

FIUME BORMIDA

Il Fiume Bormida di Millesimo da Cortemilia alla confluenza con Bormida di Spigno

Gli effetti indotti dalla piena di riferimento lungo la Bormida di Millesimo sono paragonabili a quelli rilevati durante l'evento del novembre 1994.

A valle di Cortemilia le acque hanno occupato il fondovalle compreso tra la strada statale in sinistra e le pendici dei rilievi a destra. Le acque di esondazione hanno coinvolto prettamente aree a destinazione agricola fatta eccezione per Vesime, Cessole, Bubbio e Monastero Bormida dove hanno interessato anche edifici di civile abitazione e produttivi.

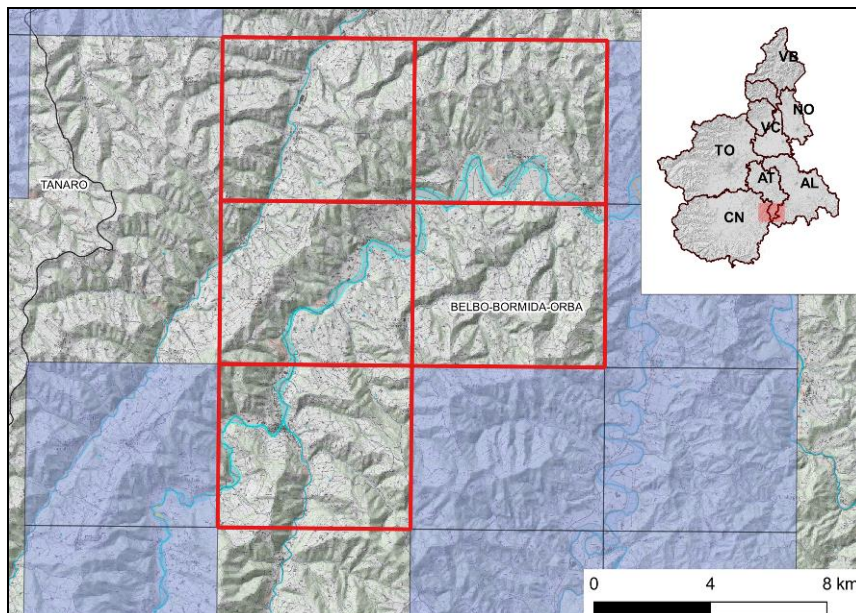


Figura 1. Quadro di unione delle sezioni BTRE al 1:10.000 su cui è stato effettuato il rilievo di dettaglio descritto nel paragrafo

A Vesime il fiume forma una stretta ansa a gomito, in corrispondenza del ponte, le acque di piena sono fuoriuscite dall'alveo in sponda destra seguendo l'andamento di un'incisione relitta, allagando gli edifici di loc. C. Bernengo con battenti idrici di circa 0.80 m e danneggiando le aree agricole presenti.

Dopo il passaggio della piena sono rimasti sulla piana alluvionale a testimonianza della violenza delle acque molti alberi sradicati, come nel tratto a monte e a valle del ponte sul Bormida (Figura 2). In sponda sinistra si è verificata l'erosione delle difese spondali a protezione della sede stradale SP25.



Figura 2. Vesime, località C. Bernengo

A Cessole l'alveo del Bormida si restringe e compie nuovamente una stretta curva, le acque di piena non più contenute hanno inondato le aree agricole adiacenti depositando molto materiale arboreo proveniente dalle numerose piantagioni di pioppi presenti nelle adiacenze del corso d'acqua; i pioppi durante la piena hanno condizionato la direzione e l'intensità dei deflussi (Figura 3).



Figura 3. Accumulo di materiale arboreo a ridosso della SP25 (foto a sinistra), barriera di tronchi in corrispondenza delle coltivazioni di pioppi (foto a destra, Regione Piemonte)

A valle del ponte a S. Alessandro in sponda destra vengono interessati dalla piena alcuni edifici con battenti inferiori ai 0.50 m e poco più a valle, in sponda sinistra, le acque del Bormida invadono la sede stradale della SP25 e viene riattivato un suo ramo laterale

A Bubbio, a valle del ponte sul Bormida, in località Beccone la viabilità provinciale e comunale, alcuni edifici di civile abitazione, un'importante attività produttiva, alcune aziende agricole ed aree coltivate sono stati interessati da livelli idrici di circa 0.6 m (Errore. Il collegamento non è valido.).



Figura 4. Esondazione del Bormida a Bubbio (tratto da www.datimeteoasti.it)

A Monastero Bormida le acque hanno invaso la pianura a monte del ponte erodendo in destra difese spondali e terreni.

Il ponte romano (Figura 5 e Figura 6) non è stato sormontato come accaduto nell'evento del 1994 e l'area di esondazione risulta essere pressoché la medesima del 1994 ma con una differenza nei battenti idrici che oscilla, a seconda della zona, tra 0.70 e 1.50 m; gli edifici nelle vicinanze del fiume sono stati allagati (Figura 7).



Figura 5. Ponte romano di Monastero Bormida durante la piena del 25 novembre 2016



Figura 6. In primo piano il ponte di Monastero Bormida. La linea blu indica il battente d'acqua raggiunto sugli edifici a monte dell'opera nell'evento 2016. L'attraversamento è rimasto intatto

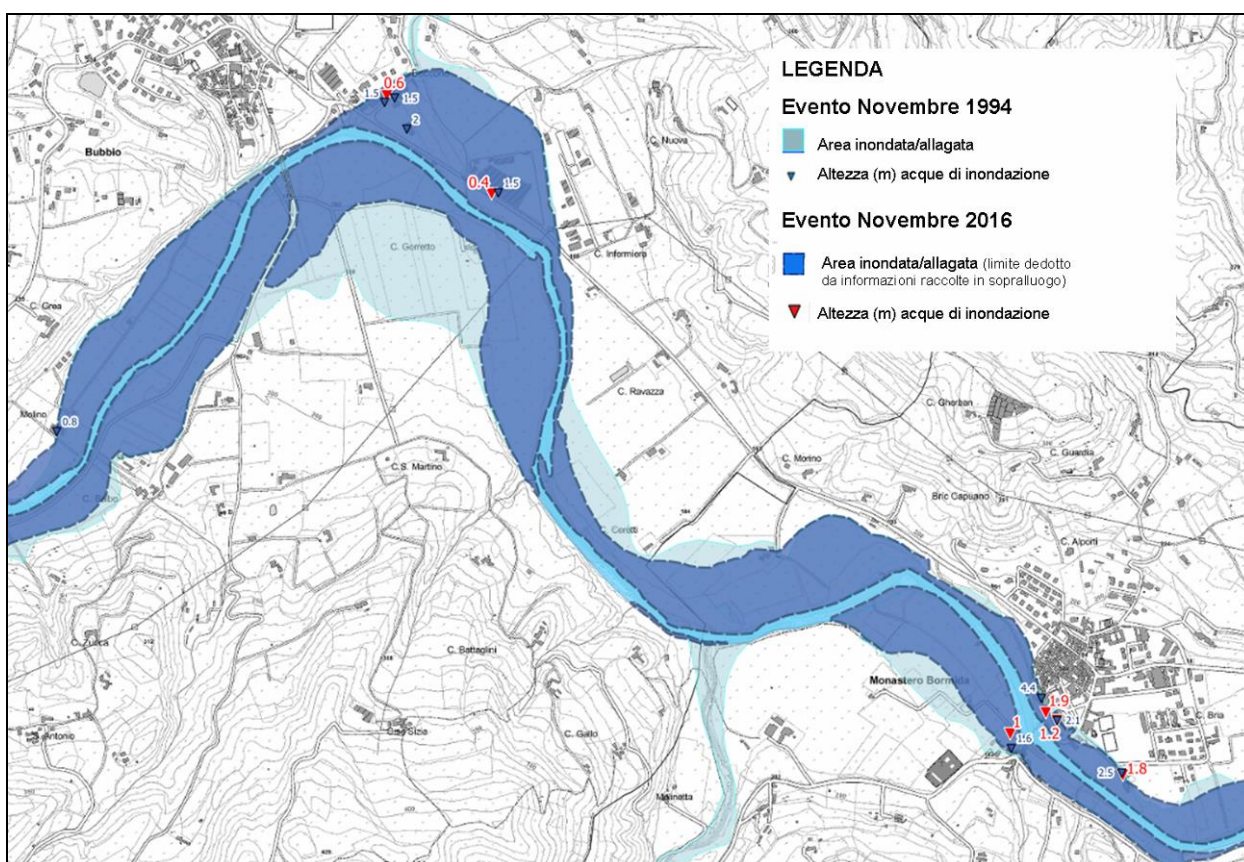


Figura 7. La carta mette a confronto le aree inondate e le altezze raggiunte dalle acque di piena durante gli eventi del 1994 e del 2016, nel tratto compreso tra Bubbio e Monastero Bormida

Nella zona di confluenza delle due Bormide in comune di Sessame, il fiume Bormida di Millesimo ha riattivato, in loc. Gringavoli, il ramo laterale e poco più a monte nei pressi di C.se Gallone un antico canale che confluiva nel Bormida di Spigno come mostrato in Figura 8.



Figura 8. La Carta Stati Sardi mostra come la zona di confluenza delle due Bormide fosse molto più complessa di quella attuale, con diversi rami che si intrecciavano. Durante l'evento le acque di piena hanno occupato il vecchio canale (indicato dalle frecce) che si collegava alla Bormida di Spigno

Il Fiume Bormida di Spigno fino ad Acqui Terme

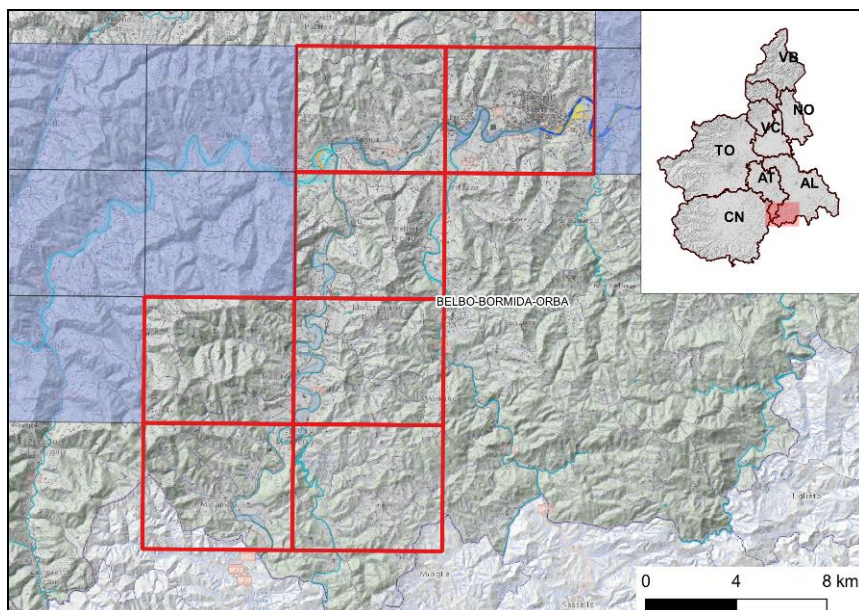


Figura 9. Quadro di unione delle sezioni BTRE al 1:10.000 su cui è stato effettuato il rilievo di dettaglio descritto nel paragrafo

L'esondazione della Bormida di Spigno del 25 novembre 2016 ha sostanzialmente riprodotto gli effetti causati dalla piena del 5-6 novembre 1994. Le inondazioni hanno coinvolto prevalentemente aree a propensione agricola salvo sporadici casi in cui sono stati interessati edifici residenziali e/o agricoli isolati. A Ponti, la difesa spondale e l'argine di recente realizzazione a protezione di un manufatto e del campo sportivo, sono stati aggirati all'altezza della confluenza del Rio del Bianchi con conseguente allagamento di entrambi. Immediatamente a valle della confluenza delle due Bormide; in comune di

Bistagno, si è osservato l'allagamento della SP228 per Monastero Bormida (**Errore. Il collegamento non è valido.**).



Figura 10. Bistagno, 25/11/2016, allagamento SP228

Situazione più critica nel comune di Terzo, in Regione Mulino Bisio (Terzo Stazione) dove vari edifici sono stati coinvolti dalle inondazioni; il limite raggiunto dalle acque di piena ha superato il corrispettivo del novembre 1994 con altezze idrometriche misurate prossime ai m. 2.00, di ben 70 cm superiori alle analoghe dell'evento '94.

Ad Acqui Terme rispetto all'evento del 1994 la piena ha avuto effetti decisamente più significativi; in Regione cimitero diverse abitazioni private sono state alluvionate con battenti idrici importanti fino ad 1 m mentre a monte del ponte Carlo Alberto in località Tiro a Segno l'acqua ha raggiunto i 2 m arrivando a lambire la SP30 ed allagando durante la notte del 25 novembre, a seguito di fenomeni di sifonamento e rigurgito della rete fognaria, diverse aree residenziali a nord della SP30, seppur con battenti idrici modesti.

Tratto con fasce fluviali da Acqui Terme alla confluenza in Tanaro

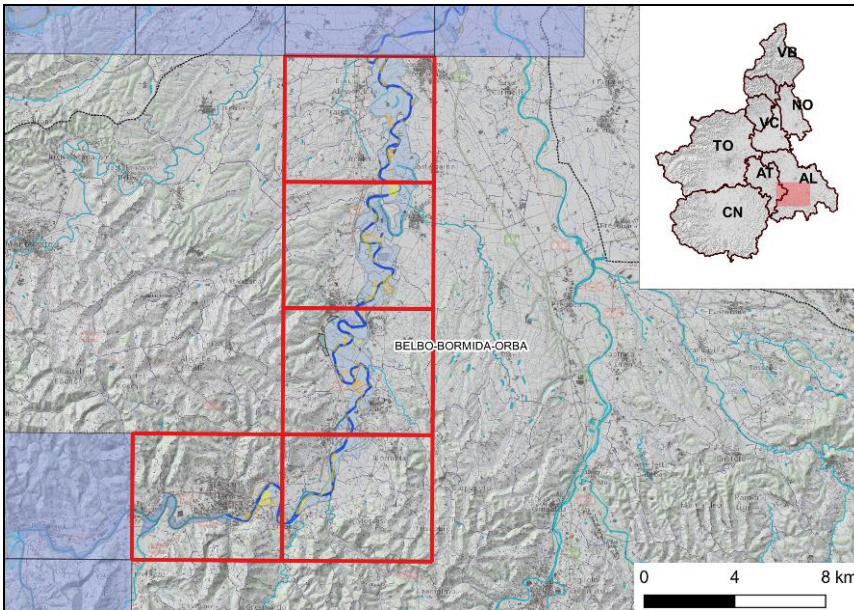


Figura 11. Quadro di unione delle sezioni BTRE al 1:10.000 su cui è stato effettuato il rilievo di dettaglio descritto nel paragrafo

Per il tratto con Fasce Fluviali, la piena del novembre 2016 può essere classificata come un evento frequente, con TR compreso tra 20 e 50 anni (circa 2110 m³/s all'idrometro di Cassine).

In linea generale, le inondazioni hanno interessato essenzialmente aree a vocazione agricola; fatta eccezione per alcune cascate ed edifici agricoli, aree edificate sono state coinvolte soprattutto nel concentrico di Acqui, di Strevi e in corrispondenza del ponte della Maranzana (Comune di Alessandria).

Sono descritti i fenomeni più significativi associati alla piena, da monte verso valle.

Gli effetti, i danni e la dinamica della piena sono confrontati con quelli degli eventi del 1977 (AIPO, 2011) e del 1994 (Aliatta P. et alii, 1995).

Il primo centro abitato interessato dall'evento è stato Acqui Terme, con coinvolgimento di edifici e infrastrutture soprattutto a monte del ponte Carlo Alberto (Corso Bagni). Le inondazioni si sono verificate tra la notte del 24 e la mattina del 25 novembre.

A valle del ponte, in sponda sinistra, le inondazioni sono state contenute dal rilevato della SP30, con inondazione di alcuni edifici e sommersione quasi completa di un fabbricato commerciale (Figura 11). La presenza di un fornice stradale in località Sotto Argine ha permesso il transito dei deflussi verso alcuni edifici artigianali/produttivi a tergo del rilevato medesimo.



Figura 12. Acqui Terme, 25/11/2016, ore 7.30 circa, sponda sinistra del fiume Bormida, località Sotto Argine, edifici compresi tra la SP30 e il fiume

A valle del ponte Carlo Alberto, in sponda destra, in località Bagni, le inondazioni sono state massimamente contenute da un argine di recente costruzione, ma hanno interessato alcune attività alberghiere per la risalita delle acque di piena lungo un canale la cui confluenza nel fiume interrompe la continuità della linea arginale.

In occasione dell'evento del novembre 1994 le inondazioni avevano raggiunto i complessi turistico-alberghieri presenti tra il corso d'acqua e la SP456, data l'assenza degli argini costruiti in periodi successivi. A valle di Acqui, le inondazioni hanno interessato l'ansa del meandro che si sviluppa a monte della traversa di Strevi, senza coinvolgere le cascate poste nelle aree topograficamente più elevate (Lavandaia, Sottorocca).

Tra la traversa di Visone e la periferia sud di Strevi le inondazioni hanno interessato dapprima una fascia ampia 450 - 700 m, con coinvolgimento di cascate e aree residenziali in sponda destra in regione Piano (Comune di Visone), per poi ampliarsi fino a raggiungere ampiezze superiori a 1500 m, in corrispondenza del concentrico di Strevi.

In sponda destra, a partire da località Monticello, si sviluppa una serie di forme relitte che si aprono a ventaglio verso i rilievi collinari su cui sorgono Orsara Bormida e Rivalta Bormida; queste forme abbandonate sono state in parte interessate dalle inondazioni, favorendo la sommersione di settori di fondovalle circondanti l'alto morfologico delimitato dalle località Monticello a sud-ovest e Marmorasco a nord-est.

In sponda sinistra è stata inondata la periferia di Strevi, con coinvolgimento di una trentina di edifici per la maggior parte di tipo residenziale. **(Errore. Il collegamento non è valido.)**

Utilizzando le informazioni delle mappe del rischio del Piano Gestione Rischio Alluvioni, PGRA1, i residenti degli edifici inondata sarebbero dell'ordine del centinaio.



Figura 13. Comune di Strevi, sponda sinistra, inondazioni del concentrico, riprese dalla rotonda della SP195 (foto M Goldini scattata il 25/11 verso le 8.30)

Anche durante gli eventi dell'ottobre 1977 e del novembre 1994 il concentrico di Strevi è stato interessato da inondazioni confrontabili in ampiezza con quelle del 2016. In base a rilievi di terreno, le altezze dei tiranti per gli eventi del 2016 e del 1994 sono stati per lo più confrontabili.

Il fiume Bormida tra i ponti di Strevi e Cassine (circa 10 km più a valle) presenta un andamento a meandri, per lo più irregolari. Lungo questo tratto le inondazioni hanno interessato un'ampia fascia

¹I residenti per le mappe del rischio del PRGA sono stati calcolati dividendo la popolazione per l'area delle singole geometrie con uso del suolo di tipo residenziale, ricadenti nelle sezioni di censimento (2011).

della pianura alluvionale, fino a raggiungere i terrazzi pleistocenici-olocenici (AA.VV. - 2014), in sponda destra e il rilevato ferroviario della linea Acqui - Alessandria, in sponda sinistra. A tergo del rilevato ferroviario circa 0.3 km² di terreni agricoli sono stati inondati da acque provenienti da rii secondari. I deflussi del rio Noceto hanno interessato anche la strada provinciale.

Parallelamente all'andamento dell'asse di valle, si riconoscono incisioni sul piano campagna formatesi sia durante l'evento del 2016 sia durante i precedenti eventi di piena non contenuti entro l'alveo meandriforme. Queste forme d'erosione indicano generalmente velocità e energia dei deflussi notevoli, in grado di incidere il terreno o di abbattere e trasportare vegetazione anche di alto fusto.



Figura 14. Comune di Strevi, - lat 44°42'5.11"N, long 8°31'47.69"E. limite delle inondazioni lungo SP195, nel punto dove, verso Strevi, diventa via IV Novembre - lat 44°42'5.11"N, long 8°31'47.69"E. (foto M Goldini) La foto è stata scattata la mattina del 25/1/, verso ore 8 - 8.30

A monte della strada provinciale SP196 che collega Cassine a Castelnuovo Bormida la piena ha lambito l'area artigianale di Cassine, in sponda sinistra e ha sommerso gli impianti della nuova centrale idroelettrica di Castelnuovo Bormida, in sponda destra (Figura 14).



Figura 15. Effetti della piena del fiume Bormida a Castelnuovo Bormida (Foto a sinistra - Goldini M.). Edificio di servizio della centrale idroelettrica ad acqua fluente posta in corrispondenza della traversa a monte del ponte tra Cassine e Castelnuovo. (coordinate edificio: lat. 44°45'1.53"N, long. 8°32'37.32"E). La foto è stata scattata alle ore 11.28 del 25/11/16

Il rilevato della provinciale non è stato sommerso, mentre l'argine che difende la parte meridionale di Castelnuovo Bormida è stato superato dai deflussi attraverso un sottopasso idraulico non regolato da chiavica. Nel 1994 era stata inondata la stessa area, allora non difesa dall'argine, mentre nel 1977 le inondazioni avevano solo lambito il concentrico di Castelnuovo. L'area artigianale di Cassine non era stata interessata dalle inondazioni in nessuno dei due eventi citati.

Procedendo verso valle, da Castelnuovo Bormida, l'alveo è debolmente sinuoso per i primi 1700 metri, poi la sinuosità aumenta fino a diventare meandriforme lungo il tratto compreso tra la confluenza del Rio Scapiano e il ponte Sezzadio (SP186), a monte del quale si osserva un meandro abbandonato per un taglio avvenuto nel 1901 (lanca della Bormida Morta). La pianura alluvionale qui è fortemente rimaneggiata da attività estrattive.

A sud dell'abitato di Sezzadio, nei pressi del tracciato della SP195 (sponda destra), inizia una linea arginale che costeggia dapprima il rio Scapiano, poi la sponda sinistra del fiume Bormida fino al ponte della SP 186. Questa linea arginale è stata tracimata ed asportata in più punti, permettendo il deflusso verso valle di correnti veloci che hanno causato effetti al suolo significativi tra cui la riattivazione della Bormida Morta e la tracimazione di un tratto di circa 350 m della SP186 (Figura 15).

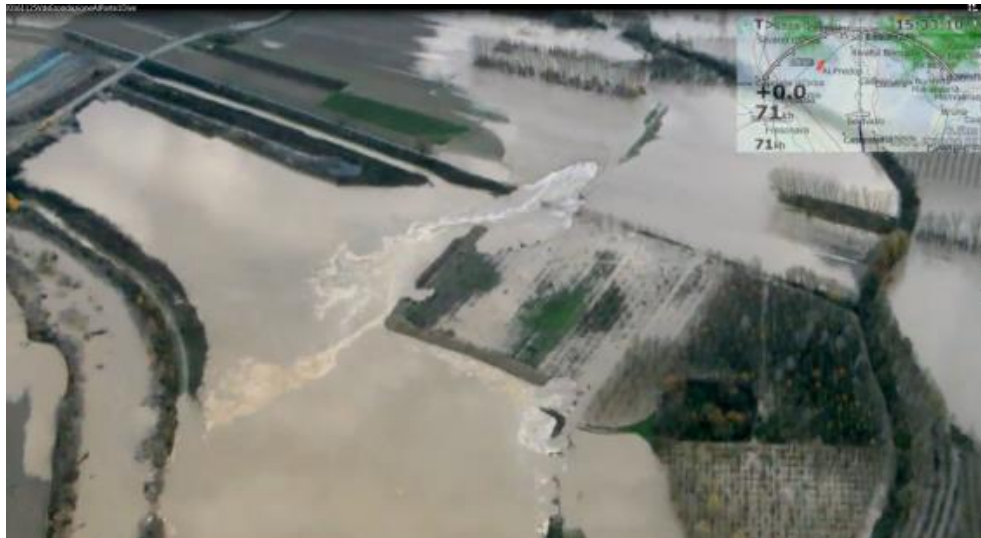


Figura 16. Comune di Sezzadio fotogramma di una ripresa aerea effettuata alle 15.30 del 25/11, in corso d'evento. Erosione operata dal F. Bormida che ha asportato uno strato di sedimenti di spessore anche superiore a due metri su un'area superiore all'ettaro. Le riprese da cui è tratto il fotogramma effettuate e rese disponibili da Mauro Olivotti sono state un supporto preziosissimo per la realizzazione delle cartografie relative all'evento di piena e per la comprensione delle sue dinamiche

Le inondazioni delle aree a monte del rilevato della SP186 sono iniziate la mattina del 25/11, in concomitanza con le fasi iniziali delle asportazioni arginali, mentre il picco delle inondazioni è avvenuto nel pomeriggio del 25/11.

La riattivazione della Bormida Morta è avvenuta dapprima per risalita delle acque esondate a valle del ponte della SP186 e successivamente, in concomitanza delle fasi parossistiche della piena, per deflussi da monte verso valle (Figura 16).



Figura 17. Comune Sezzadio, (foto 1) fotogramma di un video fornito dall'Amministrazione comunale di Sezzadio; ripresa dal ponticello della Bormida Morta verso Sezzadio la mattina del 25/11/2016; la freccia indica i deflussi che sottopassano il ponticello della Bormida Morta, risalendo da valle. La foto 2 è stata scattata nel pomeriggio del 25/11 da Sezzadio verso il ponticello della Bormida Morta (foto M. Goldini, ripresa da posizione opposta rispetto alla foto 1) e mostra la riattivazione del meandro abbandonato con conseguente tracimazione del rilevato della SP186. La freccia blu è posta in corrispondenza del ponticello sulla Bormida Morta. La foto è stata scattata alle ore 16.12 del 25/11

In occasione degli eventi del 1977 e del 1994 le aree inondate a monte del ponte della SP186 sono state minori in estensione, corrispondenti essenzialmente all'alveo abbandonato della Bormida Morta, mentre a valle del ponte della SP186 le inondazioni durante i tre eventi citati sono state confrontabili fino in corrispondenza dell'abitato di Gamalero (sponda sinistra).

In occasione dell'evento del 2016 il torrente Stanavazzo ha fornito un contributo pressoché nullo alle inondazioni.

Procedendo da Sezzadio verso valle, le inondazioni hanno interessato essenzialmente aree agricole, fino al ponte della SP181 di Castellazzo Bormida.

Dal confronto tra il 1977, il 1994 e il 2016, emerge come le aree inondate nel 1994 e nel 2016 siano di ampiezza confrontabile, anche se nel 1994 gli apporti dei tributari sono stati più significativi, soprattutto in sponda sinistra.

Le aree inondate nel 1977 sono invece decisamente più ampie in sponda sinistra di quelle del 1994 e del 2016, mentre in sponda destra sono confrontabili.

Lungo il tratto compreso fra i rii Baldovara e Ghisone l'alveo è sinuoso a sezione incassata, assetto dovuto principalmente al taglio di meandri, il più recente verificatosi tra il 1878 e il 1906, (come si ricava dal confronto delle edizioni delle Tavole IGM alla scala 1:25.000) ed i cui tracciati sono tuttora ben visibili sulla piana alluvionale. Le aree inondate hanno interessato l'involuppo dei meandri abbandonati, per un'estensione massima di poco inferiore a 2 km.

Il tratto fluviale a valle della confluenza del rio Ghidone, chiuso al ponte di Castellazzo Bormida è incassato e descrive due piccoli meandri sostanzialmente stabili dagli anni '50 del secolo scorso grazie a difese spondali che ne impediscono la migrazione laterale. Qui le inondazioni in sponda sinistra hanno interessato essenzialmente le aree comprese tra il corso d'acqua e gli argini di recente costruzione, finalizzati essenzialmente a difendere gli svincoli che collegano la viabilità secondaria con la SP30. Unica area a tergo del rilevato della SP30 interessata dalle inondazioni è posta in corrispondenza di Cna Corazza di Castellazzo Bormida. Qui le acque del fiume hanno dapprima superato attraverso una chiavica l'argine, successivamente il rilevato provinciale attraverso un fornice stradale, inondando un'area ampia circa otto ettari.

In sponda destra all'altezza dell'abitato di Castellazzo Bormida, le inondazioni non hanno raggiunto la nuova linea arginale costruita a difesa dell'abitato dopo il 2010, tranne in corrispondenza del rilevato della SP181 che ha impedito i deflussi di inondazione verso valle.

Dal confronto delle cartografie e delle riprese aeree relative agli eventi del 1977, del 1994 e del 2016, emerge come le aree inondate siano di ampiezza confrontabile, in sponda destra; in sponda sinistra, invece, le aree inondate nel 1977 sono state più ampie sia del 1994 sia del 2016. Nel 1977 in sponda sinistra non era ancora presente il rilevato della SP30.

A valle di Castellazzo Bormida, fino alla linea ferroviaria Alessandra - Ovada le inondazioni hanno interessato soprattutto la sponda sinistra, dove la piana alluvionale è stata occupata dai deflussi fin

oltre il rilevato della SP 30, nei punti dove questo è attraversato da fornicazioni: in corrispondenza del sottopasso idraulico del rio Betale (Cantalupo) e immediatamente a valle del viadotto della A26, nella zona del casello Alessandria Sud, che è stato anche tracimato nel punto più basso. Lungo la sponda sinistra del fiume Bormida, chiuso tra i rilevati ferroviario (non tracimato dai deflussi di piena) e della SP185 (anch'esso non tracimato dai deflussi) è presente un nucleo di abitazioni con una ventina di residenti (secondo elaborazioni statistiche su dati censimento 2011). In occasione della piena del novembre 2016 le case sono state interessate dalle inondazioni, con altezze anche di 70 - 80 cm sul piano campagna (Figura 17).



Figura 18. Nucleo di abitazioni comprese tra i rilevati ferroviari, della SP185 e dal fiume Bormida inondato dalla piena del novembre 2016 (fotogramma tratto dalle riprese aeree effettuate da M. Olivotti il 25/11/2016, in corso di evento)

Dalle informazioni disponibili emerge che lungo questo tratto le inondazioni del 1994 sono state leggermente più ampie in sponda destra, soprattutto a monte, in corrispondenza del rilevato della A26. Anche in quell'occasione, il rilevato della SP185 ha esercitato un'azione di contenimento dei deflussi.

Le aree inondate in occasione della piena del 1977 sono state più ampie sia di quelle del 1994 sia di quelle del 2016, con un contributo significativo del torrente Orba, che fece registrare in quell'occasione la piena più significativa degli ultimi 150 anni². Bisogna però tenere anche conto del fatto che nel 1977 non era presente il rilevato della SP30 che dalla sua costruzione ha rappresentato un limite antropico alle inondazioni.

In occasione dell'evento del novembre 2016 il contributo del torrente Orba è stato poco significativo.

A valle della confluenza del torrente Orba l'alveo del fiume Bormida appare artificialmente rettificato e l'abbassamento del profilo di fondo in passato è stato piuttosto intenso: un ramo secondario posto in sponda sinistra, subito a monte del ponte ferroviario, attivo negli anni '50, si trova ora circa 6 m al di sopra dell'alveo attuale.

In sponda sinistra, immediatamente a valle della confluenza dell'Orba, le inondazioni sono state contenute da un argine secondario, mentre verso valle sono state contenute dall'argine storico

² Se non si considera l'evento del luglio 1935, dovuto alla rottura della diga secondaria di Molare.

dell'Aulara e dal rilevato ferroviario della linea Alessandria - Genova. A valle della linea ferroviaria le aree inondate non hanno superato le opere di contenimento dei deflussi lungo la SP 30.

Gli unici edifici interessati dalle inondazioni in questo tratto si trovano in via Chiozzetto (comune di Alessandria), immediatamente a valle del ponte ferroviario, lungo la sponda sinistra del fiume Bormida.

Dal confronto della documentazione cartografica relativa agli eventi del 2016 e 1994 si osserva come le aree inondate nel 1994 fossero di estensione minore per il tratto compreso tra la confluenza del torrente Orba e il rilevato della ferrovia Alessandria Torino, in special modo in sponda sinistra. A valle del rilevato ferroviario, nel 1994, in sponda sinistra, i deflussi hanno superato il rilevato della SP30 attraverso forniche. Anche in occasione delle piene dell'ottobre 2011 (in particolare della piena del torrente Orba), furono interessate aree a tergo del rilevato della SP30, ancora attraverso forniche, successivamente in parte chiusi, in parte difesi da opere di contenimento.

Le aree inondate nel 1977 sono state invece decisamente superiori in ampiezza, soprattutto a causa del contributo del torrente Orba. In sponda sinistra, a valle del rilevato ferroviario, i limiti delle inondazioni si attestarono lungo Via San Giovanni Bosco. All'epoca non era ancora presente il rilevato della SP30.

In sponda destra le inondazioni hanno raggiunto la periferia di Spinetta Marengo. Unico fenomeno degno di essere citato è stato il principio di sifonamento subito dall'argine nei pressi di Cascina Stortigliona (Figura 18).



Figura 19. Effetti della piena del fiume Bormida a Castellnuovo Bormida (Foto a sinistra - Goldini M.). Edificio di servizio della centrale idroelettrica ad acqua fluente posta in corrispondenza della traversa a monte del ponte tra Cassine e Castellnuovo. (coordinate edificio: lat. 44°45'1.53"N, long. 8°32'37.32"E). La foto è stata scattata alle ore 11:28 del 25/11/16

A valle del ponte della SP10 le inondazioni hanno interessato essenzialmente campi, circondando alcune cascine, a quote topograficamente più elevate, o difese da cinte arginali.

In conclusione, per il tratto con Fasce Fluviali, la piena del novembre 2016 può essere classificata come un evento frequente, con TR compreso tra 20 e 50 anni (circa 2110 m³/s all'idrometro di Cassine).

I deflussi associati alla piena hanno occupato complessivamente circa 41 km² del sistema corso d'acqua/piana alluvionale (tratto chiuso al tracciato della SP10, per non comprendere aree interessate dagli apporti congiunti dei fiumi Tanaro e Bormida). Le ampiezze massime delle

inondazioni sono registrate a monte del torrente Orba, che non ha quasi fornito alcun contributo alle inondazioni.

I volumi di inondazione sul piano campagna sono stati valutati in circa m^3 50.000.000³ (tratto chiuso al tracciato della SP10).

Dall'analisi degli elementi a rischio emerge che la maggioranza delle inondazioni ha interessato aree agricole, per lo più colture in campo o arboree (frutteti, arboricoltura da legno).

Per quanto riguarda il tessuto residenziale e produttivo interessato dall'evento, esso ammonta a meno dello 0.3% dell'area inondata.

In base alle informazioni derivate dalle mappe del rischio del PGRA, il numero di residenti direttamente coinvolti nelle inondazioni ammonta a circa 260 unità, corrispondenti a una densità media abitativa (riferita all'estensione delle aree inondate) di 3.7 abitanti per chilometro quadrato.

La maggior parte dei residenti coinvolti nelle inondazioni si trova nei concentrici di Acqui Terme e Strevi e in gruppi di abitazioni in comune di Alessandria, nella parte inferiore del tratto considerato.

Dal confronto tra gli effetti dell'evento del 1994 con quelli del 2016 (a monte del rilevato della SS10) l'estensione delle aree inondate nel 2016 è superiore a quella del 1994 di circa il 20% (36 km² nel 1994, 41 km² nel 2016), ma la portata misurata all'idrometro di Cassine nel 1994 è stata inferiore a quella del 2016 (circa 1800 m³/s nel 1994). In corrispondenza di Alessandria, la chiusura dei forni che sottopassano la SP 30 ha contenuto le inondazioni in occasione dell'evento del 2016, che nel 1994 avevano interessato le aree comprese tra via San Giovanni Bosco a ovest e via Marengo a nord.

Così come già accadde nel novembre del 1994, le cascate storiche nella piana del fiume Bormida non sono state inondate, perché difese da cinte arginali, o perché strategicamente poste su degli alti morfologici che le sottraggono almeno alle piene con frequenze decennali.

Per il tratto per cui sono disponibili le informazioni cartografiche relative all'evento del 1977, ossia dalla località Piene di Morsasco al ponte della SS10 di Alessandria, emerge come le aree inondate nel 2016 siano del 10% inferiori in estensione rispetto al 1977 (45 km², rispetto ai 40 km² del 1977). Per la zona di Alessandria, e per quanto riguarda il fiume Bormida, la piena del 1977 è stata senza ombra di dubbio la più grave delle tre, avendo avuto un contributo significativo da parte del torrente Orba.

In occasione dell'evento del novembre 2016 le erosioni delle sponde sono state limitate e localizzate. Su circa 120 km di linea spondale, i tratti soggetti ad erosioni significative raggiungono una lunghezza complessiva di poco più di 1500 m, anche grazie alla presenza di scogliere in corrispondenza di quasi tutte le sponde esterne delle anse di meandro. La lunghezza complessiva delle scogliere censite è di circa 46 km (AIPO 2011).

³I volumi di inondazione sono stati stimati creando una griglia altimetrica irregolare, usando il DTM prodotto dal Ministero dell'Ambiente del 2007, le quote ricavate dalle altezze dei deflussi sul piano campagna rilevate durante i sopralluoghi e quelle ricavate dal DTM in corrispondenza dei limiti delle inondazioni. Nella creazione dei punti della griglia, particolare attenzione è stata posta nell'ubicare il più correttamente possibile i limiti delle inondazioni lungo i rilevati, in quanto uno scarto irrilevante in pianta può significare differenze anche di qualche metro in quota. I volumi sono stati calcolati tra la griglia altimetrica e DTM citato, sottraendo al totale (più di 80 milioni di metri cubi) quelli relativi all'alveo.

Bibliografia - Sitografia

Aliatta P., Giampani C., Ramasco M, Susella G. (1995) Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5-6/11/1994 - Fiume Bormida - tratto I (Sezzadio Gorzegno) - Scala 1:10.000. Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, 1995

Agenzia Interregionale Fiume Po - AIPO (2011) Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto – interventi di gestione sedimenti, recupero morfologico e sistemazione idraulica – del fiume Bormida e del torrente Orba (E-SPEC-858)

Agenzia Interregionale Fiume Po - AIPO (2011) Carta degli eventi alluvionali recenti - scala 1:10.000. In: Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto – interventi di gestione sedimenti, recupero morfologico e sistemazione idraulica – del fiume Bormida e del torrente Orba (E-SPEC-858)

ARPA Piemonte - 2016 - Analisi preliminare evento 21 - 26 novembre 2016 (<http://www.arpa.piemonte.gov.it/news/evento-alluvionale-21-26-novembre-2016-2013-pubblicato-il-rapporto-preliminare>)

Autorità di Bacino del Fiume Po - AdBPO (2004) Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica

Autorità di Bacino del Fiume Po - AdBPO (2014): Progetto per la valutazione e la gestione del rischio alluvioni - IIA Mappatura della pericolosità e valutazione del rischio, 22 dicembre 2014, 31pp

AA. VV (1999) Eventi alluvionali in Piemonte, 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7-10 ottobre 1996, Regione Piemonte - L'Artistica di Savigliano, 1999, 415 pp, 9 tav

AA.VV. (2014) Foglio 194 Acqui Terme della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 - APAT - ISPRA, 2014

Oberti R., Piccini C., Trucco C, Ziliani A. (1995) Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5-6/11/1994 - Fiume Bormida - tratto H (Confluenza Tanaro Sezzadio) - Scala 1:10.000. Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, 1995

Sassone P. (2007) Il nodo idraulico Dora-Po tra Crescentino e Verrua Savoia. Cenni di dinamica geomorfologica, memorie storiche, fenomeni di piena e tendenze evolutive - in GEAM 122/2007.

Tropeano D. (1989) Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida: studio retrospettivo. - Torino: Associazione Mineraria Subalpina, - 155 pp