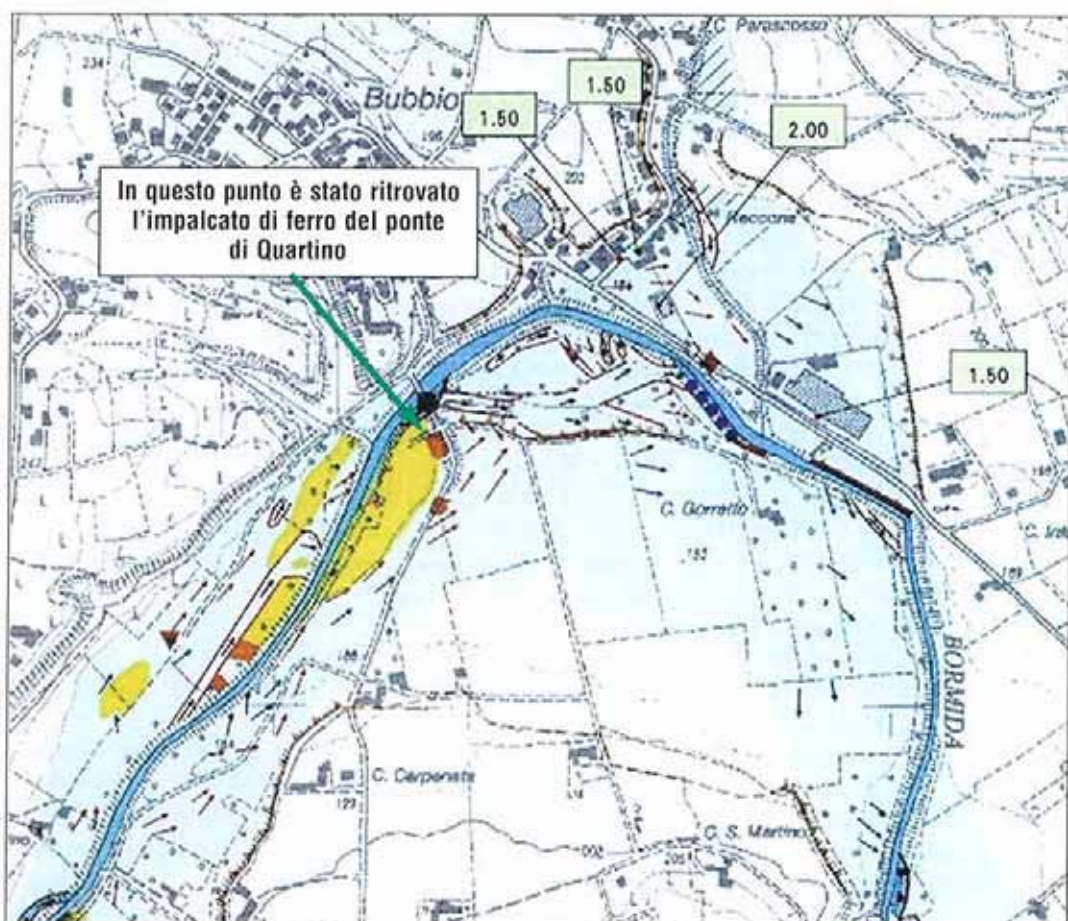


Fig. 71. Comune di Bubbio: l'ondata di piena provocata dal cedimento del ponte ha causato l'allagamento della piana su cui sorge un rione del capoluogo. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. 211020 Cravanzana).



Fig. 72. Fiume Bormida di Millesimo. Lo storico ponte "Romano" di Monastero Bormida è stato completamente sormontato, a causa della presumibile ostruzione da parte di vegetazione arborea come quella visibile poco a monte sulla destra dell'attraversamento.

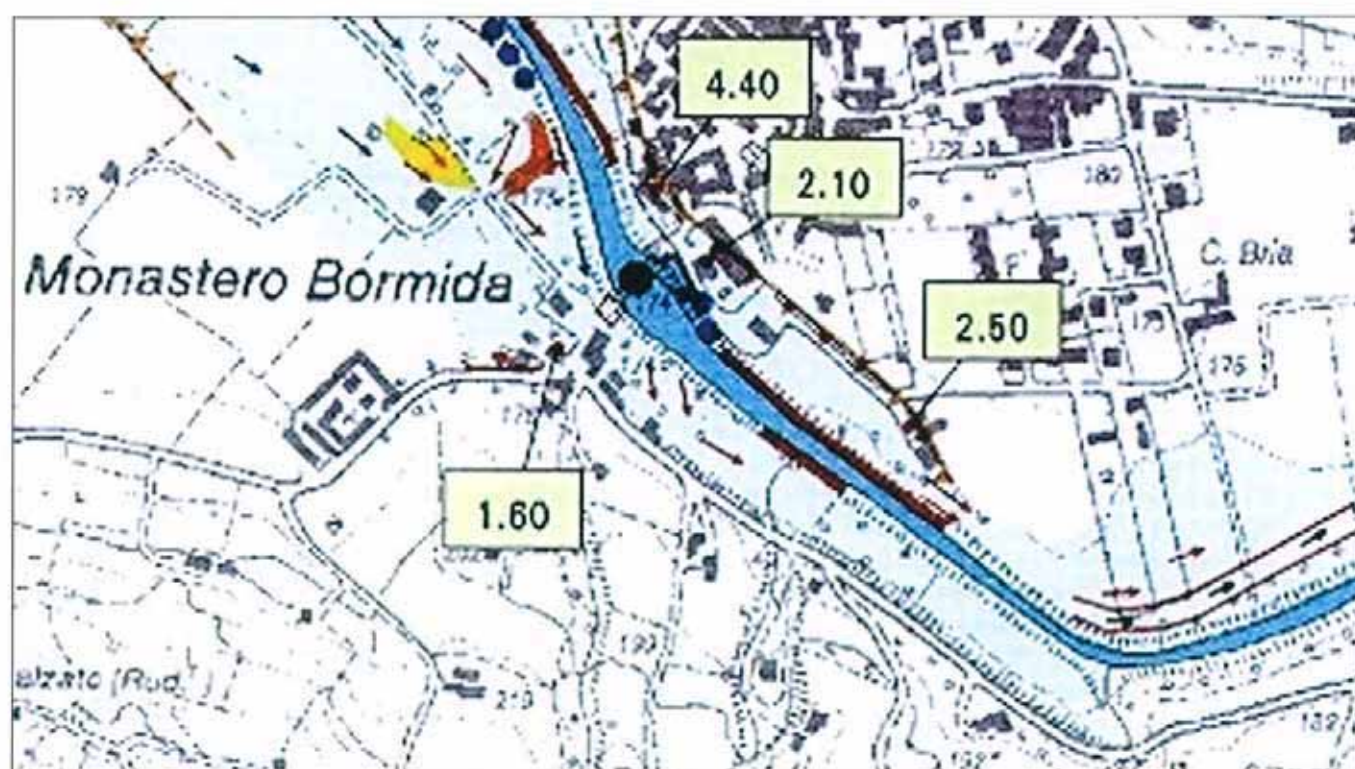


Fig. 73. Comune di Monastero Bormida: il fiume ha occupato tutta la fascia compresa tra la scarpata del terrazzo in sinistra e la strada comunale in destra. Il ponte di età medioevale è stato sormontato, gli edifici nelle vicinanze del fiume allagati. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. 211020 Cravanzana).

anche C.se Gallone. Un ramo laterale abbandonato, usato abitualmente come strada di collegamento, è stato percorso, al colmo della piena, da 4 m d'acqua.

Più a valle nella piana sottostante Panasca sono transitati 5 m d'acqua che hanno distrutto serre e coltivazioni; in sinistra il fiume ha invaso la statale. Dopo il passaggio della piena sono rimasti a testimonianza della violenza delle acque molti alberi piegati o sradicati a lato della sede viaria. Il ponte ferroviario di Bistagno ha determinato condizioni di impedimento al deflusso della piena. La riduzione della sezione, causata sia dal manufatto che dal rilevato annesso, ha provocato l'innalzamento delle acque e l'allagamento di una casa diroccata (1 m).

A valle di Bistagno l'alveo del fiume si restringe e si approfondisce e di conseguenza la piena ha occupato un'area molto ristretta. A monte di Acqui, il Mulino Bisio è stato allagato da 1,30 m d'acqua; in corrispondenza del meandro di C. Pistone l'acqua ha invaso alcune abitazioni (1 m). La stessa località nel 1992 è stata allagata da 150 cm d'acqua; allora furono gli apporti del Bormida di Spigno e dell'Erro a provocare gli allagamenti. La statale in corrispondenza di Acqui nel 1992 fu raggiunta dall'acqua mentre nel 1994 il limite dell'area inondata si è tenuto molto più basso.

Appena a monte del ponte per i Bagni, alcune abitazioni sono state interessate da 0,4-2,0 m d'acqua, mentre a valle dell'opera, in destra, gli alberghi e le abitazioni poste al limite di un piccolo terrazzo hanno avuto le autorimesse allagate da 70 cm d'acqua circa. In sinistra alcuni capannoni sono stati allagati da 1,70 m d'acqua.

A valle di Acqui la piena ha riattivato paleomeandri ed ha provocato l'allagamento delle cascine prossime al fiume (40-70 cm).

A valle di Strevi il fondovalle si apre, il fiume assume andamento meandriforme ed occupa una vasta piana. La piena si è mantenuta, in destra, al limite della scarpata dell'alto terrazzo su cui sorgono i maggiori centri abitati; in sinistra invece le acque di piena sono state contenute ora dal rilevato ferroviario della linea Alessandria-Acqui, ora dalla morfologia pregressa; la fascia occupata dalla piena è stata compresa tra un minimo di 750 m ed un massimo di 1900 m.

A valle di c.na Borio, in comune di Sezzadio la morfologia pregressa è più marcata. La piena è mantenuta all'interno della scarpata dei terrazzi presenti e delle arginature. In corrispondenza dell'abitato di Sezzadio un meandro abbandonato nei primi '900 è stato riattivato dalle acque di piena (Fig. 74).

Ciò è esemplificativo del fatto che la morfologia relitta costituisce la via preferenziale al decorso delle acque ed è proprio in corrispondenza delle antiche depressioni che si registrano valori di energia maggiore.

Al crescere della piena l'intera piana fluviale è stata interessata dal deflusso delle acque che, pur essendo distribuite su una vasta superficie, hanno mantenuto livelli elevati (circa 1,20-1,70 m nella piana alluvionale tra Strevi e Sezzadio).

• TRATTO SEZZADIO-ALESSANDRIA

All'altezza della stazione FESS. di Sezzadio il colmo di piena è stato raggiunto il giorno 5 novembre.

La sezione di piena ha raggiunto la misura di 1,5 km, delimitata a ovest ed ad est rispettivamente dai terrazzi naturali di Gamalero e di Castelspina.

In quest'ultima località il rigurgito di un rio minore è arrivato a lambire gli edifici più occidentali del concentrico. Nell'area del paleoalveo denominato "Bormida Morta" il livello dell'acqua ha raggiunto i 2,0 m e marcate turbolenze in controcorrente si sono registrate in corrispondenza dell'argine a difesa della c.na Marietta.

Notevoli episodi di erosione di sponda si sono osservati a monte ed a valle della c.na Raviaro, dove la sezione di piena si è ridotta a ca. 900 m per la presenza di un'arginatura posta in sinistra; tale arginatura è stata tra l'altro in parte sormontata. Nelle vicinanze anche il Rio Bartolovara ha rigurgitato per alcuni ettari.

Le cascine Marietta, Raviaro, Pulciano e Barossi sono state circondate dalle acque ma, trattandosi di edifici posti su aree rilevate o difesi da apposite arginature, non sono stati direttamente allagati. Viceversa la c.na Litigata in Fraz. Borgoratto Alessandrino è stata interessata da un battente di piena di 0,5 m, anche a causa della parziale rottura e sormontazione degli argini di difesa.

Ampie aree sono state qui soggette a rigurgito della rete idrografica minore: si sono osservati livelli d'acqua fino a 2,5 m sul p.c., numerose opere di arginatura aggirate o sormontate, con la riattivazione del paleoalveo di località Isola. Poco più a valle la sezione di piena ha raggiunto nuovamente i 2 km ed il deflusso è stato prevalentemente per laminazione.

La Fraz. Borgoratto (in sinistra Bormida) è difesa dalla presenza di un argine impostato sul terrazzo naturale. In destra l'arginatura a difesa di Castellazzo Bormida è risultato più che efficace nonostante la massa d'acqua in battuta; solo un edificio rurale è stato allagato in regione Isoletta.

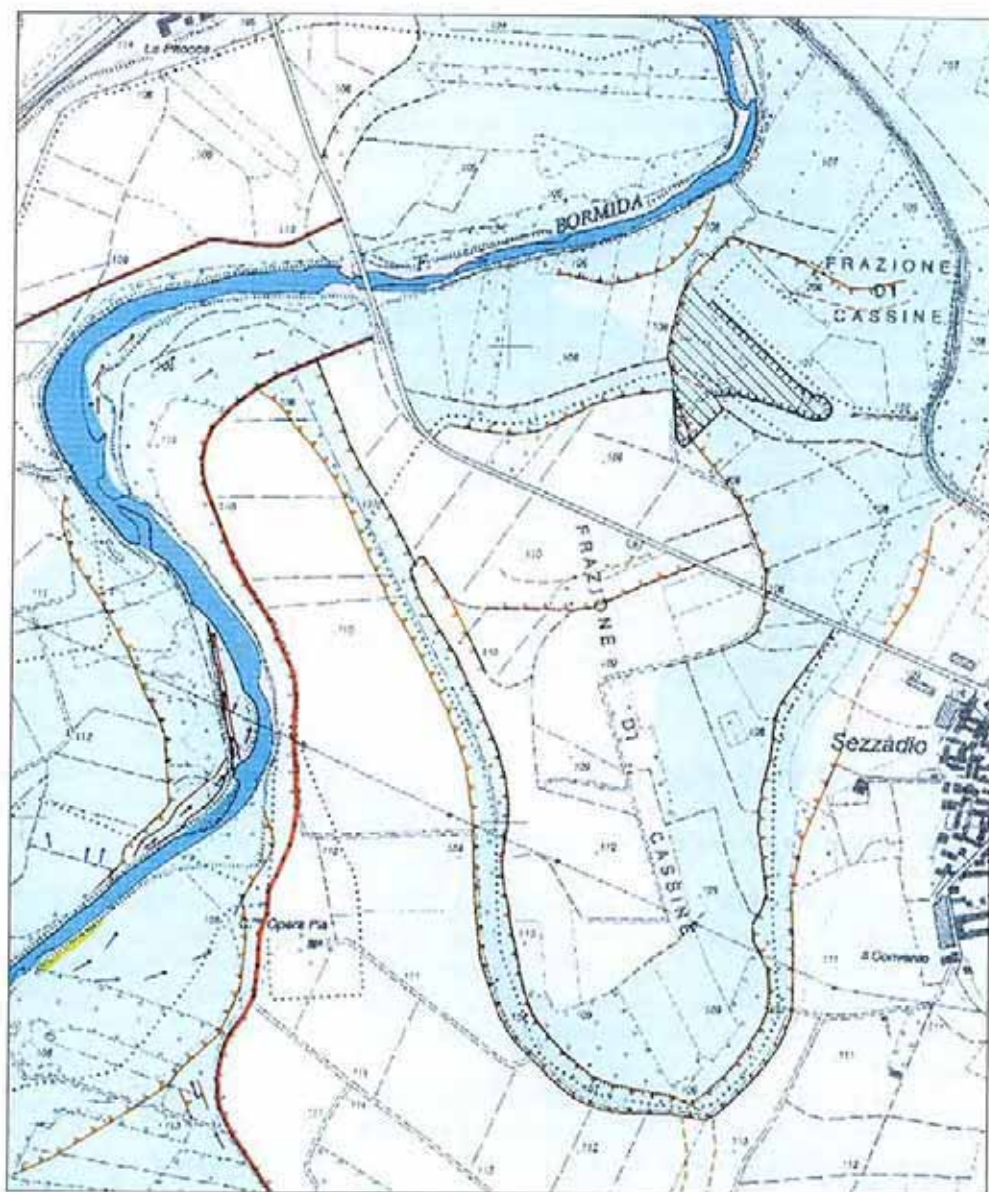
In corrispondenza dei rilevati della tangenziale di Alessandria (S.S. 30) e della S.P. 181, che convergendo hanno contenuto i lati della piena, la sezione esondata si è ridotta ad un minimo di 400 m all'incrocio delle due strade.

Procedendo a NE, verso il casello Alessandria Sud dell'autostrada A26, i territori delle frazioni Cantalupo e Cabanette sono difesi dalla presenza del rilevato della S.S. 30, ma in almeno cinque punti l'esondazione ha superato la difesa per la presenza di fornice e sottopassi. Un edificio è stato allagato in corrispondenza del fornice del Fosso Betale.

La sezione di piena a valle del viadotto dell'A26 ha raggiunto i 2,5 km e si sono osservati depositi sabbiosi fino a circa 1 km di distanza dall'alveo di Bormida.

I tratti di arginatura trasversale a difesa dei terreni agricoli delle cascine Clara e Buona (in sinistra) e C.na Altatore (in destra) hanno esteso la zona a deflusso turbolento, con elevazione dei livelli d'acqua fino

Fig. 74. Comuni di Cassine, Sezzadio. Il meandro di Cassine abbandonato nel 1901 è stato riattivato durante l'evento del novembre 1994. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. 194030).



a 2.0-3.0 metri sul p.c. originale. Le cascate Clara ed Altatore, seppure rialzate ed arginate, sono state in parte allagate, come pure un tratto di ca. 800 m della linea FFSS. Alessandria-Acqui Terme.

A monte della confluenza con il t. Orba è stata quindi interessata una vasta area, in parte depressa per motivi morfologici naturali e/o antropici (diffusa attività estrattiva), che di fatto ha funzionato da cassa di laminazione. Gli effetti maggiori della piena di Bormida si sono qui attutiti, contenuti dai rilevati delle S.P. 183 e 185, e dalla massicciata della linea FFSS. Alessandria-Acqui Terme.

A valle della confluenza con il t. Orba la piena ha interessato principalmente le aree golenali e le depressioni morfologiche legate all'attività estrattiva di inerti. La fenomenologia ha mostrato caratteri di bassa energia, testimoniati anche dalla frequenza di zone occupate da forme deposizionali ghiaioso-sabbiose. Un vistoso fenomeno di rigurgito si è sviluppato a monte del ponte ferroviario della linea Alessandria-Genova, giungendo a lambire la cascina San Carlo.

A valle del sopracitato ponte ferroviario, fino al

raccordo tra la S.S. 10 e la S.S. 30, il fenomeno alluvionale ha riacquisito una relativa intensità; esso si è sviluppato essenzialmente in sinistra, con andamento irregolare lungo le depressioni naturali e deflusso principalmente per laminazione, mentre in destra è stato agevolmente contenuto dalle difese arginali. I livelli raggiunti dalle acque esondate sono stati mediamente pari a circa 1.0 m sul piano campagna originale.

Da segnalare l'ingressione delle acque attraverso i sottopassi della tangenziale di Alessandria (S.S. 30) per diverse decine di ettari in direzione Quartiere Europa e Forte della Ferrovia.

In ogni caso, i dati storici sulle piene, gli aspetti tecnici, la disposizione stessa delle difese arginali (spesso molto arretrate rispetto al limite dell'esondazione) testimoniano che, almeno in questo tratto alessandrino, l'evento del novembre '94 non è certamente da ascrivere tra le piene catastrofiche del Fiume Bormida.

In corrispondenza del ponte della S.S. 10 (Forte Bormida), la riduzione della sezione di piena dovuta alla presenza delle spalle e dei rilevati stradali ha generato un locale incremento della velocità di deflusso,

con fenomeni di erosione sponale in destra e l'allargamento dell'ampia ansa del paleoalveo di località Cavassanta e Giarone. Le due cascate omonime non sono state direttamente interessate dall'esondazione grazie alla presenza di arginature e rilevati circoscritti alla difesa degli edifici.

Sul finire della giornata di sabato 5 novembre le acque di Bormida hanno interessato vasti territori delle regioni Grilla e Sardegna, hanno lambito l'abitato di Castelceriolo fino alla località Fonti di Lobbi, defluendo principalmente per laminazione e senza provocare danni di particolare gravità. Le arginature presenti in sinistra hanno contenuto senza problemi la piena.

Le stesse arginature sono state gravemente danneggiate circa 12 ore più tardi (domenica 6 novembre) con il sopraggiungere dell'onda di piena del Tanaro; questa ha raggiunto trasversalmente l'alveo del Bormida attraverso la regione Mezzano, oltre due chilometri a monte dal punto ordinario di confluenza dei due fiumi sito in frazione Pavone.

3.4. IL TORRENTE BELBO

Inquadramento geologico e morfologico

Il torrente Belbo ha origine in corrispondenza dello spartiacque che separa il Piemonte dalla Liguria, circa a quota m. 867, tra i comuni di Montezemolo e Roccavignale e confluisce, dopo aver percorso circa 90 km nel fiume Tanaro, in comune di Oviglio (AL), a quota 90 m.slm.

A monte dei comuni di Bossolasco - Niella Belbo esso scorre da SE verso NW, per poi piegare verso NE, fino alla confluenza in Tanaro.

Il bacino del torrente Belbo si sviluppa entro un'area interamente collinare (Colline delle Langhe e del Monferrato) geologicamente riferita al Bacino Terziario Ligure-Piemontese. A partire dalla testata sino in corrispondenza di Nizza Monferrato il bacino risulta modellato in depositi sedimentari dell'Oligo-Miocene delle Langhe, costituiti essenzialmente da successioni ritmiche di litotipi marnoso-siltosi, arenaceo-sabbiosi.

Nella parte alta del bacino l'assetto strutturale appare relativamente semplice, almeno se considerato nei suoi lineamenti generali, in quanto caratterizzato da superfici di stratificazione con immersione verso N - NW e debole inclinazione; tale assetto risulta chiaramente condizionante le forme del rilievo e la distribuzione dei processi di dissesto in corrispondenza di versanti diversamente orientati.

L'orientazione delle incisioni del reticolo idrografico principale e secondario risulta verosimilmente condizionata dalla presenza di sistemi di discontinuità (giunti, faglie), nonché da processi di cattura.

A valle di Nizza Monferrato il torrente si sviluppa in formazioni argillose e sabbiose di età Pliocenica, mentre il tratto terminale del corso d'acqua sino alla confluenza si svolge entro i depositi alluvionali quaternari della Pianura Alessandrina.

Cronistoria del processo di piena

Premessa

Prima della piena del 5/6-11-1994, il torrente Belbo presentava nel complesso un unico canale, con letto generalmente impostato in sedimenti grossolani, nel tratto cuneo del suo corso ed in sedimenti sabbiosi da Santo Stefano Belbo fino alla confluenza in Tanaro.

Nel tratto tra Niella Belbo - Santo Stefano Belbo (a monte dell'abitato) la piena ha causato significative variazioni dell'alveo, con forti ampliamenti della sezione, mentre nel tratto tra Canelli e la confluenza le modificazioni sono state praticamente assenti. La notevole quantità di sedimenti depositati lungo tutto il fondovalle e, in particolare, tra la zona industriale a valle di Cossano Belbo e la località Casevecchie di Calamandrana, è stata fornita soprattutto dai vistosi fenomeni di erosione sponale e, localmente, da frane impostate nei terreni della copertura superficiale (Fig. 76). Lo sradicamento e il successivo trasporto in alveo di grosse quantità di alberi ad alto fusto, presenti in molte aree interessate dagli ampliamenti della sezione, ha esaltato notevolmente gli effetti della piena, causando l'ostruzione di molti attraversamenti, soprattutto tra i comuni di Bosia e Santo Stefano Belbo.

Tra Niella Belbo e Santo Stefano Belbo, in seguito alla piena l'alveo si presentava ampio, delimitato da sponde a tratti poco incise, all'interno delle quali i deflussi erano impostati in uno o più canali effimeri.



Fig. 75. Identificazione geografica dell'asta del fiume Belbo entro l'area piemontese.

Il modellamento dell'alveo del torrente è avvenuto attraverso processi di erosione di sponda e riattivazioni di canali laterali esterni all'alveo ordinario. Da queste aree proviene una parte considerevole degli alberi fluitati dalla piena. La sezione, nelle zone di maggior ampliamento, ha raggiunto un'ampiezza anche di m 200, a confronto con una precedente sezione di m 40.

Gli ampliamenti più significativi per erosione laterale si sono verificati a scapito di depositi alluvionali: sabbie, alternanze di strati sabbiosi e ghiaioso-ciottolosi privi di coesione, in genere meno grossolani dei materiali presenti in alveo. Nei casi in cui le erosioni hanno interessato le alternanze prevalentemente marinoso-sabbioso arenacee, costituenti le rocce sedimentarie del substrato, si è osservato come i litotipi più consistenti, in blocchi e grossi ciottoli tabulari, siano stati ridepositati nelle vicinanze delle zone di asportazione. Inoltre, in zone in cui al momento dei sopralluoghi non erano ancora stati eseguiti lavori di sistemazione, si sono osservati depositi molto grossolani, a struttura ben "addensata", che potrebbero essere interpretati come il cosiddetto "pavage", cioè lo strato mobilizzabile solo da eventi con tempi di ritorno plurisecolari.



Fig. 76. Versante di Cerreto Langhe completamente denudato per mobilitazione dei terreni di copertura.

La presenza in alveo di depositi più grossolani e in generale meno asportabili di quelli delle sponde è una caratteristica saliente di questo tratto vallivo, perché ad essa è dovuta la grande efficienza che qui hanno i processi erosionali a scapito delle sponde.

Le figure 77 e 78 riportano l'ampiezza del canale

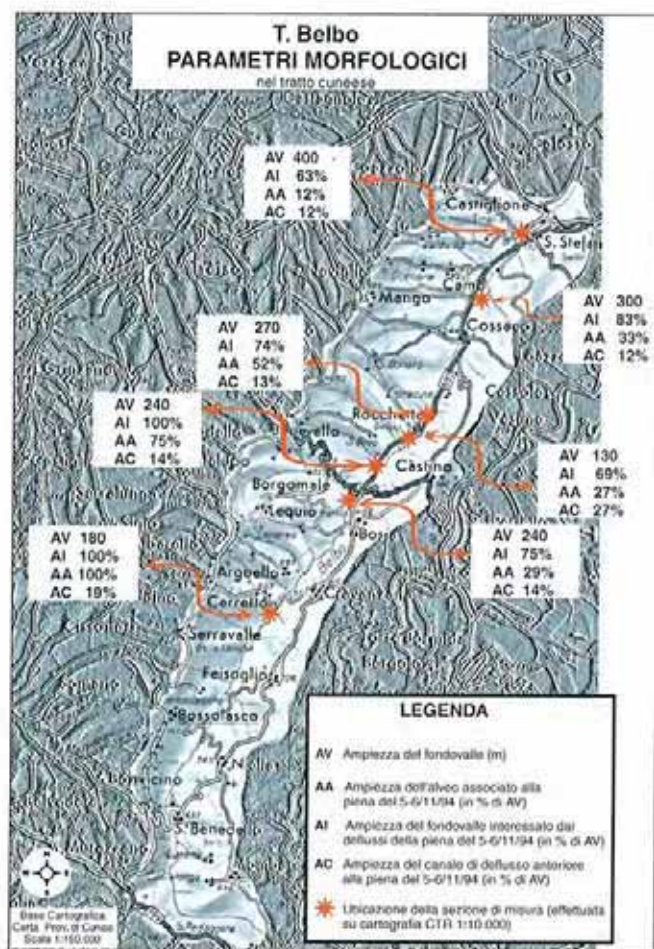


Fig. 77. La carta riporta, per alcune sezioni di riferimento, l'ampiezza del canale di deflusso del T. Belbo anteriore alla piena del novembre 1994, l'ampiezza dell'alveo associato alla piena e l'ampiezza della fascia di fondovalle inondata per il tratto cuneese.

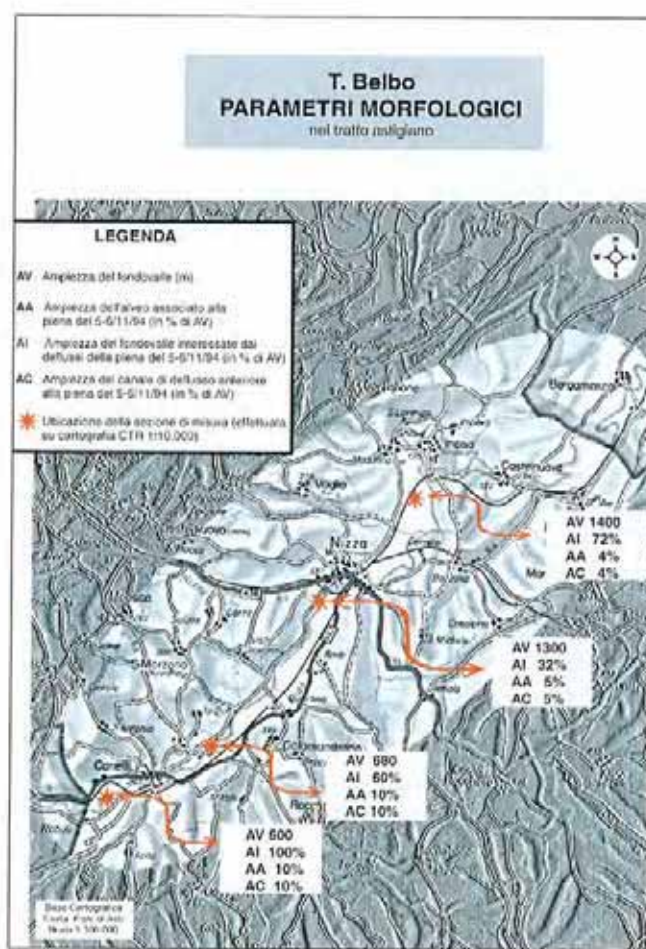


Fig. 78. La carta riporta, per alcune sezioni di riferimento, l'ampiezza del canale di deflusso del T. Belbo anteriore alla piena del novembre 1994 l'ampiezza dell'alveo associato alla piena e l'ampiezza della fascia di fondovalle inondata per il tratto astigiano.

di deflusso del Belbo prima e dopo il passaggio della piena, espressa in percentuale rispetto all'ampiezza del fondovalle, per il tratto cuneese (Fig. 77) ed astigiano (Fig. 78). Si osservi come almeno fino a S. Stefano le variazioni in ampiezza dell'alveo siano state notevoli, con punte massime lungo il tratto a monte dell'attraversamento della SS 29 presso Bosia. Nel tratto compreso tra Santo Stefano Belbo e Castelnuovo Belbo (Fig. 78), le variazioni della sezione di deflusso sono state limitate e modeste. Lungo quest'ultimo tratto il corso d'acqua presenta un unico canale, inciso e sinuoso, impostato in un fondovalle più ampio. In corrispondenza di Incisa Scapaccino e Castelnuovo Belbo, l'alveo diventa meandriforme e incassato entro le colline del Monferrato.

I differenti processi associati al passaggio della piena hanno influito notevolmente sulla distribuzione dei danni. Nel tratto cuneese, fino alla piana compresa tra Cossano Belbo e Santo Stefano Belbo, i danni più gravi ad edifici e viabilità sono stati provocati soprattutto da erosioni spondali; frequente è stata anche l'asportazione di rilevati d'accesso a ponti. Due di questi erano già stati distrutti dalle piene del 1948 o 1968 e ricostruiti ad una sola luce, con larghezze general-

mente variabili tra 40 e 60 m. Il loro sottodimensionamento, in rapporto ai deflussi associati alla piena del 5-11-94, porta a ritenere che lungo questo tratto di Belbo questa piena sia stata superiore alle precedenti. Tale ipotesi è suffragata anche dalle informazioni raccolte in situ. Da quanto è stato riferito da residenti risulta che la quantità di alberi fluitati dalla piena sia stata maggiore che negli eventi del 1948 e del 1968.

A partire dalla zona industriale a valle di Cossano Belbo i danni associati a processi erosionali sono via via diminuiti mentre quelli associati al passaggio delle acque sulla piana alluvionale sono diventati particolarmente gravi. Tra Canelli e Castelnuovo Belbo, l'intensità dei processi e dei danni è progressivamente diminuita, anche se ampie fasce di fondovalle sono state sommerse. Se si confrontano le altezze idrometriche riferite a piene precedenti, da Canelli verso valle, i livelli delle acque di inondazione sono stati generalmente inferiori rispetto a quelli della piena del settembre 1948, come risulta dalle informazioni raccolte e da alcune targhe indicanti le altezze raggiunte durante quell'evento. A Nizza Monferrato ed a Incisa Scapaccino, esse sono state inferiori anche a quelle associate alla piena del 1968.

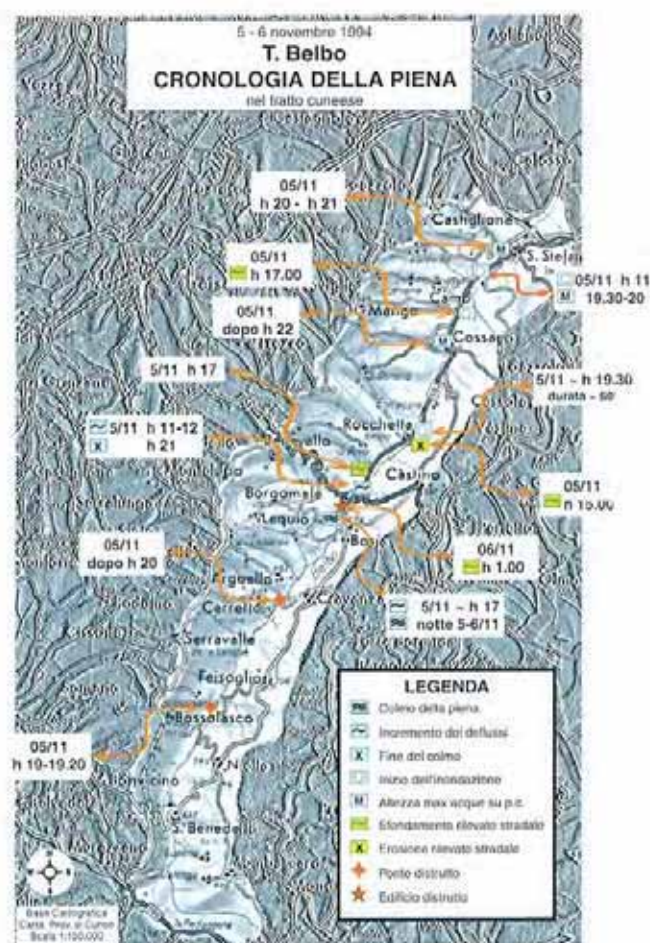


Fig. 79. La carta riporta le informazioni, raccolte durante i sopralluoghi lungo il tratto cuneese del bacino del T. Belbo, sulle ore di passaggio della piena (inizio, colmo, decrescita della piena), sulle ore delle altezze massime delle acque sul piano campagna e sulle ore in cui si sono verificati danni ad infrastrutture ed edifici.

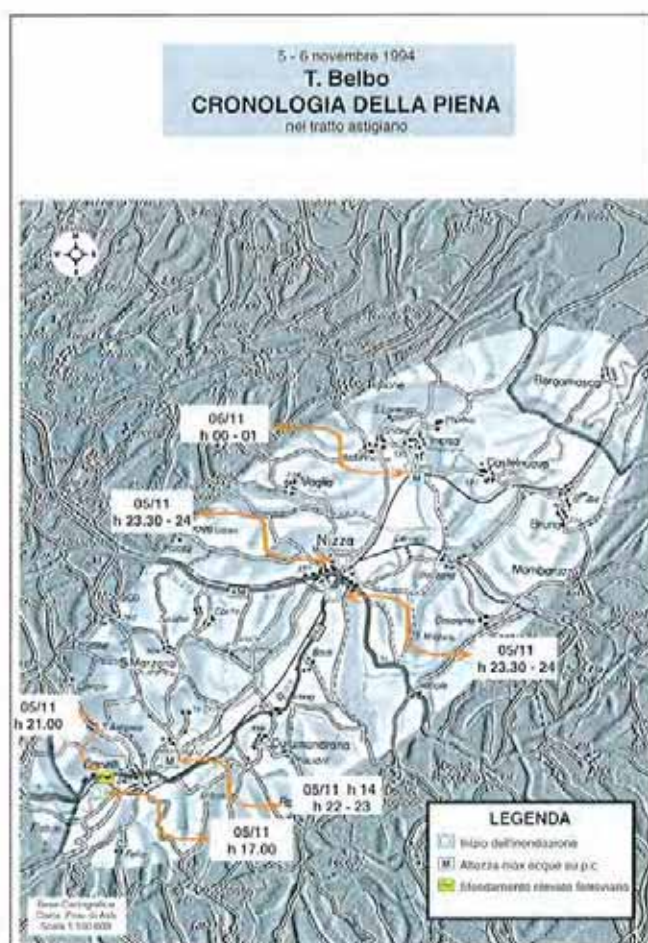


Fig. 80. La carta riporta le informazioni, raccolte durante i sopralluoghi lungo il tratto astigiano del bacino del T. Belbo, sulle ore di passaggio della piena (inizio, colmo, decrescita della piena), sulle ore delle altezze massime delle acque sul piano campagna e sulle ore in cui si sono verificati danni ad infrastrutture ed edifici.

Le figure 79 e 80 forniscono alcune informazioni sulle ore di passaggio della piena per il tratto considerato. A valle di S. Stefano le massime altezze d'acqua sono state raggiunte tra le ore 20 e le 24 del 5 novembre; da S. Stefano Belbo a Canelli, i primi fenomeni di allagamento si erano già manifestati a partire dalle ore 12 e, dopo uno stallo durato l'intero pomeriggio, in serata le acque hanno raggiunto la massima altezza, con una veloce fase finale di crescita (dai 30 minuti all'ora).

Per le parti medio-alte del bacino, le informazioni orarie raccolte si riferiscono soprattutto ai danni più gravi subito da manufatti, ubicati in aree soggette ai processi di ampliamento dell'alveo. Questi si sono verificati fra le ore 13 del giorno 5 e le 1 del giorno 6.

• TRATTO BOSSOLASCO - CASTELNUOVO BELBO

In questo capitolo sono riportate le informazioni riguardanti gli effetti ed i danni associati alla piena del torrente Belbo raccolte durante i sopralluoghi, distinte per territorio comunale.

I primi danni significativi si sono osservati su opere di attraversamento, in località Mulino di Bossolasco dove il torrente ha asportato per erosione sponale il rilevato sinistro d'accesso al ponte sulla strada tra Bossolasco e Niella Belbo. Qualche chilometro più a valle, in località Pian Ciliegia di Niella Belbo il torrente ha eroso la spalla destra del ponte sulla strada Feisoglio-Bossolasco. Secondo testimonianze locali, l'arcata centrale del ponte è crollata tra le 19 e le 19.20 del 5-11-1994, il torrente trasportava numerosi alberi, tuttavia la luce del ponte non era ostruita. La piena del settembre 1948 era confrontabile con quest'ultima, tuttavia la quantità di legname allora trasportata era minore.

Tra la confluenza del torrente Arguello e il ponte della SP Arguello-Cravanzana il torrente ha notevolmente ampliato il proprio alveo per erosione sponale e per riattivazione di un canale in sponda sinistra ad opera di correnti veloci con capacità di abbattimento di alberi che sono successivamente stati depositati in corrispondenza del ponte. Lungo il canale riattivato è stato "riesumato", per asportazione delle sabbie e in generale dei sedimenti più fini, un livello costituito da grossi ciottoli.

L'ampiezza della sezione di fondo valle che in questo tratto è stata interessata dagli effetti più distruttivi è di circa m 150 mentre, antecedentemente l'evento, il canale di deflusso aveva un'ampiezza inferiore a 35 metri (luce del ponte).

L'intensa attività torrentizia ha determinato in sinistra l'asportazione di un tratto di strada provinciale, in destra l'asportazione del rilevato d'accesso al ponte provocandone il ribaltamento.

Tra la confluenza del torrente Arguello ed il Molino d'Arguello sono stati complessivamente asportati m 150 di rilevato stradale per erosione di sponda, men-

tre altri 200-300 m sono stati asportati in corrispondenza del canale riattivato in sponda sinistra.

Secondo informazioni raccolte in sito il ponte era ancora transitabile alle ore 17 del 5 novembre, mentre sarebbe crollato dopo le ore 20 dello stesso giorno.

Anche il T. Arguello in piena ha asportato un breve tratto della provinciale per Cravanzana e della strada per Cerreto Langhe.

In questo settore un contributo al trasporto solido è provenuto dalle molte frane nella copertura, alcune coinvolgenti vasti settori di versante. A Cerreto Langhe l'intero pendio sotto l'abitato è stato completamente denudato per fluidificazione della coltre superficiale.

L'ampiezza della sezione di fondo valle interessata dagli effetti più distruttivi è di circa m 150 mentre, antecedentemente l'evento, il canale di deflusso aveva un'ampiezza inferiore a 35 metri (luce del ponte).

L'intensa attività torrentizia ha determinato in sinistra l'asportazione di un tratto di strada provinciale, in destra l'asportazione del rilevato d'accesso al ponte provocandone il ribaltamento.

In questo settore un contributo al trasporto solido è provenuto dalle molte frane nella copertura, alcune coinvolgenti vasti settori di versante (Fig. 76).

Nel tratto prossimo alla località Bulla (Bosia) si è registrato un impressionante ampliamento dell'alveo, soprattutto per erosione in sponda destra, favorita anche dalla presenza generalizzata di sabbie costituenti le sponde e da ciottoli meno trasportabili lungo il fondo-alveo. In corrispondenza della località Pedanca del Bulla, al fondo alveo, erano presenti elementi lapidei con diametro medio di circa 20-30 cm e con basso grado di sfericità; probabilmente si tratta di materiali provenienti dai versanti per azioni erosive al piede, che si dispongono in aree prossime alla provenienza. In corrispondenza del ponte lesionato, prima dell'evento il Belbo scorreva in un alveo ampio una quarantina di metri, dopo l'evento l'alveo inciso era di ampiezza più che doppia (Fig. 81).

Nella zona immediatamente a valle del ponte, in destra, si è osservata un'erosione di sponda, a tergo di una scogliera di difesa scavalcata dalle acque e, sul piano campagna, la formazione di un canale laterale effimero, non sviluppatosi ulteriormente probabilmente per una diminuzione della portata. Se il processo fosse continuato la difesa sarebbe stata scalzata per l'affermarsi del canale di neoformazione e, di conseguenza, l'alveo si sarebbe ampliato fino ad un centinaio di metri.

Per quanto riguarda i danni, a causa delle forti erosioni laterali prima descritte, è crollata l'ala di un fabbricato, mentre più a valle è stato asportato il rilevato destro d'accesso al ponte che collega Bosia ai vari nuclei abitati posti sul versante del Bric del Grillo. La struttura del ponte non ha praticamente subito danni. Lo stesso ponte era già stato asportato durante gli eventi del maggio 1926, del giugno 1948 e del novembre 1968.

Poco più a valle, in località Osteria Campetto (comune di Castino) sono stati distrutti dal Belbo



Fig. 81. Località Pedanca del Bulla (Bosia). La foto, scattata da monte, testimonia l'intensa attività erosiva del T. Belbo, operata soprattutto a scapito della sponda destra. Sullo sfondo è visibile un ponte di cui è stato completamente asportato il rilevato d'accesso.

alcuni edifici di servizio ad un mulino, mentre a monte si sono verificati intensi processi erosivi e di alluvionamento che hanno determinato un notevole ampliamento dell'alveo del torrente.

Secondo testimonianze locali, in località Campetto il livello della piena avrebbe avuto un notevole incremento verso le ore 17 del 5 novembre, ma il colmo della piena si sarebbe registrato durante la notte. Gli edifici sono stati asportati verso l'una del 6 novembre. L'evento sarebbe confrontabile con quello del settembre 1948 ma il colmo della piena del 1994 sarebbe durato più a lungo.

Più a valle, in località Roviglione di Priosa, il Belbo ha asportato il rilevato d'accesso sinistro al ponte sulla SS 592. Anche qui l'alveo si è ampliato notevolmente a spese della sponda sinistra per processi erosivi, associati all'incisione di due canali aventi ampiezze paragonabili al canale di deflusso attivo prima della piena. Il rilevato d'accesso al ponte era posto ortogonalmente alla direzione dei canali incisi. I pioppi occupanti il fondovalle prima dell'evento sono stati in gran parte asportati e ridepositati poco a valle del rilevato.

Secondo la testimonianza degli abitanti di una cascina che si trova in prossimità del tratto di rilevato asportato, il livello delle acque sarebbe cresciuto velocemente tra le ore 11 e 12 del 5 novembre, mentre il rilevato sarebbe ceduto tra le 16 e le 17. Verso le 21 dello stesso giorno i deflussi sarebbero diminuiti notevolmente.

Un altro lungo tratto di circa 600 m della Statale 592, è stato asportato dal torrente poco più a valle

(località Ritano), per erosione di sponda e ampliamento dell'alveo. Al momento dei sopralluoghi (marzo 1995) il deflusso era impostato in due rami, uno dei quali si sviluppava in corrispondenza del tratto stradale asportato.

Nei pressi della località Mica del Ponte (sponda destra) è stata asportata una passerella.

Il centro abitato di Rocchetta Belbo non ha subito danni significativi, è stato però allagato un capannone posto in sponda sinistra, a monte del ponte comunale, ad una quota topograficamente inferiore al piano stradale del ponte stesso, in una zona che dovrebbe essere lasciata all'attività del torrente. L'inondazione dell'edificio si sarebbe verificata tra le 19.30 e le 20.10 del 5 novembre. Poco a monte dell'abitato, sempre in sinistra è stato asportato un tratto di sponda, in corrispondenza della galleria paramassi, con grave pericolo per la SS 592. Le erosioni si sarebbero registrate verso le ore 13.30 del 5 novembre.

Poco a valle di Rocchetta, in sponda destra, il Belbo ha eroso un tratto della Statale 592. Le erosioni a scapito della strada sono iniziate a partire dalle 13.30 del 5 novembre ed il rilevato è stato completamente asportato verso le 15. Gli allagamenti a scapito di un allevamento avicolo, prossimo al tratto di strada eroso, sono iniziati verso le 19.30 e sono durati circa un'ora.

In Cossano Belbo è stato asportato dal torrente un breve tratto del rilevato d'accesso al ponte, in sponda destra (Fig. 82). Il ponte che ha un'altezza di m 7 (misurata dal pelo dell'acqua, il 14-3-1995), è stato anche parzialmente ostruito e sormontato dall'onda di piena.

A valle di Cossano Belbo tra le località Scarpasi e Marchesini, sono sorti, negli ultimi anni, numerosi edifici e capannoni industriali. Questa zona è stata pesantemente coinvolta dagli effetti della piena del T. Belbo, che qui scorreva in un alveo ad un unico canale, scarsamente inciso rispetto al piano campagna. La particolare disposizione dell'alveo in corrispondenza di Case Ciapetti causa l'estrema propensione di quest'area ad essere coinvolta nell'attività straordinaria del corso d'acqua.

Durante la piena del novembre 1994 infatti le esondazioni più violente si sono registrate a partire da questo tratto a gomito da cui i deflussi idrici hanno seguito un percorso rettilineo attraverso la piana alluvionale, investendo edifici posti distanti anche centinaia di metri.

I danni più gravi si sono registrati a scapito di costruzioni non ubicate su terrapieni. Associate alle esondazioni lungo tutta la sponda destra si sono verificate erosioni spondali, con raddoppio dell'ampiezza del canale di deflusso. Una discoteca è stata parzialmente distrutta dal T. Belbo per processi di ampliamento dell'alveo che, dopo l'evento, lambiva la parte dell'edificio ancora in piedi. Nei mesi successivi sono stati effettuati riporti di materiale nella parte dell'alveo ampliata dalla piena (Fig. 83). Secondo testimonianze locali raccolte in prossimità della discoteca danneggiata, le esondazioni sarebbero iniziate verso le ore 17 del 5 novembre.

In comune di Santo Stefano Belbo, in corrispondenza della Cascina Monsignore, si è registrato l'ultimo grande ampliamento dell'alveo del Belbo, mentre fino al ponte per Camo gran parte del fondo valle è stato investito dal passaggio di correnti veloci.

Molti alberi sradicati hanno occluso il ponte di Camo che è stato successivamente sormontato. Secondo una testimonianza fornita dagli occupanti di un edificio (Mulino Gallina) che è stato inondato da «...m 2,87 di acqua», l'occlusione massima del pon-

te si sarebbe registrata verso le ore 20 del 5 novembre. Secondo la stessa testimonianza le acque avrebbero raggiunto il cortile dell'edificio verso le ore 11, ma avrebbero mantenuto un livello di pochi centimetri, fino alla sera, quando avrebbero raggiunto il livello massimo nell'arco di 30 minuti.

Immediatamente a valle del rilevato d'accesso al ponte per Camo il livello delle tracce lasciate dalle acque, misurate sui muri di un capannone è risultato di 1 m.

Santo Stefano Belbo è stato il centro maggiormente colpito dalla piena della piena del Belbo, la sua parte bassa è stata completamente inondata, con altezze idrometriche anche superiori ai 2 metri, mentre i depositi sabbiosi hanno raggiunto potenze anche di un metro.

L'area in sponda destra compresa tra l'attraversamento urbano della statale 592 ed il torrente corrisponde ad una superficie morfologica più depressa, delimitata da un terrazzo fluviale ed è storicamente soggetta alle inondazioni. Questa zona è stata tuttora oggetto di urbanizzazione negli ultimi decenni.

In sponda sinistra le inondazioni hanno interessato un'area urbanizzata compresa tra il corso d'acqua ed il piede del versante (Fig. 84).

Lungo il tratto urbano il canale poco inciso in cui scorre il Belbo si è mostrato ampiamente insufficiente a contenere la piena; la modesta pendenza dell'alveo e la presenza di opere di difesa spondale ha limitato le modificazioni della sezione di deflusso.

La luce del ponte in Santo Stefano è risultata ampiamente sottodimensionata, anche per l'abbondante trasporto di tronchi. Secondo una testimonianza locale raccolta tra gli abitanti delle case prossime al ponte in sponda sinistra, già verso le ore 11 del 5 novembre il ponte risultava ostruito ma la piena era ancora contenuta entro il canale; l'esondazione sarebbe iniziata verso le ore 20.10 del 5 novembre, mentre il livello massimo in corrispondenza delle case lungo il



Fig. 82. Cossano Belbo. Ponte sul torrente Belbo: particolare del rilevato d'accesso asportato e della difesa spondale sottoscalzata.



Fig. 83. Zona industriale, discoteca. Altezza delle tracce lasciate dalla piena del T. Belbo, indicata dalle frecce (superiore ai tre metri). I simboli sul piano campagna prossimo alla discoteca indicano la posizione della sponda modellata per erosione laterale durante il passaggio della piena.



Fig. 84. Santo Stefano Belbo. Così si presentava il tratto del T. Belbo, immediatamente a valle del ponte cittadino, nei giorni successivi il 6 novembre 1994. Si osservano i ruderi di un edificio posto in prossimità del ponte, completamente asportato dalla piena (foto Imprudente).



Fig. 85. Santo Stefano Belbo. Foto scattata nei giorni immediatamente successivi all'evento. È indicata sugli edifici l'altezza raggiunta dall'inondazione (foto Imprudente).

torrente sarebbe stato raggiunto verso le 20.30/ 21, con accrescimento veloce durato circa 30 minuti. Il colmo della piena sarebbe durato circa un'ora. Alcuni Autori (Luino, Ramasco e Susella, 1993) avevano valutato insufficiente la luce del ponte, per portate confrontabili con quelle del novembre 1968 (870 m³/s) o del novembre 1951 (superiore alla precedente), in pieno accordo con quanto si è poi verificato. Infatti, la portata misurata indirettamente a Santo Stefano Belbo sarebbe risultata, per l'alluvione in questione,

di 1300 m³/s, abbondantemente superiore alle precedenti (Autori vari, CNR/IRPI, 1995).

Anche il Tinella, che confluisce nel Belbo in prossimità della frazione Stazione, ha contribuito ad esaltare gli effetti della piena del t. Belbo, attraverso l'apporto di notevoli quantità di sedimenti. A valle della confluenza del Tinella il fondovalle si restringe bruscamente, passando da un'ampiezza di 500-600 m a 250-300 m. La riduzione dell'ampiezza del fondovalle ha favorito il transito di correnti molto veloci, testi-



Fig. 86. Canelli, periferia del centro abitato, provenendo da Santo Stefano. I triangoli indicano l'altezza delle acque di inondazione. I simboli sul rilevato ferroviario segnalano il settore in cui è stato sfondato. Le acque provenienti dalla rottura si sono riversate nel centro cittadino, raggiungendo livelli anche superiori ai 2 m.

moniato anche dall'asportazione per erosione di un lungo tratto della linea ferroviaria che scorre in sponda sinistra al limite della piana alluvionale. Nella piana alluvionale, dalla confluenza del Tinella fino ad un modesto argine trasversale posto circa 800 m più a valle, si è depositato uno spesso strato di sabbie, successivamente incise da canali e solchi di erosione (Fig. 85).

Canelli è stato il secondo centro gravemente danneggiato, le acque del torrente, dopo aver completamente colmato la piana alluvionale che si sviluppa tra Santo Stefano e Canelli, hanno sfondato il rilevato ferroviario (Fig. 86) e si sono riversate nell'abitato che degrada dalla zona dello sfondamento fino al centro cittadino (Piazze Zoppa, Cavour, Gancia, antistanti il ponte). Da testimonianze raccolte tra gli abitanti delle abitazioni poste in prossimità del rilevato ferroviario, il suo sfondamento si sarebbe verificato verso le ore 21 del 5 novembre, dopo circa mezz'ora di crescita veloce del livello delle acque a tergo. In corrispondenza delle abitazioni poste a ridosso del rilevato l'acqua sarebbe arrivata verso le ore 20, proveniente dalle fognature, mentre dal torrente sarebbe giunta a partire dalle 20.30, per poi riversarsi violentemente dopo l'asportazione del rilevato.

Un testimone locale parla di «...un'ondata improvvisa superiore ai 3 m». Due occupanti gli edifici posti in prossimità dello sfondamento, usciti dalla propria

abitazione sono periti, investiti dall'onda di piena. Le acque, i sedimenti ed i detriti trasportati, sono defluiti lungo Viale I Maggio, accumulandosi nelle vie e nelle piazze prossime al ponte cittadino. Tale accumulo è stato favorito dal muro arginale che ha impedito il rientro delle acque di inondazione entro il canale. In Piazza Zoppa, il confronto tra l'altezza delle tracce lasciate sugli edifici durante l'evento ed il livello riportato su una targa riferita all'alluvione del 4-9-1948 ha permesso di osservare come le tracce associate alla piena del 1948 siano più elevate rispetto a quella del 1994 (in piazza Zoppa la differenza è stata di 50 cm: 2 m nel 1948, 1,50 m nel 1994).

In sponda destra gli effetti sono stati generalmente più contenuti e le inondazioni hanno interessato un'area più limitata.

A partire da Canelli, i danni associati alla piena sono stati più contenuti, pur rilevando lungo il fondovalle estesi tratti di aree inondate, talora con passaggio di correnti veloci e deposizione, soprattutto tra gli abitati di Canelli e Nizza Monferrato di notevoli quantità di sedimenti sabbiosi, in particolare in sponda destra tra Canelli ed il ponte per Bruno. Le altezze maggiori delle tracce lasciate dalle acque di inondazione, m 1,80, si sono misurate in prossimità del confine con il comune di Nizza Monferrato (località Cascina Bella e Cascina Fabiani, in sponda sinistra, Fig. 87).

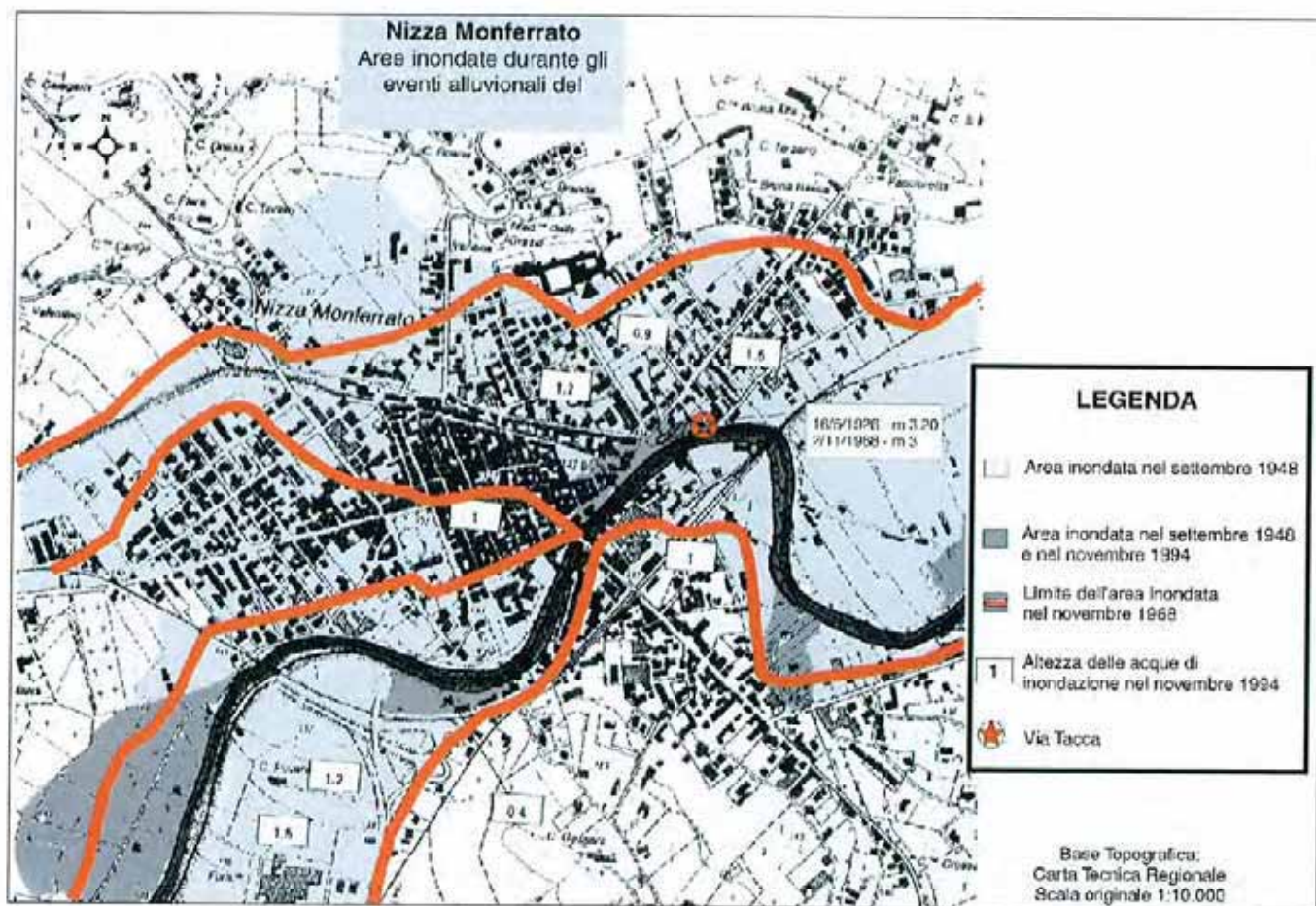


Fig. 87. Comune di Nizza Monferrato. Aree inondate durante alcuni eventi alluvionali del XX secolo. I dati relativi agli eventi del 1948 e del 1968 sono ricavati da cartografie fornite dal Comune di Nizza Monferrato. Le altezze idrometriche, riferite a via Tacca, sono state ricavate da Tropeano e Terzano (1987).