

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.

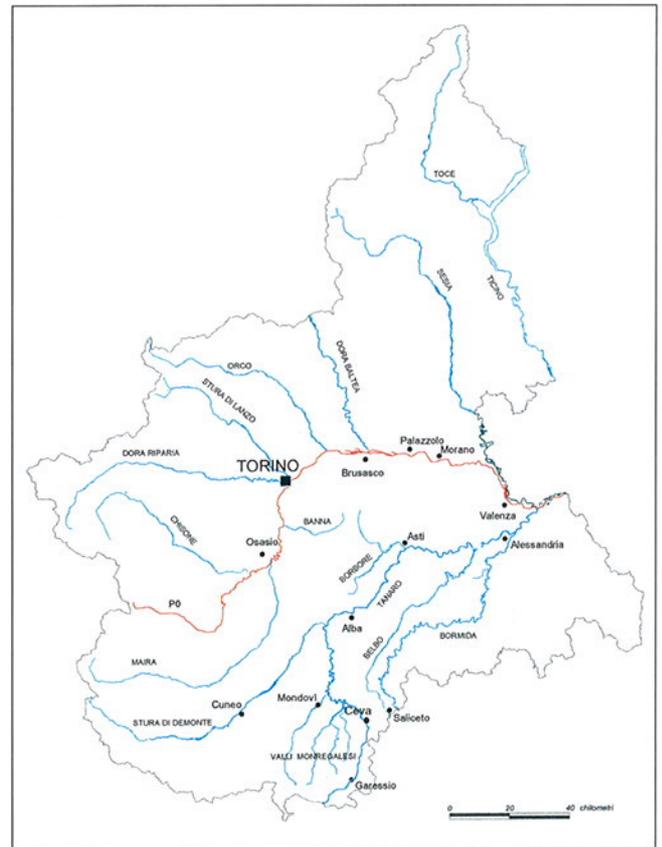


Fig. 55. Identificazione geografica dell'asta del fiume Po entro l'area piemontese.

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 corrispondenza

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 Monte 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 progressi

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

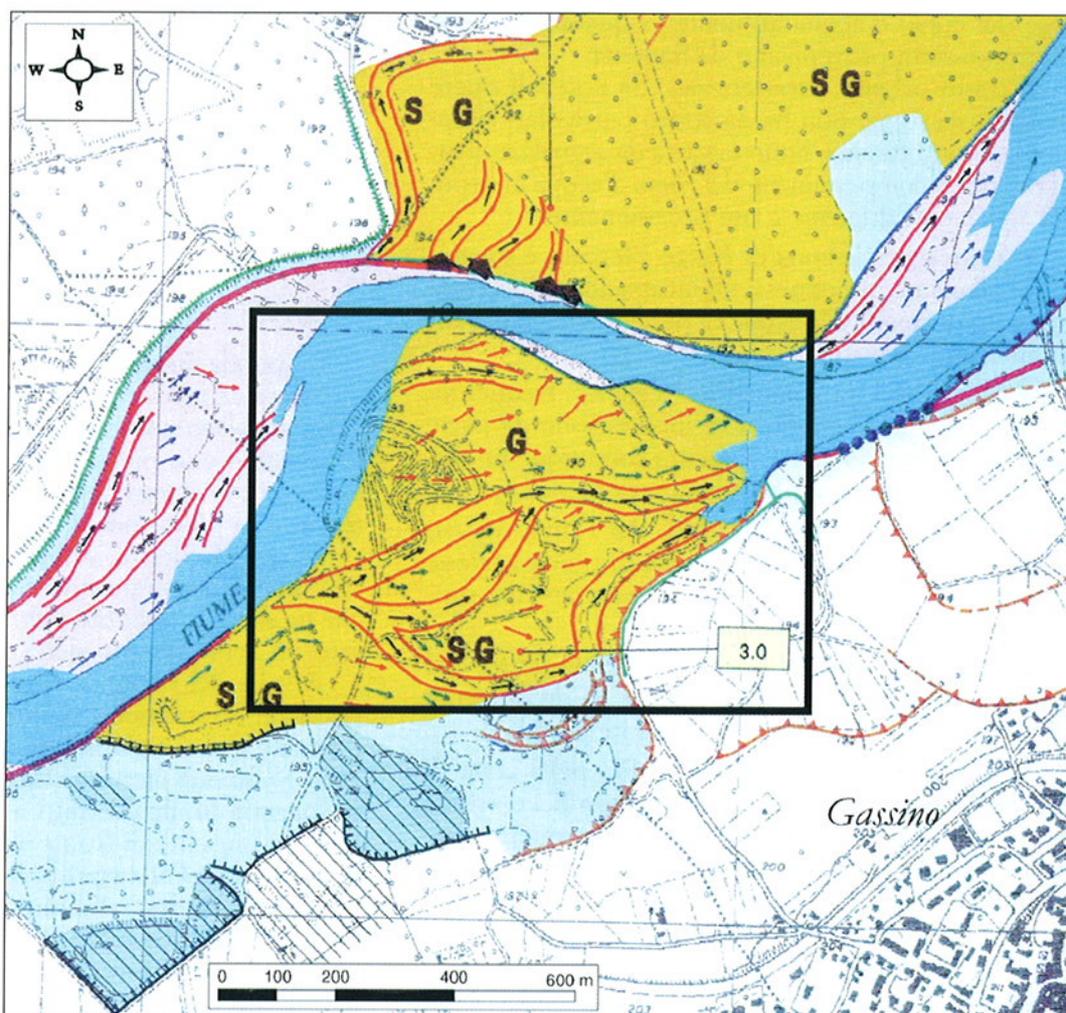


Fig. 57. Risulta evidente l'area in destra orografica (in parte delimitata da forme fluviali relitte) dove si sono concentrati intensi processi erosivi e deposizionali (area riquadrata). Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995.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

Torino, dove si sono registrati allagamenti più estesi rispetto a quelli del novembre 1994 e sono state riattivate 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

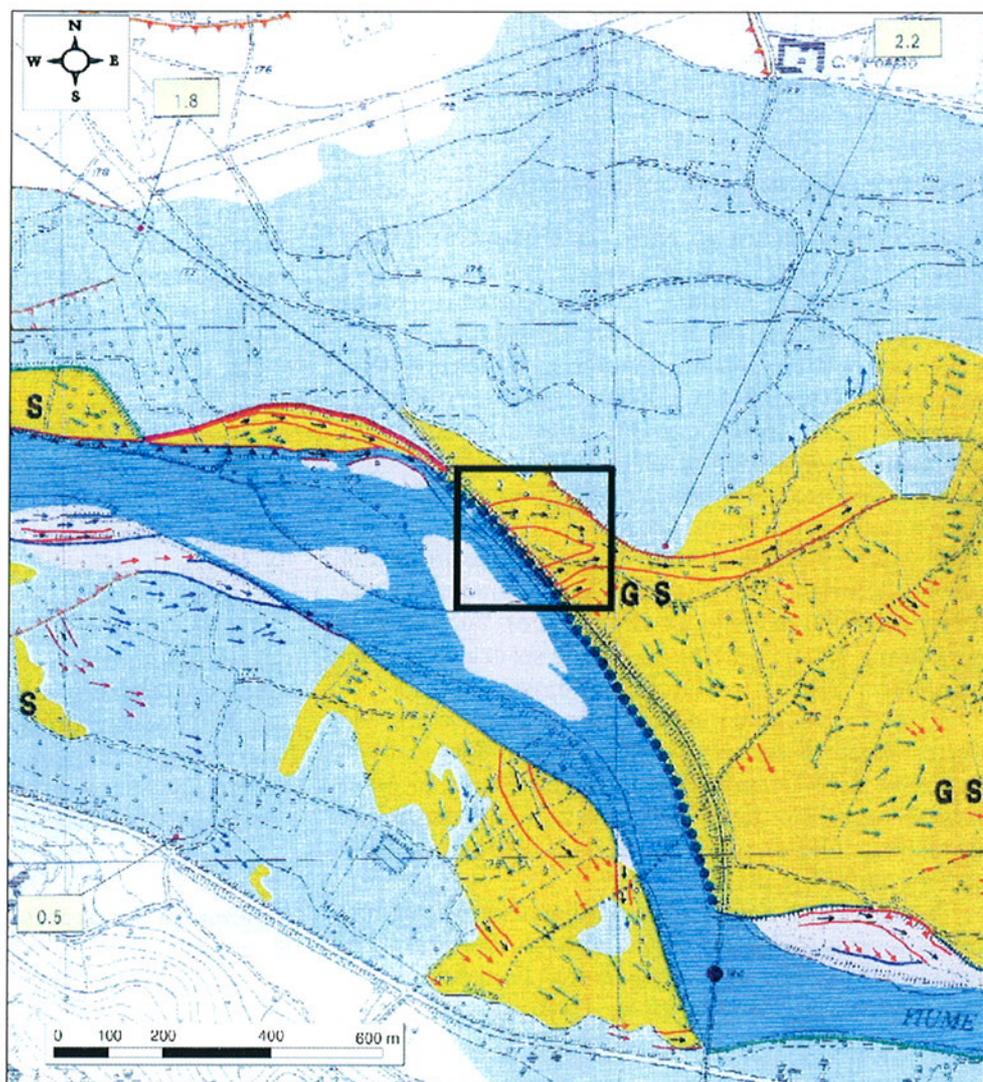
In sponda sinistra a monte del ponte di Crescentino il corso d'acqua ha mostrato un'accentuata tendenza a migrare verso sinistra scavalcando e scalzando le difese spondali e in particolare si è avuta un'accentuata erosione con arretramento della sponda circa 1 km a monte del ponte per un tratto lungo 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 ghiareti 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 pressochè 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 centrale 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, allagandone 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 persistente 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, transistata 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 spondale, 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 gola 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 aree di gola.

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 golenale 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 gola, 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 ghiareto 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'erosione che si è verificata a parti-

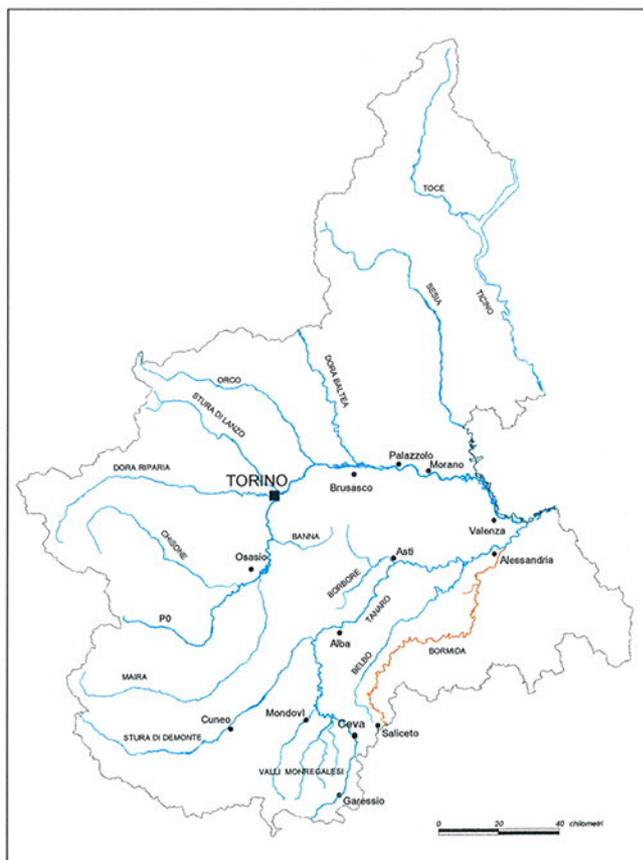


Fig. 63. Identificazione geografica dell'asta del fiume Bormida di Millesimo entro l'area piemontese.

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 esplicito 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 casine 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 dei piloni 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.

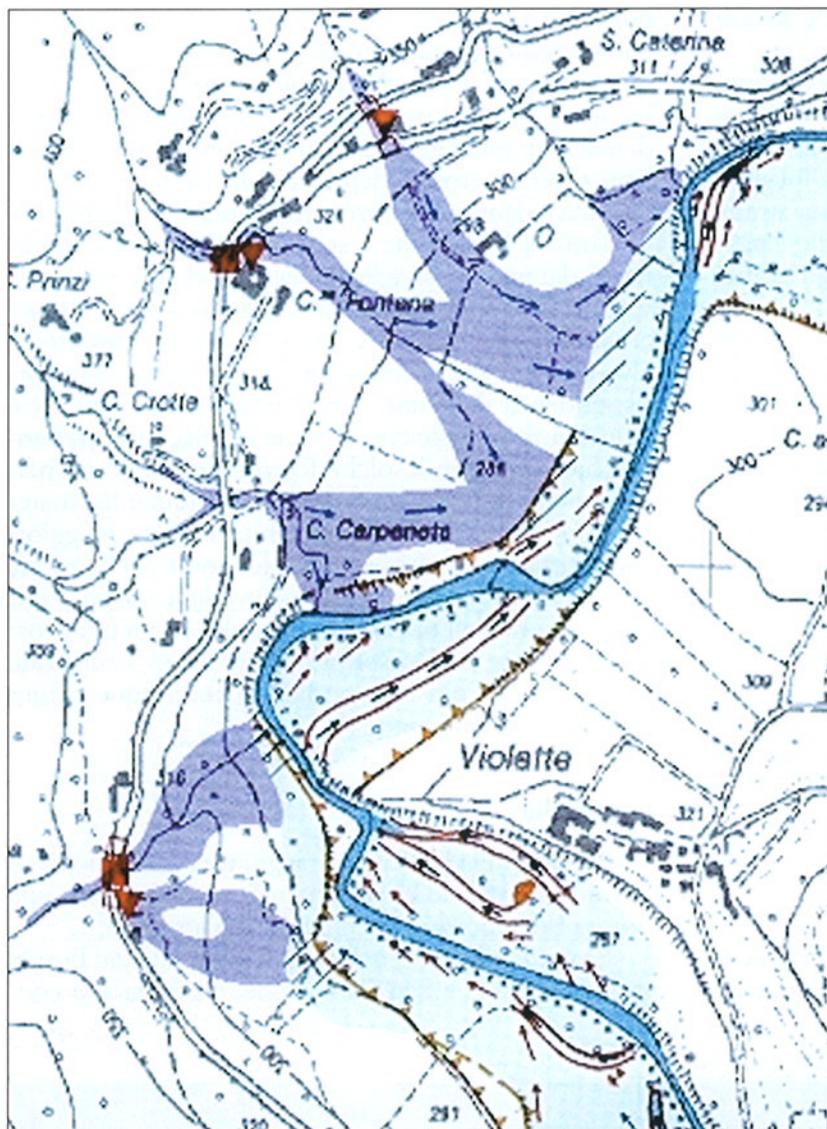


Fig. 65. Comune di Torre Bormida: nella cartografia in viola sono evidenziate le aree interessate da deposizione di materiale dovuto alle attività dei conoidi. I danni alla viabilità, ai ponti e agli edifici sono indicati con simboli. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla 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 cascate 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

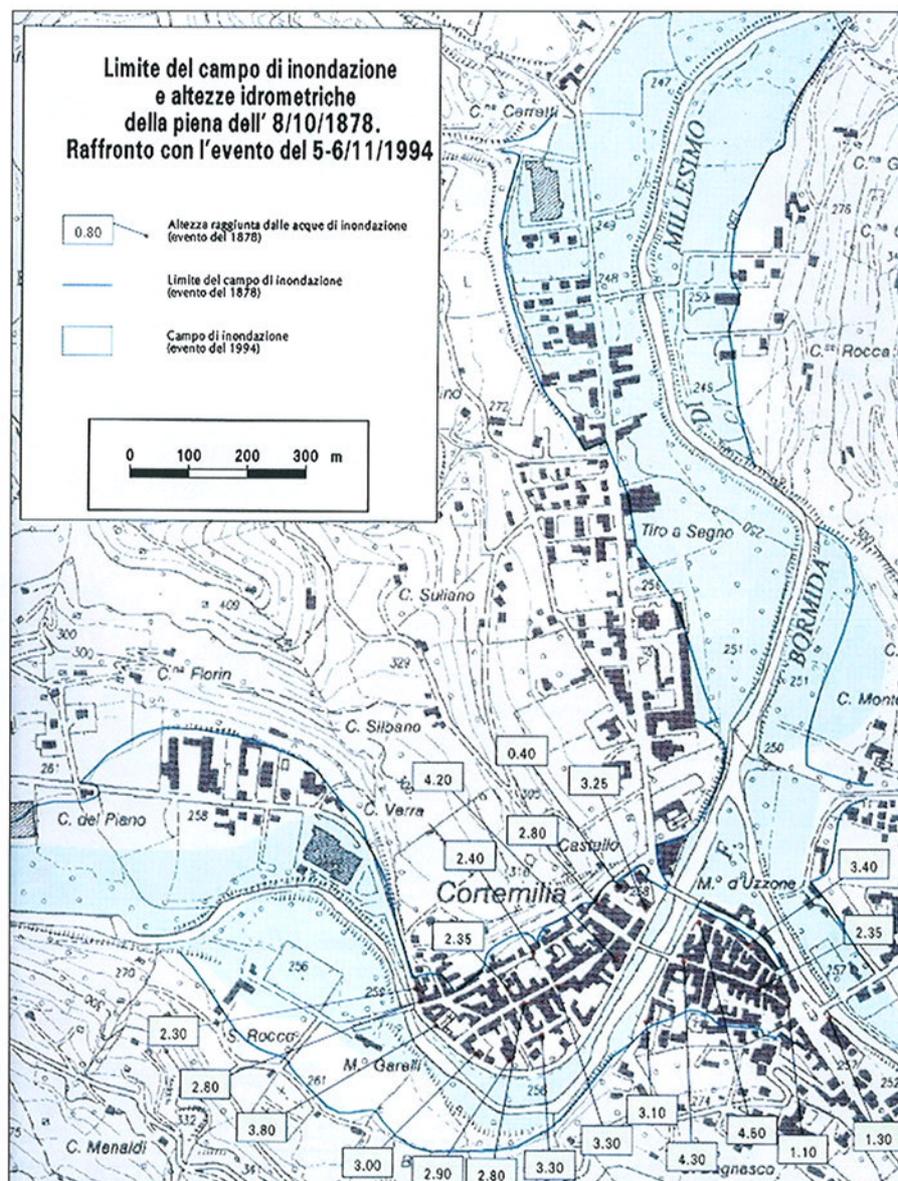


Fig. 67. Comune di Cortemilia, fiume Bormida di Millesimo. L'attività erosiva connessa con la piena fluviale del novembre 1994 ha reso evidente le modificazioni del letto del canale in corrispondenza del ponte centrale dell'abitato.



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 strette 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.

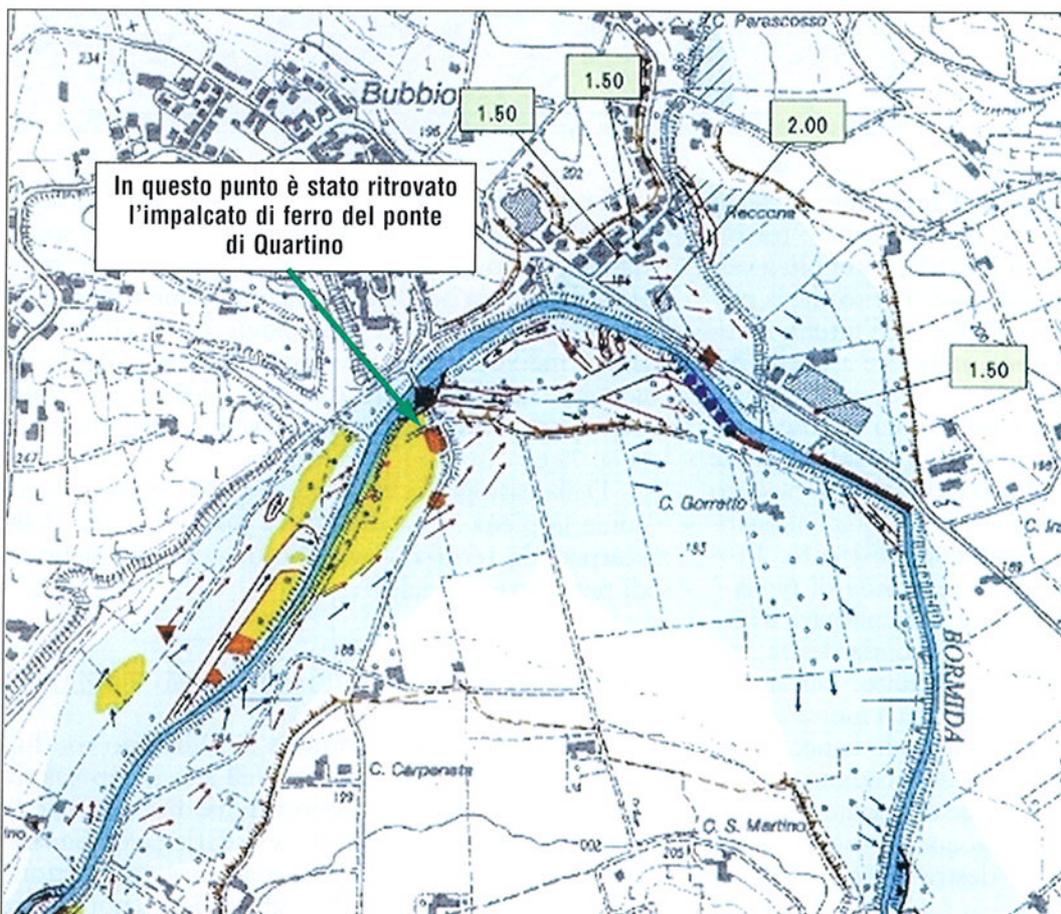


Fig. 71. Comune di Bubbio: l'ondata di piena provocata dal cedimento del ponte ha causato l'allagamento della piana su cui sorge un rione del capoluogo. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5/6-11-1994" (Regione Piemonte, 1995. Sezione C.T.R. 211020 Cravanzana).



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.

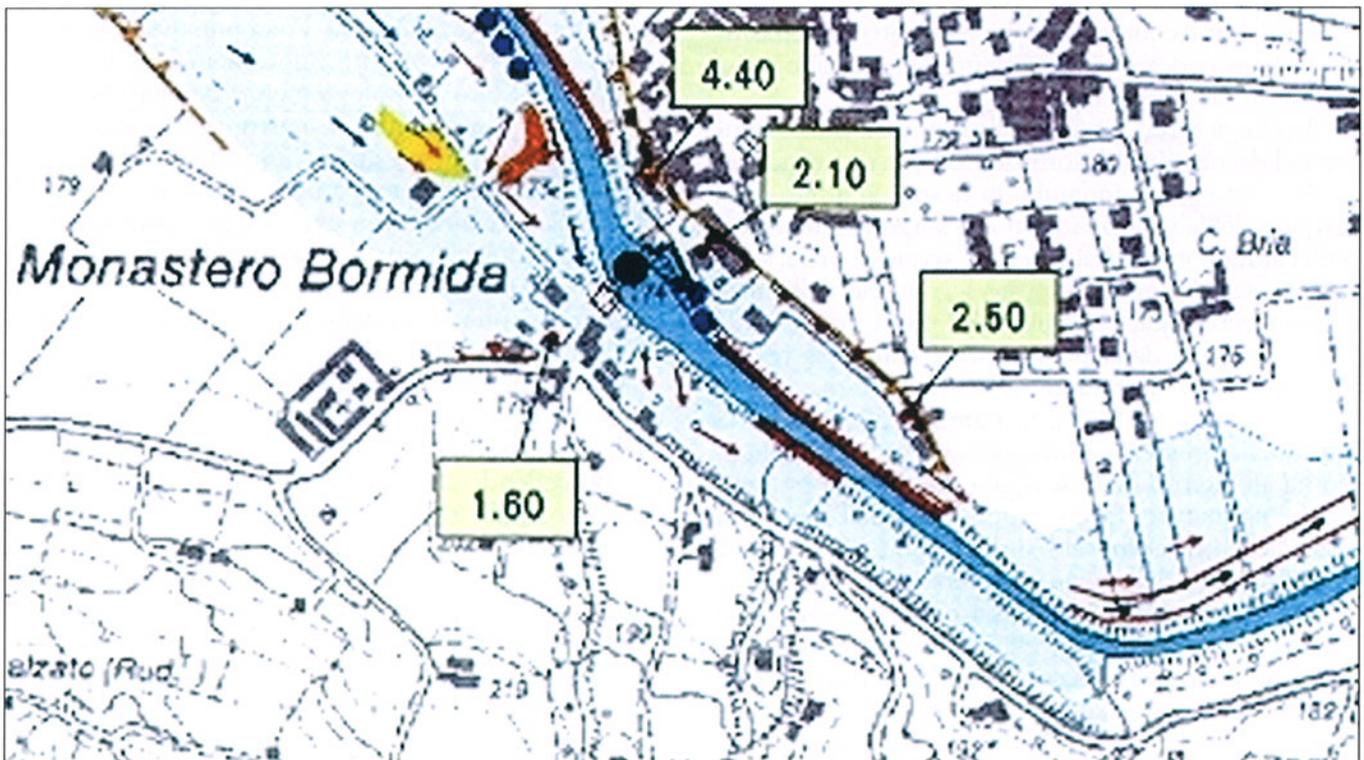


Fig. 73. Comune di Monastero Bormida: il fiume ha occupato tutta la fascia compresa tra la scarpata del terrazzo in sinistra e la strada comunale in destra. Il ponte di età medioevale è stato sormontato, gli edifici nelle vicinanze del fiume allagati. Stralcio della carta "Campo di inondazione ed effetti 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 FF.SS. 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.

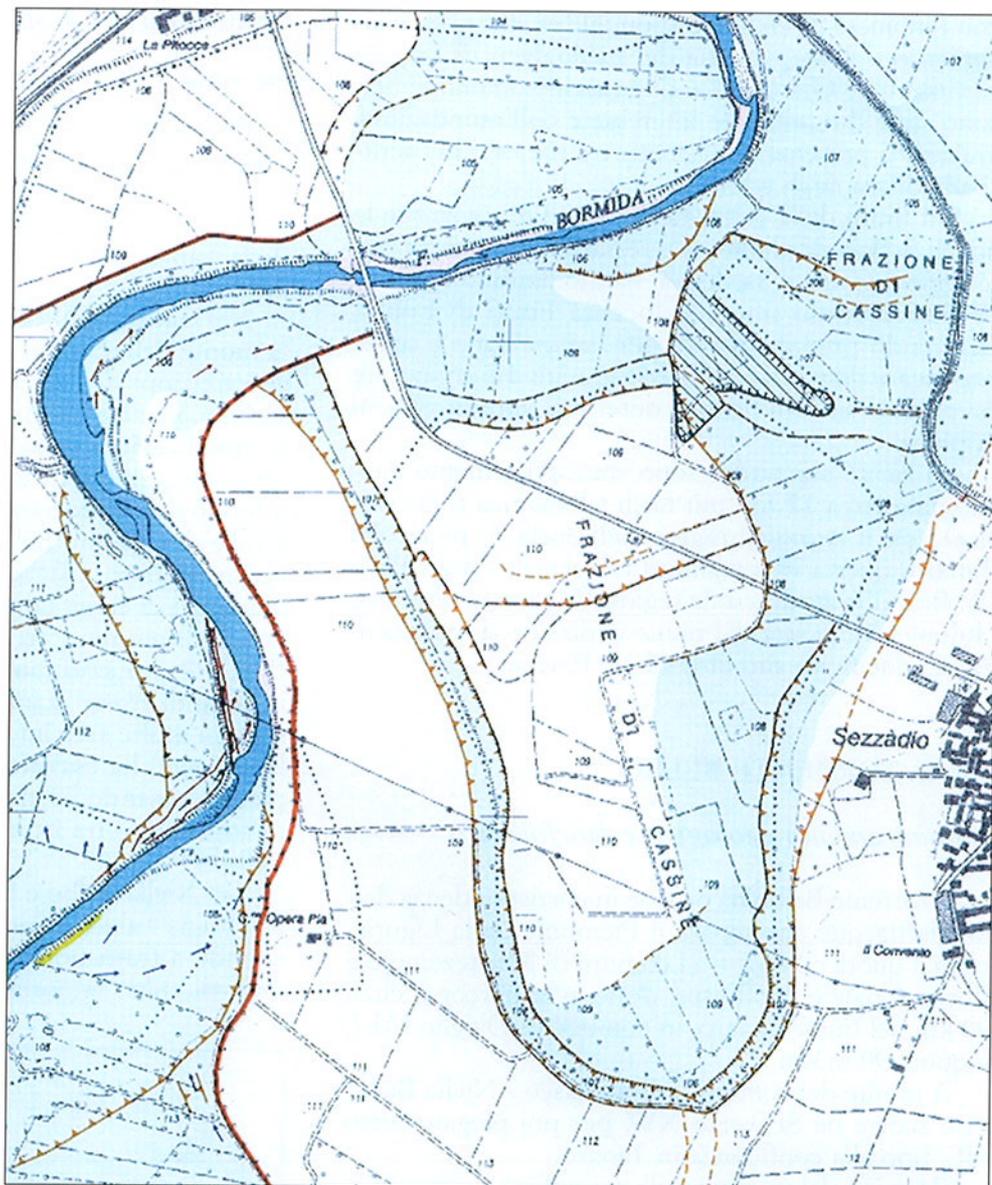
In corrispondenza dei rilevati della tangenziale di Alessandria (S.S. 30) e della S.P. 181, che convergendo hanno contenuto i lati della piena, la sezione esondata si è ridotta ad un minimo di 400 m all'incrocio delle due strade.

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 fornici 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 FF.SS. 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 FF.SS. 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 sopraccitato 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 spondale 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 quarternari 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 cuneese 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 spondale 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.

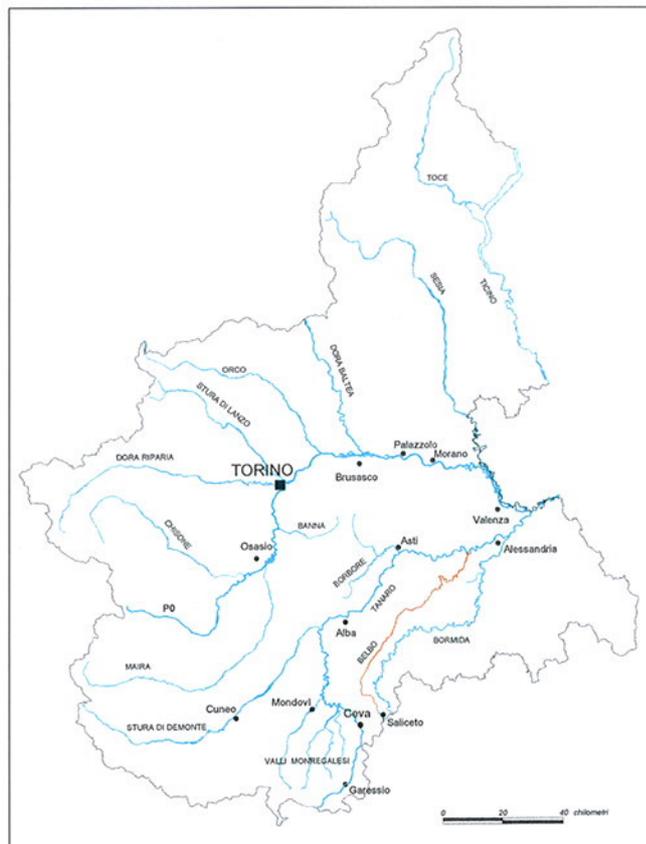


Fig. 75. Identificazione geografica dell'asta del fiume Belbo entro l'area piemontese.

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 mobilizzazione 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

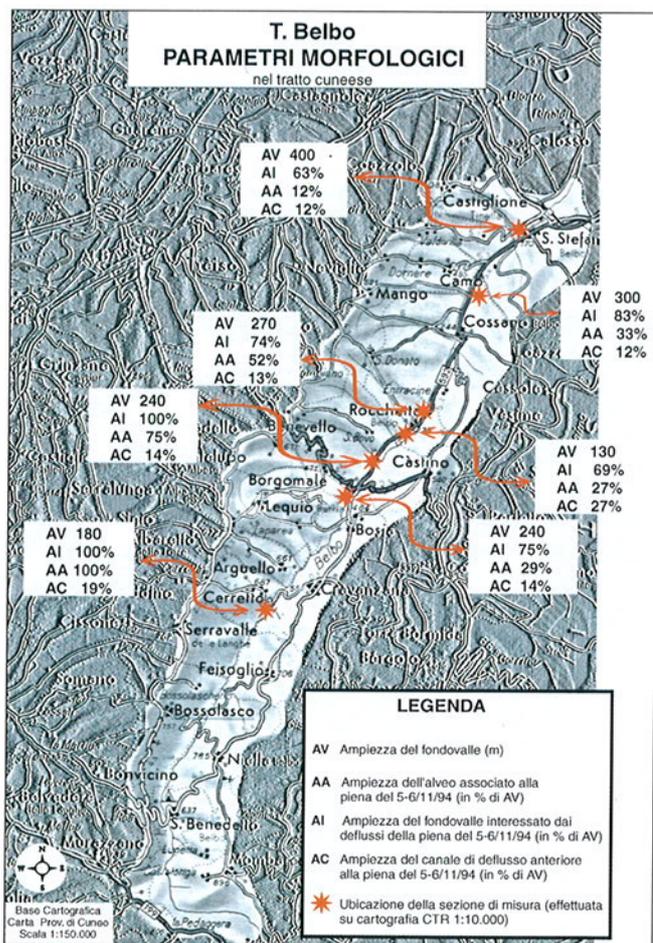


Fig. 77. La carta riporta, per alcune sezioni di riferimento, l'ampiezza del canale di deflusso del T. Belbo anteriore alla piena del novembre 1994, l'ampiezza dell'alveo associato alla piena e l'ampiezza della fascia di fondovalle inondata per il tratto cuneese.

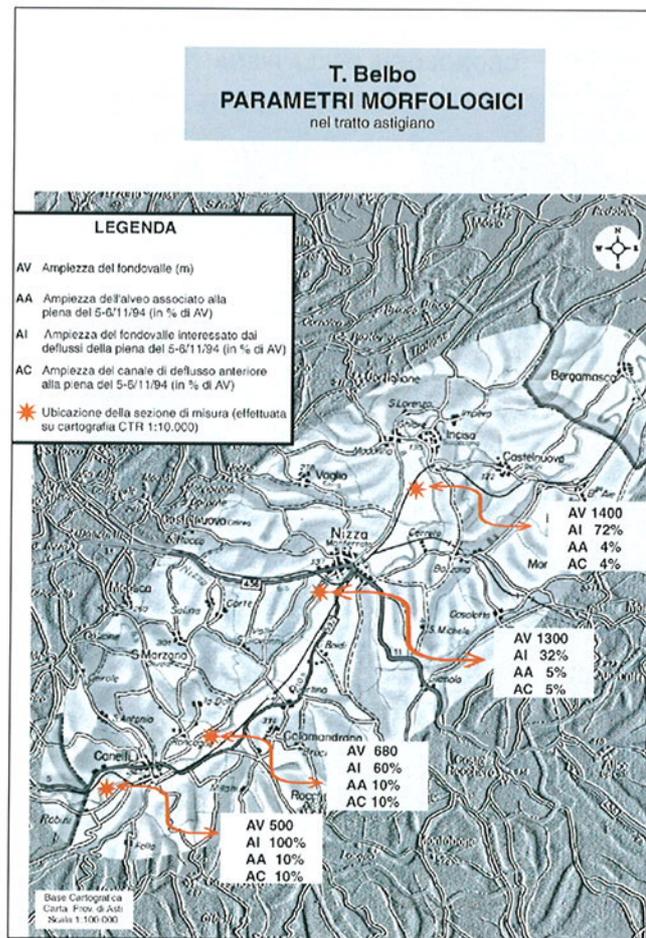


Fig. 78. La carta riporta, per alcune sezioni di riferimento, l'ampiezza del canale di deflusso del T. Belbo anteriore alla piena del novembre 1994 l'ampiezza dell'alveo associato alla piena e l'ampiezza della fascia di fondovalle inondata per il tratto astigiano.

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.

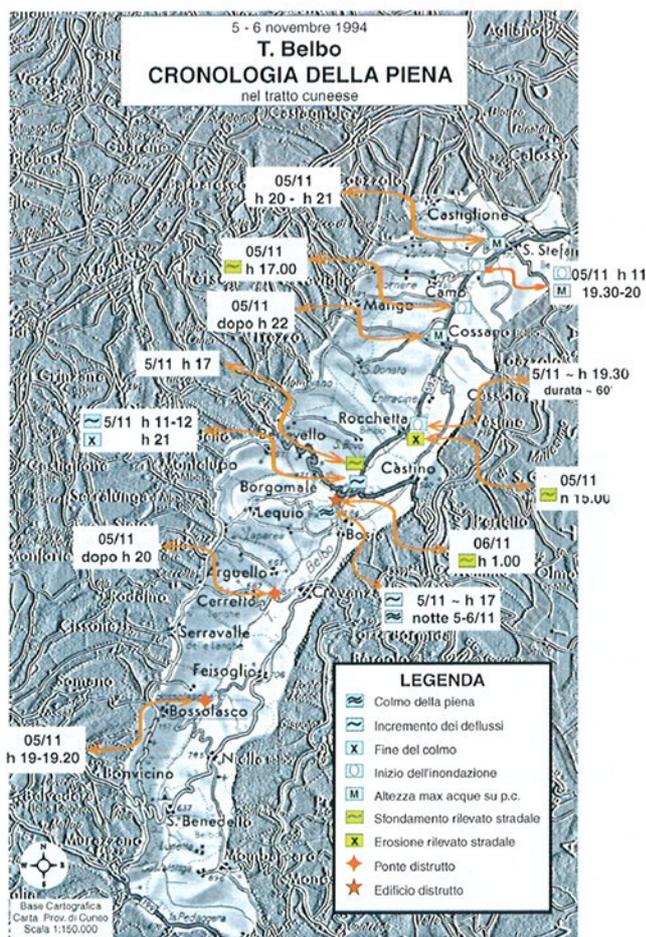


Fig. 79. La carta riporta le informazioni, raccolte durante i sopralluoghi lungo il tratto cuneese del bacino del T. Belbo, sulle ore di passaggio della piena (inizio, colmo, decrescita della piena), sulle ore delle altezze massime delle acque sul piano campagna e sulle ore in cui si sono verificati danni ad infrastrutture ed edifici.

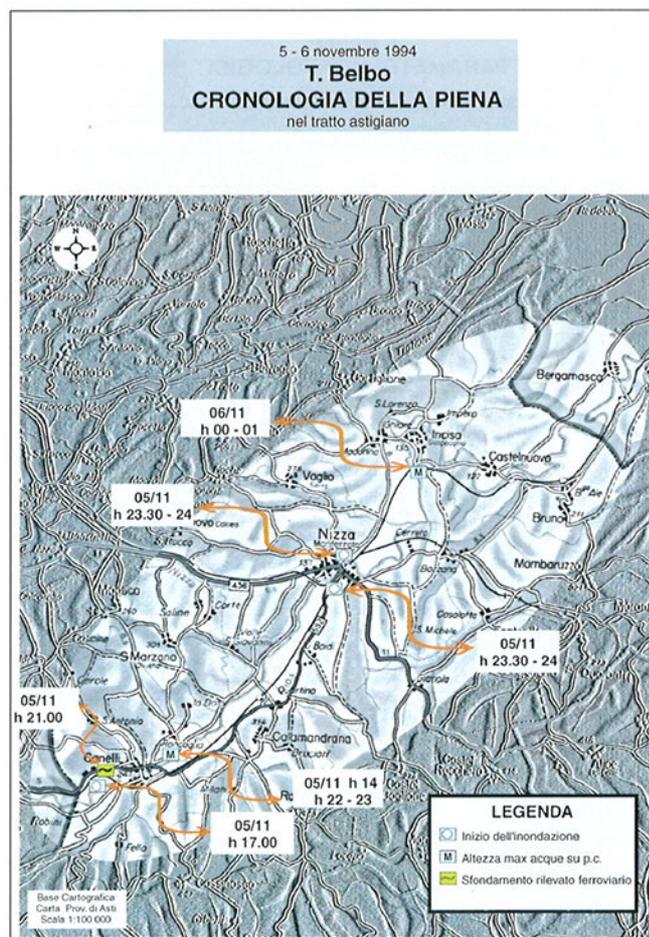


Fig. 80. La carta riporta le informazioni, raccolte durante i sopralluoghi lungo il tratto astigiano del bacino del T. Belbo, sulle ore di passaggio della piena (inizio, colmo, decrescita della piena), sulle ore delle altezze massime delle acque sul piano campagna e sulle ore in cui si sono verificati 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 subiti 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 spondale 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 spondale 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 ill



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 fondo valle si restringe bruscamente, passando da un'ampiezza di 500-600 m a 250-300 m. La riduzione dell'ampiezza del fondo valle 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).

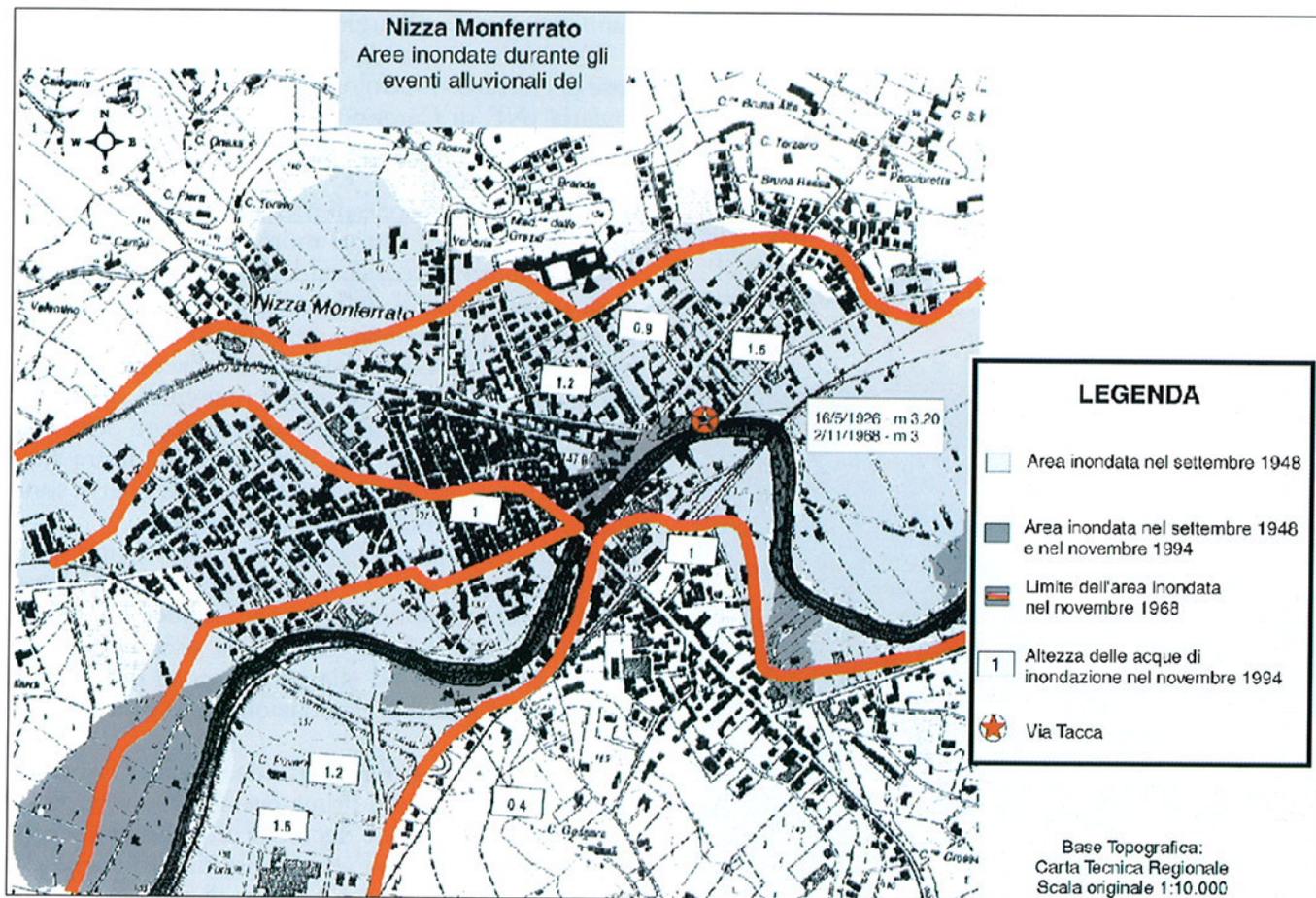


Fig. 87. Comune di Nizza Monferrato. Aree inondate durante alcuni eventi alluvionali del XX secolo. I dati relativi agli eventi del 1948 e del 1968 sono ricavati da cartografie fornite dal Comune di Nizza Monferrato. Le altezze idrometriche, riferite a via Tacca, sono state ricavate da Tropeano e Terzano (1987).

La cittadina di Nizza Monferrato è stata interessata da limitate inondazioni, in corrispondenza dell'asportazione di un muro arginale, con coinvolgimento degli edifici posti lungo il torrente (Fig. 88).

Il T. Nizza, corresponsabile di disastrosi eventi alluvionali, non ha fatto registrare una piena significativa. Il centro storico è stato però interessato da acque di rigurgito della rete fognaria. In figura 77 sono messe a confronto le aree inondate durante gli eventi del giugno 1948, novembre 1968 e novembre 1994.

A valle dell'abitato sono stati inondati da correnti lente ampi settori di fondovalle. Se si escludono alcune case coloniche poste tra l'altro in aree ricorrentemente inondate, non si sono segnalati danni.

Il Belbo in corrispondenza del comune di Incisa Scapaccino forma una serie di meandri incassati, che determinano un rallentamento della velocità di deflusso delle piene. Il risultato di ciò sono le endemiche inondazioni cui è soggetto il fondovalle. La piena del 1994 è stata per Incisa meno grave delle famose piene del 1948 e del 1968. In località Osteria i proprietari di un edificio, in cui si sono misurate tracce alte 40 cm, hanno riferito che l'altezza delle acque nel 1948 fu di m 1,20 e nel 1968 di 0,5 m. Altezze idrometriche notevoli sul piano campagna sono state misurate in località Borgo Madonna che è stata inondata sia dal Belbo, sia dal rio di Vaglio: a monte della strada provinciale alcuni edifici sono stati interessati da inondazioni con altezze d'acqua dell'ordine di 3 m favorite anche dall'impedimento ai deflussi determinato dal rilevato stradale.

Anche il centro abitato di Castelnuovo è posto in un'ansa del torrente e ciò fa sì che esso sia stato in passato ricorrentemente inondato; tuttavia la piena del 1994 non è stata tra le più significative, anche se ha interessato l'intero fondovalle. Le altezze idrometriche maggiori, circa due metri, si sono misurate sugli edifici del campo sportivo posto all'interno delle arginate.



Fig. 88. Nizza Monferrato. Parte del muro arginale lungo Via F. Cirio asportato dal T. Belbo (foto da "La Nuova Provincia", 11-11-1994).

re. In aree esterne agli argini, le altezze delle acque di inondazione sono state in genere modeste (10-40 cm).

Da una targa presente nella piazza principale si è potuto osservare come, nel 1948, le acque di inondazione nel centro cittadino abbiano raggiunto quasi i tre metri.

• TRATTO CASTELNUOVO BELBO - OVIGLIO

A monte di Bergamasco il colmo di piena è raggiunto il giorno 6 novembre.

Qui la piana è allagata principalmente per laminazione per una sezione di circa 1 km, ad eccezione delle principali anse che vengono frequentemente saltate da acque ad alta energia.

Sono diffusi i tratti in erosione, specialmente lungo le sponde esterne delle anse, con discrete quantità di materiale fluitato che viene depositato al piede dei terrazzi morfologici e nelle depressioni naturali ed artificiali presenti ai lati dell'alveo.

Nell'abitato di Bergamasco alcuni edifici sono allagati in prossimità del ponte ed in località Fornace, con battenti d'acqua compresi tra 0.8 ed 1.5 m sul piano campagna originale.

A valle del paese è presente un tratto parzialmente arginato in cui la sezione di piena si riduce ad alcune centinaia di metri, con un conseguente aumento generale di energia; si assiste quindi alla formazione di canali di erosione, principi di diversione d'alveo e danneggiamenti agli argini stessi.

L'erosione di sponda è spesso marcata, specie alla base del terrazzo morfologico su cui passa la linea ferroviaria (NE di Carentino); quest'ultima viene sormontata dalle acque per un tratto di circa 200 m in località Cascinetta.

A Oviglio la sezione di piena subisce un'ulteriore riduzione legata a fattori morfologici ed al forzato restringimento in corrispondenza del ponte. A monte di quest'ultimo il deflusso è costretto ad un rallentamento, con marcato deposito di materiale sabbioso-limoso e crescita del battente d'acqua. Ne consegue che in sinistra orografica numerose abitazioni del concentrico sono allagate per rigurgito della rete fognaria (altezze fino ad 1 m), mentre in destra altre abitazioni e parte della massicciata ferroviaria sono allagate per il rigurgito di un rio laterale.

A valle del ponte di Oviglio l'area del campo sportivo è allagato da oltre 1.5 m d'acqua, con vistosi depositi di materiale sabbioso-limoso. Scendendo verso la confluenza con il Fiume Tanaro la sezione di piena tende nuovamente ad allargarsi fino ad oltre 1 km, anche per effetto dell'esondazione della rete idrografica minore.

In particolare il Rio Regrinda, orientato normalmente verso E, in una prima fase tende a rigurgitare rimontando per alcune decine di ettari; in una seconda fase determina una vera e propria diversione del canale di deflusso, per un tratto di circa settecento metri ed orientato verso NE, fino a confluire in un più settentrionale impluvio secondario.

Ancora più a nord la sezione di piena del Torrente

Belbo si restringe fino ad un minimo di circa 150 m, limitata in destra dal terrazzo morfologico di Villa del Foro ed in sinistra dall'arginatura della Cascina Savella, allagata dalle acque di Tanaro per circa 1.5 m (questa arginatura mantiene separate, fino alla confluenza, le acque del Fiume Tanaro da quelle del Torrente Belbo).

L'altezza delle acque esondate del Belbo cresce fino ad un massimo di 3 metri, con vari danneggiamenti agli argini ed alle difese spondali; il tratto terminale della Strada della Cavallerizza è allagato e la spalla destra dell'omonimo ponte è parzialmente danneggiata; in località Rocca di Villa del Foro un edificio industriale viene parzialmente allagato.

In corrispondenza della confluenza il livello raggiunto dalle acque sull'originario piano campagna raggiunge i 5 metri.

Considerazioni finali

Le note fin qui esposte sulla piena del 1994 del torrente Belbo e i dati storici sulle piene passate portano a due brevi riflessioni: la prima sul rapporto tra l'utilizzo del territorio e i processi associati all'attività dei corsi d'acqua; la seconda sugli strumenti da utilizzare per la mitigazione del rischio associato agli eventi naturali.

In merito al primo punto si può affermare che la piena del torrente Belbo del novembre 1994 sia stata indubbiamente catastrofica per gli effetti che essa ha avuto sulle attività umane tuttavia, dall'analisi dei dati storici, essa non rappresenta un caso isolato: solo nell'ultimo secolo vengono segnalati almeno altri 4 eventi di piena (maggio 1926, settembre 1948, novembre 1951, novembre 1968), che hanno avuto conseguenze gravi per settori più o meno vasti del bacino.

Se si considerano solamente le piene citate, in quest'ultimo secolo, la media di accadimento con associati danni gravi è di una ogni ventennio.

In alcune occasioni le piene con effetti gravi si sono susseguite con un intervallo di pochi anni, come nel caso delle due importanti piene del 1948 e del 1951.

Analizzando la distribuzione dei danni si osserva come i comuni maggiormente colpiti siano, per il tratto analizzato, Cossano Belbo (in corrispondenza dell'area produttiva a valle dell'abitato), Santo Stefano Belbo, Canelli, Nizza Monferrato, Incisa Scapaccino e Castelnuovo Belbo, quelli cioè ubicati nel tratto medio basso di fondovalle, ove questo si amplia.

Tale considerazione che può sembrare ovvia, (ovvero: i danni alle aree urbanizzate si osservano dove queste occupano settori di fondovalle ancora di pertinenza del corso d'acqua), in realtà non appare tale se si analizza lo sviluppo urbanistico in questi comuni. Sono lampanti gli esempi di Cossano Belbo e di Santo Stefano Belbo.

Nel comune di Cossano Belbo si è urbanizzata un'area, a valle dell'abitato potenzialmente soggetta al passaggio delle piene maggiori.

A Santo Stefano Belbo in aree troppo prossime all'alveo del torrente, gravemente colpite da eventi

passati, si sono costruite abitazioni e strutture pubbliche: in una di queste erano custoditi, e sono stati danneggiati, i libri ed i manoscritti di Cesare Pavese, di questo centro originario.

L'ultima piena del Belbo che causò danni di una certa entità all'abitato risale al 1968, eppure nell'attività di pianificazione urbanistica non si è considerato quanto allora si verificò, né tanto meno quanto si verificò nel settembre di vent'anni prima.

Questa poca attenzione da parte delle amministrazioni locali ai problemi legati ai processi naturali può trovare spiegazione in una troppa fiducia nell'efficienza delle opere di difesa idraulica che sempre vengono costruite dopo i grandi eventi alluvionali, in una falsa consapevolezza che quanto avvenuto, perché eccezionale, non si potrà verificare per «molto tempo», ed in una comprensibile incapacità delle amministrazioni stesse nell'analisi rivolta alla minimizzazione del rischio connesso agli eventi di piena.

In merito a quest'ultimo aspetto è utile ricordare che i processi associati ad un evento di piena sono da porre in relazione a diversi fattori, tra loro legati e consequenziali e che possono essere messi a fuoco attraverso l'analisi morfologica ed idraulica dell'insieme corso d'acqua e area ad esso geneticamente legata. Infatti la tipologia e l'intensità dei danni subiti dai manufatti durante un evento di piena sono da porre in relazione ai tipi di processi di modellamento fluviale che, a loro volta, sono dipendenti dalle caratteristiche dell'alveo.

Nel caso del Belbo, si osserva come a monte di S. Stefano, dove il torrente scorre in un fondovalle stretto e con pendenze comprese tra l'1-2%, fino al 6% (Banca Dati Geologica, 1990), si sono verificati ingenti processi di erosione prevalentemente di sponda e, in generale, processi associati a modificazioni dell'alveo, mentre a valle, dove le pendenze diminuiscono e, conseguentemente, il torrente assume un andamento più sinuoso, si sono registrate estese inondazioni, con abbondante deposito di sedimenti fini. Sicuramente, almeno per il tratto compreso tra Santo Stefano e Nizza Monferrato, le opere di difesa idraulica hanno in qualche modo limitato i danni dovuti alle erosioni spondali, più frequenti in passato, come risulta dai dati storici.

Tali difese però, anche a causa della notevole portata del torrente, massima storica, almeno tra quelle stimate a Santo Stefano (CNR/IRPI, 1995; Terzano e Tropeano, 1987) non sono state in grado di limitare le esondazioni che sono state spesso di notevole entità.

Da queste brevi riflessioni si ricava che per mitigare gli effetti delle piene è necessario partire da una rigorosa analisi del sistema fluviale in termini di dinamica dei processi e delle loro possibili conseguenze (effetti morfologici e danni indotti, nel caso di aree antropizzate).

Solo una corretta comprensione dei differenti aspetti morfologici ed idraulici consentirà di adottare corrette scelte di sviluppo urbanistico.

Attraverso una solida base conoscitiva sarà possibile individuare le aree interessate da processi fluvia-

li che potranno essere messe in sicurezza e successivamente urbanizzate mediante opere di difesa idraulica economicamente accettabili in termini di costi e benefici.

Le difese idrauliche dovranno però essere sempre progettate tenendo conto della globalità dei deflussi, per evitare una esaltazione degli effetti delle piene a monte e a valle delle aree da difendere.

Infine, è importante tener presente che le opere idrauliche potranno essere inefficienti per eventi catastrofici ed è perciò essenziale mettere a punto piani di protezione civile, intesi sia come piani di emergenza, nel caso di eventi alluvionali ma anche come azioni di informazione della popolazione sui rischi che può comportare vivere in aree ancora soggette alla dinamica dei corsi d'acqua.

Bibliografia

AA.VV. (1994), *Rapporto sull'evento alluvionale del 5-6/11/94. Analisi geologica della dinamica dell'esonazione nel territorio comunale di Alessandria*. Comune di Alessandria, inedito, 1 volume e cartografia allegata.

AA.VV. (1995), *Ad un anno dall'alluvione 1994. Per un'economia all'attacco ed un territorio più amico*. Provincia di Alessandria, Osservatorio del Lavoro, Alessandria, 75 pp.

AA.VV. (1996), *Undicesimo comandamento: ...non favorire le alluvioni...* Circonscrizione Alessandria Nord, Gruppo di Lavoro AL Nord, Grafiche Macaluso, Alessandria, 63 pp.

AA.VV. (1997), *Ieri... Oggi... Forse Domani... La sicurezza della città!*. Circonscrizione Alessandria Nord, Gruppo di Lavoro AL Nord, Grafiche Macaluso, Alessandria, 64 pp.

A.A.VV. (s.d.), *Meteorological Events and Natural Disasters*. Report CEC field mission in Piedmont (Northern Italy) of 4-6 November 1994, ENEA - Consorzio Civita.

ANGIUS E. (1948) *Il nubifragio del 4 settembre 1948 in Piemonte*. L'Acqua nell'agricoltura, nell'igiene e nell'industria. Anno XXVI, N.11-12, novembre-dicembre 1948, pp. 123-130.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1995), *Fiume Tanaro. Quadro dell'assetto attuale*. Relazione generale del Piano Stralcio per la realizzazione degli interventi necessari al ripristino dell'assetto idraulico.

AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME PO (1995), *Sottoprogetto SP11 Piano e coordinamento interprogettuale*.

BAUDUCCO F., SUSELLA G. (Fotoint., rilevam.), SICARDI S. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Bormida*. Tratto L. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

BELLARDONE G., BROVERO M. (Fotoint., rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Belbo*. Tratto G. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

BELLARDONE G., BROVERO M. (1995), *Processi ed effetti associati alla piena del T. Belbo del 5/11/1994*. 2° I.M.Y.R.A.G, Secondo incontro internazionale dei giova-

ni ricercatori, Peveragno, Cuneo; 11-13 ottobre 1995, Sez. B, pp. 128-132.

BELLARDONE G., BROVERO M., FORLATI F. (Fotoint., rilevam.), RAFFONE S., TAMBERLANI F. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Tanaro*. Tratto B. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

BELLARDONE G. (1997), *4-6 novembre 1994, la piena del Belbo*. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - Quaderno n. 9, Torino, pp. 41.

CALORIO G.F. (1990), *Orti. Storia, vita e personaggi del quartiere alessandrino*. Ed. Dell'Orso, Alessandria, 1 vol.

CALORIO G.F., CIPRI M., DONDO D., MURARO M., OBERTI R., RATTI G. (1980), *Vivere in Alessandria. Storia di Alessandria e del suo territorio dalle origini al primo Novecento* - ARCI (Al), Ed. Dell'Orso, Alessandria, 1 vol.

CALORIO G.F., MOGLIA G., OSELLO A., SPALLONE R. (1996), *Rappresentazione della dinamica del degrado nella lettura dei territori colpiti dall'alluvione del novembre 1994: il quartiere Orti in Alessandria*. Atti XVIII Convegno dell'U.I.D. "Obiettivo sulla città - Estetica e degrado", Politecnico di Torino, pp. 33-49.

CALOSSO L., NOSENZO N. (1995), *Tanaro, il fiume amico-nemico. Miti leggende memorie d'acqua*. Daniela Piazza editore, 1995, 225 pp.

CARRARO F., PETRUCCI F., TAGLIAVINI S. (1969). *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia - Foglio 68 "Carmagnola"*. Servizio Geologico d'Italia, pp. 40, Ercolano (NA).

CAVALCHINI P.L., VASSALLO N., ZIRUOLO L., ANNONE G. (a cura di, 1997), *Il fiume sulla città*, Boccassi Ed., Alessandria, 134 pp.

COLOMBO I., PIANO A. (Fotoint., rilevam.) (1998), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Po*. Tratto Brusasco-Morano Po. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE, Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica nel Bacino Padano - Torino (1995), *5-6 novembre 1994. Un'evento da non dimenticare*. A cura di E. Farina. Progetto grafico e stampa a cura di Seat, Divisione Stet, 94 pp.

COPPO C., OBERTI 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.

COZZO M., DE DONNO A. (1996), *Rilievo urbano e analisi morfologica del quartiere Orti di Alessandria a seguito degli eventi alluvionali del novembre 1994; proposta di sistemazione a parco della fascia fluviale*. Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, inedito.

DI NAPOLI G., MERCALLI L. (1996), *Moncalieri. 130 anni di meteorologia: 1865-1994*, Soc. Met. Sub.

IRES (1989), *Progetto Po*. Collana Piemonte, studi dell'IRES.

FORLATI F., RAFFONE S., (1997), *Analisi del sistema fluviale effettuata mediante riprese aeree del 23 settembre 1954*. Fiume Tanaro. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore

Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

GIAMPANI C., RAMASCO M. (Fotoint., rilevam.), ALIATTA P., SUSELLA G. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del torrente Bormida*. Tratto I. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

GIAMPANI C., RAMASCO M. (Fotoint., rilevam.), ALIATTA P., SUSELLA G. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Tanaro*. Tratto D. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

LUINO F., RAMASCO M., SUSELLA G. (1993), *Atlante dei centri abitati instabili Piemontesi*. G.N.C.I., Linea 2, L'Artistica di Savigliano, 1993, 245 pp.

MANTELLI M., TESTA E. (1989), *Alessandria e l'urbanistica della felicità*, Edizioni Istituto Gramsci, Alessandria, 148 pp.

MANTELLI M., TESTA E. (1989), *Alessandria e l'urbanistica della felicità* - Edizioni Istituto Gramsci, Alessandria, 148 pp.

MENSIO L. (Fotoint., rilevam.) (1996), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Po*. Tratto Carmagnola-Brusasco. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

MINISTERO DI AGRICOLTURA (1916), *Tanaro. Carta idrografica d'Italia*. Eugenio Perrone, 370 pp., Roma.

MOTTA R. (1996), *Tanaro, Bormida e l'inconscio collettivo di Alessandria*. Circolo Horti Alessandria, Quaderni, n.1, Ed. Maxmi, Alessandria, 160 pp.

OBERTI R., PICCINI C. (1996), *Evento alluvionale del 7/10-10-1996. Fiume Tanaro (Provincia di Alessandria). Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena*. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

OBERTI 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.

OBERTI 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.

OBERTI 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.

OBERTI 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.

PIOVANO V. (1989), *Caso di studio per un'attività estrattiva d'inerti in relazione ai processi di dinamica fluviale*, Congr. Int. Geoling.

REGIONE PIEMONTE (1980), *Progetto per la pianificazione delle risorse idriche del territorio piemontese*. Assessorato alla Tutela dell'Ambiente. Relazione, 348 pp. Torino.

REGIONE PIEMONTE (1990), *Carta degli alveo-tipi e portate*. Banca Dati Geologica, CNR-IRPI, CSI Piemonte, 1990, scala 1:100.000.

REGIONE PIEMONTE (1994), *Primo rapporto sull'evento alluvionale verificatosi in Piemonte il 4-6 novembre 1994*, a cura dei Settori Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico e Opere Pubbliche e Difesa Assetto Idrogeologico, aggiornamento alla data del 24-11-1994, inedito.

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

SUSELLA G. (Fotoint., rilevam.), ALIATTA P., BAUDUCCO F., GIAMPANI C., SICARDI S. (Rilevam.) (1994), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Tanaro*. Tratto E. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

TROPEANO D., TERZANO P. (1987), *Eventi alluvionali nel bacino del Belbo: tipologia e frequenza dei dissesti in base a notizie storiche*. Estr. Boll. Ass. Min. Sub., XXIV, 3-4 settembre-1987, 38 pp.

TURITTO O. (Fotoint., rilevam.), LUINO F. (Rilevam.) (1995), *Carta del campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del fiume Tanaro*. Tratto C. Scala 1:10.000. REGIONE PIEMONTE, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico - Banca Dati Geologica - CSI Piemonte.

TURITTO O., MARAGA F., LUINO F. (1995), *Impatto sulle infrastrutture viarie prodotto da piene con inondazione*, Estratto Geol. Appl. Idrol.

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.

