



*Istituto di Ricerca
per la
Protezione Idrogeologica
Sezione di Torino*

**INDIVIDUAZIONE DELLE
ZONE POTENZIALMENTE INONDABILI
DAL PUNTO DI VISTA STORICO E
GEOMORFOLOGICO
A FINI URBANISTICI:
TORRENTE PIOVERNA
E FIUME SERIO**

Responsabile della ricerca
Fabio LUINO

Autori della ricerca
Fabio LUINO
Manuela BASSI
Paolo FASSI



Istituto Regionale di Ricerca
della Lombardia



CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE
Istituto di Ricerca per la Protezione Idrogeologica
nel Bacino Padano (IRPI)

INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE POTENZIALMENTE INONDABILI DAL PUNTO DI VISTA STORICO E GEOMORFOLOGICO A FINI URBANISTICI



**Torrente Pioverna (Valsassina)
e Fiume Serio (Val Seriana)**

La ricerca è stata affidata all'IReR dalla Regione Lombardia, nell'ambito del PRIR 1999, con il titolo "Determinazione delle fasce fluviali di alcuni corsi d'acqua lombardi ai fini urbanistici".

Il gruppo di ricerca è costituito da:

IReR

Project leader

Liliana GRANCINI

CNR-IRPI Torino

Responsabile della ricerca

Fabio LUINO

Autori della ricerca

Manuela BASSI

Paolo FASSI

Regione Lombardia

Responsabili della ricerca

Antonella BELLONI

Nadia PADOVAN

Cartografia urbanistica

Nicola LA ROVERE

Filippo NOVELLO

Si ringraziano:

CNR-IRPI Torino

Domenico TROPEANO, Ettore BERETTA, Franco GODONE, Fiorangelo DI NUNZIO, Maria Luigia TORCHIO, Pier Giuseppe TREBÒ ed Edoardo VIOLA.

Università degli Studi di Milano, Corso di Laurea in Scienze Ambientali

Simona NOGARA e Silvia VAGHI

Ufficio del Genio Civile di Como e Bergamo

Giuseppe BONALUMI e Claudio MERATI

Si esprime altresì riconoscenza a tutti i Sigg. Sindaci dei comuni esaminati, ai loro collaboratori e ad altri pubblici Amministratori per la disponibilità e l'aiuto forniti nell'ambito della ricerca.

ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA NEL BACINO PADANO (IRPI Torino)

L'Istituto è un Organo del Consiglio Nazionale delle Ricerche, afferente al Comitato per le Scienze Geologiche e Minerarie, istituito con decreto del Presidente del CNR n° 2409 del 3 aprile 1970. L'Istituto è stato fondato unitamente ad altri due analoghi Organi di ricerca costituiti a Perugia e a Cosenza con compiti di ricerca rispettivamente nell'Italia centrale e meridionale.

L'IRPI ha lo scopo di svolgere attività di ricerca, in tutti gli aspetti che siano preminentemente geologici, con particolare riferimento all'elaborazione di nuove metodologie, nell'ambito regionale dell'Italia settentrionale, nel settore della difesa dalle frane e dalle inondazioni, nei seguenti campi:

- condizioni geologiche, idrologiche ed evoluzione morfologica dei bacini imbriferi;
- fenomeni di erosione, trasporto e deposito, in relazione soprattutto a particolari eventi idrologici;
- previsione e prevenzione dei fenomeni d'instabilità;
- franosità dei versanti;
- sistemazione dei bacini idrografici e dei corsi d'acqua;
- studio delle metodologie relative alla raccolta, archiviazione ed elaborazione dei dati idrogeologici;
- ricerche di fotointerpretazione applicata a problemi specifici d'instabilità dei versanti e dei corsi d'acqua.

L'IRPI svolge, inoltre, interventi di studio in località colpite o minacciate da piene e frane, anche in seguito di specifiche richieste da parte di Enti pubblici. Partecipa a gruppi di studio, Commissioni, attività di consulenza e di informazione rivolta all'esterno nei campi di specifico interesse d'Istituto. Collabora inoltre con numerosi Enti Pubblici ed Istituzionali di ricerca.

All'Istituto sono preposti:

- il Direttore: Dr. Domenico Tropeano;
- il Consiglio Scientifico composto da: Prof. Francesco Dramis (Presidente), Dr. Fabio Luino (Segretario), Dr. Domenico Tropeano, Ing. Virgilio Anselmo, Ing. Renzo Rosso, Dr. Gianni Mortara e Geom. Renato Massobrio.

L'organico dell'Istituto è costituito da 18 persone, così suddivise: 8 ricercatori, 7 assistenti tecnico-professionali e 3 amministrativi.

La sede dell'Istituto è a Torino, in Strada delle Cacce 73:

tel. 011/3977257-343428, fax 011/343574, e-mail: C.Tantaro@irpi.to.cnr.it



INDICE

Premessa

1. Scopo del lavoro, metodologie d'indagine e risultati
 - 1.1. La ricerca storica
 - 1.1.1. Le difficoltà nell'interpretazione del dato
 - 1.1.2. La cartella del singolo comune e le schede storiche
 - 1.1.3. La carta delle notizie storiche
 - 1.2. L'analisi geomorfologica. La carta delle aree potenzialmente inondabili
 - 1.3. L'analisi urbanistica. La carta dell'accorpamento degli strumenti urbanistici
 - 1.4. La carta finale di sintesi delle aree a differente criticità

2. VALSASSINA

- 2.1. Inquadramento geografico
- 2.2. Inquadramento geomorfologico
- 2.3. Idrografia e idrologia
 - 2.3.1. Pluviometria
 - 2.3.2. Elenco generale degli eventi di piena
 - 2.3.3. Gli eventi critici

3. VAL SERIANA

- 3.1. Inquadramento geografico
- 3.2. Inquadramento geomorfologico
- 3.3. Idrografia e idrologia
 - 3.3.1. Pluviometria
 - 3.3.2. Elenco generale degli eventi di piena
 - 3.3.3. Gli eventi critici

4. Conclusioni

5. Bibliografia

1. SCOPO DEL LAVORO E METODOLOGIE D'INDAGINE

1.1. La ricerca storica

Lo scopo della ricerca era quello d'individuare le zone potenzialmente inondabili lungo il corso del Torrente Pioverna e del Fiume Serio, al fine di identificare le aree urbanistiche maggiormente esposte al pericolo d'inondazione.

Nell'ultimo decennio alcuni gruppi di lavoro hanno affrontato studi simili mediante approcci multidisciplinari che sopperiscono ai limiti insiti in ogni specifico approccio (idrologico, morfologico, geologico, storico, ecc.), limitando la soggettività dell'operatore o l'incertezza del dato, unendo contemporaneamente i punti di forza (Barla *et alii*, 1998).

L'esperienza accumulata in questi anni ha dimostrato che per definire con buona approssimazione le aree esposte al pericolo d'inondazione e valutare per ognuna di esse il livello di rischio, è importante possedere un quadro conoscitivo di analoghi fenomeni avvenuti in passato nelle medesime zone (Caroni *et alii*, 1990).

Anche nell'ipotesi che la zona esaminata abbia nel frattempo subito trasformazioni, soprattutto di natura antropica, una casistica sufficientemente ampia su quanto è accaduto in passato, in merito alla localizzazione dei punti di fuoriuscita delle acque, alla distribuzione di queste ultime sul fondovalle, può fornire utili basi di orientamento ai fini previsionali.

La metodologia d'indagine seguita per la ricostruzione degli effetti prodotti dalle piene storiche dei due corsi d'acqua esaminati e dei loro tributari, si è sviluppata in particolare su quattro fasi di ricerca così sintetizzabili:

1. Individuazione delle fonti d'informazione;
2. Raccolta delle notizie e della documentazione cartografica;
3. Analisi, verifica e selezione dei dati;
4. Sintesi grafica.

L'analisi storica ha preso avvio con la consultazione delle notizie conservate in copia presso l'Archivio Storico del CNR-IRPI di Torino. Queste sono state raccolte, dal 1970 ad oggi, presso una trentina di Enti pubblici operanti sul territorio (in particolare il *Ministero dei Lavori Pubblici*) e presso i principali archivi di stato: si tratta per lo più di documenti inediti (Fig. 1). E' stata in seguito passata in rassegna anche la vasta collezione dei giornali a tiratura nazionale e locale, estraendo le notizie riguardanti le alluvioni avvenute dal 1800 ad oggi.

Nella ricca biblioteca dell'IRPI di Torino sono stati esaminati testi di geomorfologia e idrologia, studi idraulici, atti di convegni, lavori pubblicati dal Ministero dei Lavori Pubblici, ecc. (Fig. 2). Una particolare attenzione è stata dedicata anche agli *Annali dell'Ufficio Idrografico*, anche se purtroppo la rete di misurazione è piuttosto carente, sia in Val Seriana, sia in Valsassina.

Sono stati visitati successivamente gli Archivi di Stato di Como e Bergamo: quest'ultimo, a differenza del primo è già informatizzato e ciò ha consentito una ricerca rapida e completa dal 1800 ad oggi.

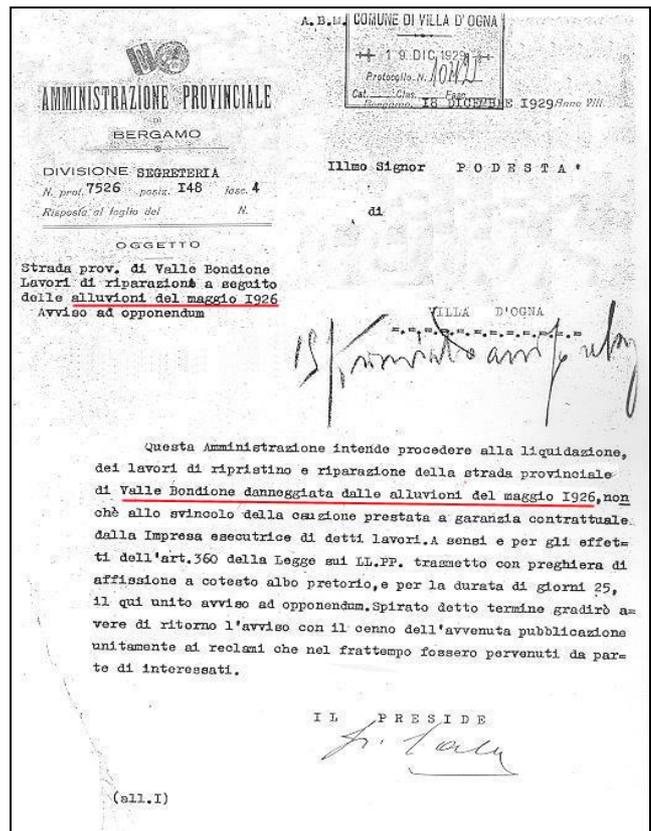
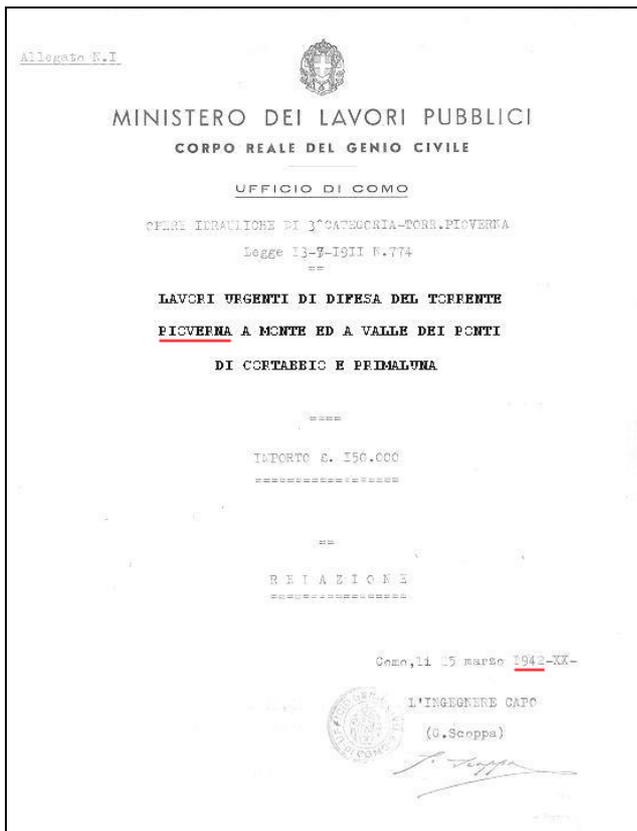


Fig. 1 – Ministero dei Lavori Pubblici: relazione tecnica del 1942 inerente lavori urgenti di difesa lungo l’asta del T. Pioverna (a sinistra). Amministrazione Provinciale di Bergamo: relazione di accompagnamento per la “liquidazione dei lavori di ripristino e riparazione della strada provinciale danneggiata dalle alluvioni del maggio 1926” (a destra).

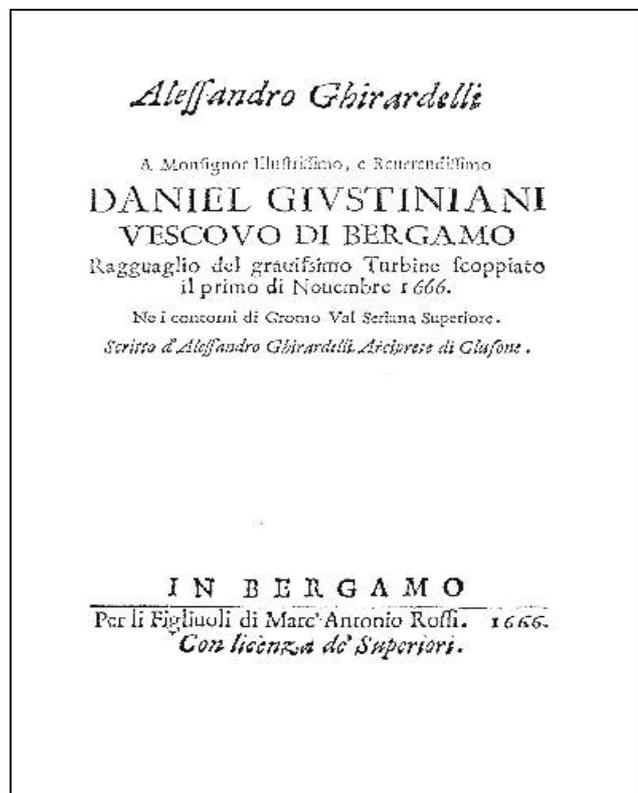
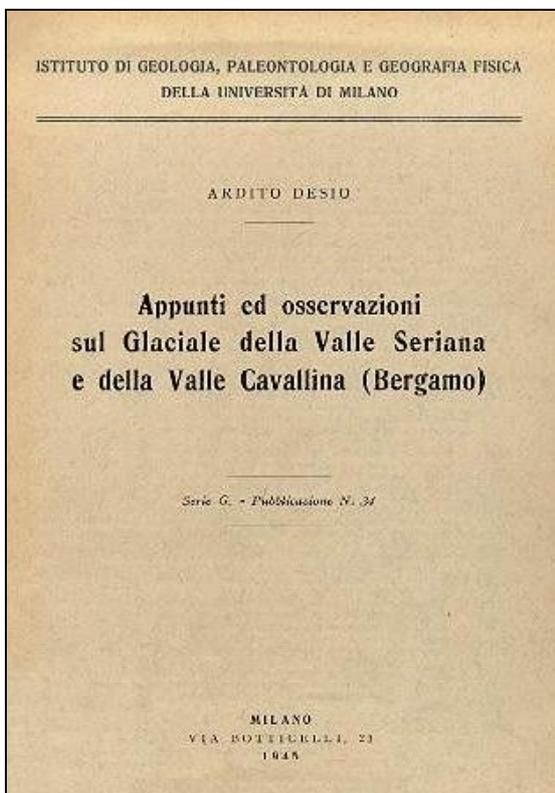


Fig. 2 – Esempi di testi consultati, presenti presso la biblioteca scientifica dell’IRPI di Torino.

In tali sedi sono conservate tutte le carte catastali risalenti al periodo napoleonico: è stato possibile visionare, purtroppo, solamente nell'archivio di Bergamo. Sono stati inoltre ritrovati importanti ed inediti documenti risalenti al periodo compreso fra i primi del XIX secolo sino al 1970 circa.

Ultimata la raccolta di tale documentazione, è iniziata la ricerca specifica presso gli archivi comunali che ha consentito di ritrovare notizie inedite di grande importanza, che hanno completato la gran mole di dati già collezionati.

Gli archivi visitati sono risultati abbastanza ben strutturati, in particolare quelli della Val Seriana. Fra questi è doveroso menzionare l'archivio comunale di Gromo, (Fig. 3) perfettamente ordinato e ricco di documenti risalenti persino al Medioevo. In Valsassina, invece, a parte l'archivio di Bellano (Fig. 3), non tutti gli archivi comunali visitati sono risultati ben organizzati: in particolare in quelli di Vendrogno e Parlasco i documenti sono accatastati in maniera disordinata e privi di indice. In questi casi, gli unici documenti utili sono stati ritrovati grazie alla disponibilità dei Sindaci e degli impiegati comunali.

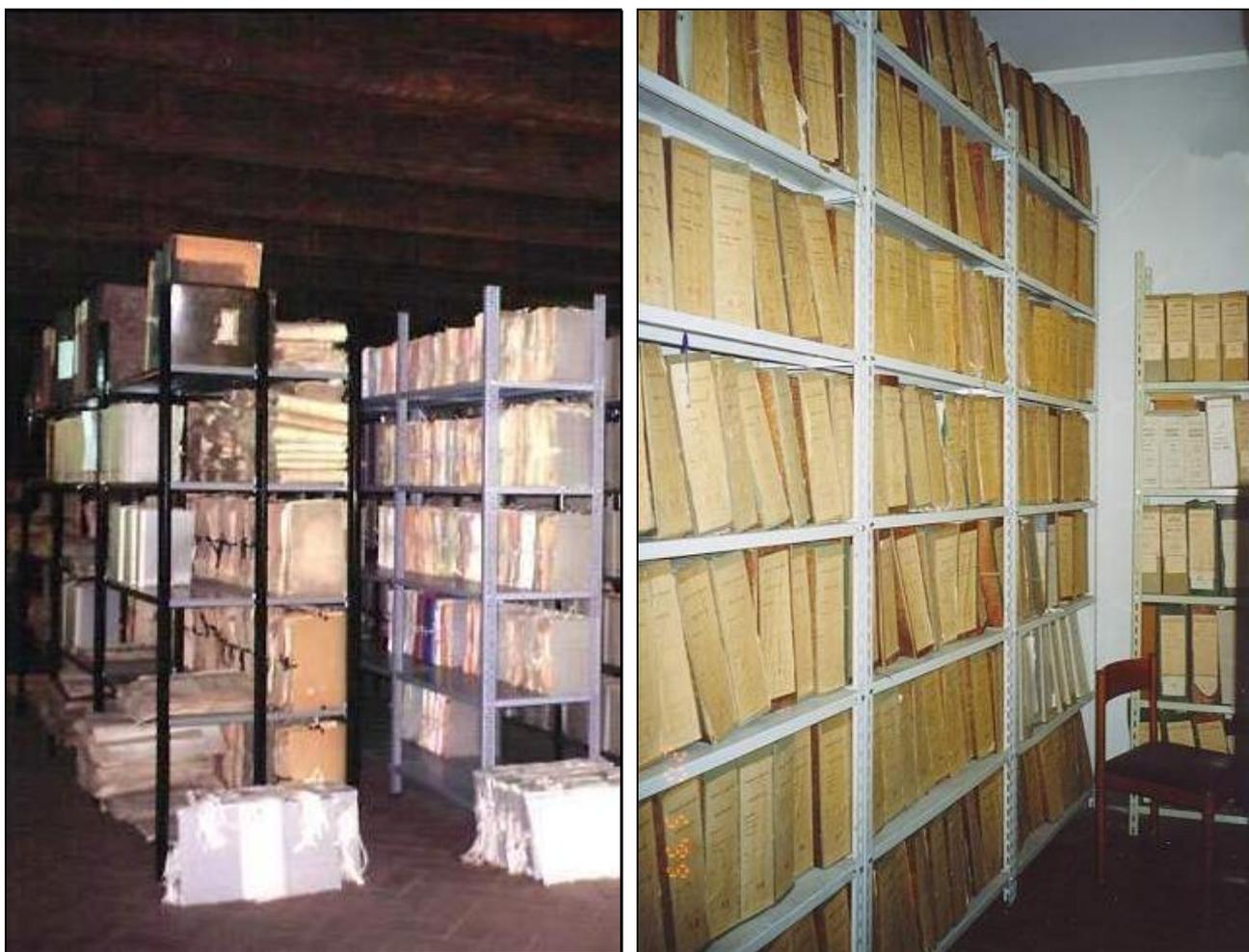


Fig. 3 – Particolare dell'archivio comunale di Gromo (a sinistra) e di Bellano (a destra).

In generale nei restanti 15 archivi, la documentazione è risultata essere catalogata secondo i criteri di archiviazione utilizzati a partire dalla fine del secolo scorso.

I documenti più antichi sono ovviamente scritti a mano: si tratta di relazioni tecniche redatte dai tecnici dell'epoca (consorzi, dipartimenti), che descrivevano i danni rilevati dopo la piena sull'intero territorio comunale (Fig. 4).

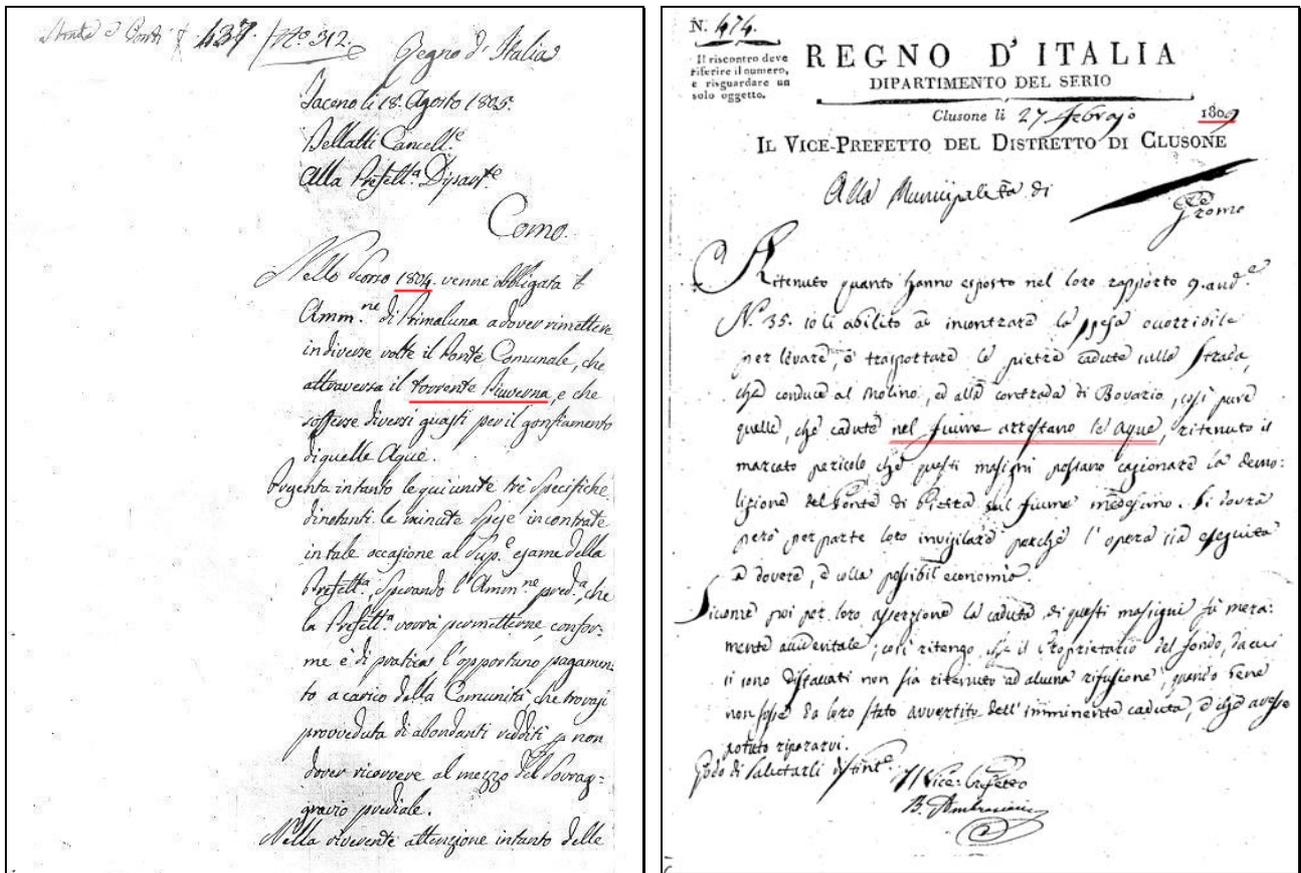


Fig. 4 – Archivio comunale di Taceno (a sinistra): documento del 1804 relativo ad una piena con danni del Torrente Pioverna. Archivio comunale di Gromo (a destra): lettera inviata dal Vice-Prefetto del Distretto di Clusone alla municipalità di Gromo (febbraio 1809) circa una frana che aveva sbarrato il corso del Fiume Serio presso l'abitato.

Dagli inizi del 1800 sono consultabili anche i verbali della Giunta municipale e del Consiglio comunale con relative delibere: essi sono scritti a mano e sovente non sono di difficile consultazione, se non in rari casi, causa la pessima calligrafia dello scrivente.

Negli archivi si sono ritrovati numerosi faldoni contenenti documenti specifici riguardanti i ponti, le strade, la loro costruzione e le riparazioni conseguenti alle piene, soprattutto nelle cartelle denominate *Acque e Strade, Pubblica sicurezza*. Soprattutto per i periodi più antichi, esse riuniscono documenti non solo di un unico anno, ma che coprono un lasso di tempo abbastanza ampio (10-20 anni). Verso il 1910 appaiono i primi documenti dattiloscritti, che facilitano la comprensione, anche se la maggior parte degli ordinati e delle delibere continua ad essere redatta a mano. Di grande interesse sono state, in alcuni casi, le corrispondenze fra i comuni e l'Amministrazione Provinciale o l'Ufficio del Genio Civile di Como o Bergamo, a

riguardo della manutenzione straordinaria di strade, ponti, argini, pennelli e gabbionate.

L'archiviazione dei documenti nell'Ottocento prevedeva la suddivisione per materie (o titoli) che però non erano individuate in modo univoco; nel 1897, con una circolare del Ministero dell'Interno, si introdusse il "criterio legislativo" che uniformò la metodologia seguita per l'archiviazione, prevedendo 15 categorie suddivise in classi definite per argomento. Di conseguenza, da tale anno in poi, è stata quindi più fruttuosa la ricerca in quanto nella *Categoria X - Lavori Pubblici* e talora nella *Categoria XV - Pubblica Sicurezza* si sono ritrovati molti documenti riguardanti i danni subiti da strutture e infrastrutture in occasione di eventi calamitosi e gli interventi sistematori eseguiti in epoche successive.

Sono state reperite inoltre notizie utili nei progetti per la realizzazione delle arginature o dei ponti, sottoposti all'approvazione degli Organi governativi, che talora contengono annotazioni sulle piene che hanno provocato danni.

Sono state ovviamente collezionate anche tutte le cartografie, anche parziali, del territorio comunale, allo scopo di localizzare con precisione, nella fase di redazione della carta degli eventi storici, tutti i toponimi menzionati nei documenti o per verificare eventuali variazioni nell'andamento dell'alveo fluviale nel tempo.

Nell'ambito della ricerca sono state utilizzate le seguenti cartografie:

- Carta della Lombardia, del Veneto e dell'Italia centrale del 1878, alla scala 1:75.000;
- Carta topografica IGM, aggiornata al 1970-71, alla scala 1:25.000;
- Carta Tecnica Regionale (volo del 1982-1983 aggiornamento al 1984-94), alla scala 1:10.000;
- Carte catastali dell'Archivio di Stato di Bergamo;
- Carte storiche reperite presso gli archivi e le biblioteche comunali (Fig. 5);
- Carta della Comunità Montana di Valsassina, Valvarrone, Val d'Esino e Riviera (Pioverna), e della Val Seriana Superiore (Serio), alla scala 1:5.000;
- Carte aerofotogrammetriche comunali, alla scala 1:2.000 (solo per la Valsassina).

Purtroppo la generale scarsa considerazione delle amministrazioni locali nei confronti dei propri archivi crea sovente molti problemi nel condurre simili ricerche. E' doveroso sottolineare nuovamente, come già accadde l'anno passato per la ricerca nel bacino dello Staffora che, vista la mole e l'importanza storica dei documenti, ogni amministrazione comunale dovrebbe prendere in considerazione la riorganizzazione di un tale patrimonio, mediante una catalogazione informatica che permetterebbe sicuramente una ricerca più approfondita e veloce.

La ricerca delle notizie pregresse è stata condotta, infine, presso le biblioteche civiche di Bellano, Barzio, Clusone (quest'ultima già informatizzata): sono stati visionati diversi testi, soprattutto storie locali (Fig. 6), che descrivono i centri abitati sotto diversi punti di vista (storico, architettonico, geografico, agricolo, urbanistico). I testi a carattere storico o descrittivo sono importanti in quanto, solitamente, contengono almeno un paragrafo che cita le calamità avvenute nel comune (piene, frane, terremoti, carestie, peste, siccità, ecc.).

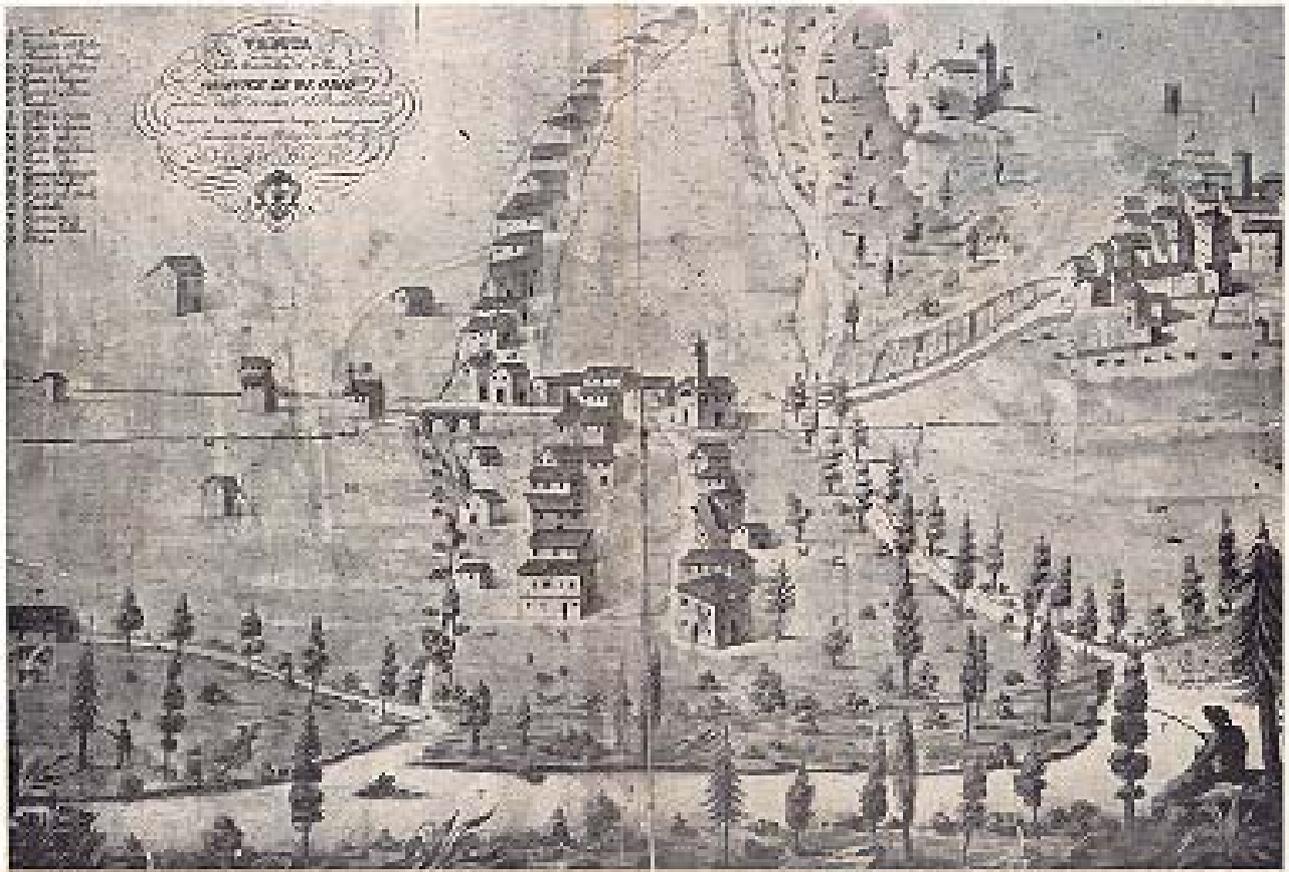


Fig. 5 – “Veduta della contrada del Gollio (Comune di Gromo) prima della rovina 1 novembre 1666” (Archivio comunale di Gromo).



Fig. 6 - Esempio di documenti raccolti presso le biblioteche civiche: pubblicazione di G. Arrigoni del 1840 sulla Valsassina (a sinistra); recente memoria sull’abitato di Pasturo (a destra) nella quale è riportata un’interessante incisione del 1838, inserita nella cartella di Introbio.

1.1.1. Le difficoltà nell'interpretazione del dato

La ricerca storica condotta nei diversi archivi e nelle biblioteche ha permesso la raccolta di un'ingente mole di dati che hanno dovuto essere necessariamente validati.

Si sono incontrati pochi problemi se il documento conteneva informazioni precise; se nella notizia, invece, erano presenti dati geografici e/o temporali e/o d'identificazione tipologica del fenomeno non ben precisati, la verifica ha comportato un'analisi più approfondita e talora difficoltosa.

Nel primo caso ci si è avvalsi di cartografie di dettaglio, partendo dalla Carta IGM alla scala 1:25.000 e dalla CTR alla scala 1:10.000, sino a giungere alle carte catastali e all'aerofotogrammetrico alla scala 1:2.000. Nella maggior parte dei casi esse hanno consentito di risalire all'esatta localizzazione dei siti citati nei documenti. Nei rari casi in cui è stato impossibile localizzare il danno, è stato contattato l'Ufficio Tecnico del comune, che ha consentito l'individuazione di alcuni toponimi sconosciuti.

Per ciò che riguarda l'esatta dizione dei toponimi ci si è avvalsi delle carte topografiche dell'Istituto Geografico Militare (IGM), che storicamente costituiscono un documento di grande affidabilità. Come già annotato durante la ricerca sul Torrente Staffora (1998-99), la CTR, alla scala 1:10.000, possiede alcune lacune: talora le quote non sono esatte (comunque in discrepanza con quelle presenti negli aerofotogrammetrici) ed alcuni nomi di località e corsi d'acqua non sono stati riportati, mentre altri sono stati trascritti dalla carta IGM in modo errato. In un caso addirittura (Taceno), è stato cartografato un corso d'acqua inesistente in corrispondenza di un displuvio.

Raramente sono state consultate carte più antiche: anche se difficili da confrontare con le più recenti, sono state tuttavia utili per la conferma o l'individuazione di alcuni toponimi oramai scomparsi nel tempo.

In alcuni casi è risultato difficile collocare esattamente il danno subito da un abitato in un comune: è il caso ad esempio di Località Le Gere (Comune di Pasturo) o di Casa Fornoni (Legnaio, Comune di Gandellino).

Il secondo problema affrontato è quello che concerne la datazione dell'evento. Non sempre, infatti, nei documenti essa è riportata in modo esatto o completo: in particolare per documenti più antichi, la notizia sovente accenna soltanto al mese, talora alla stagione e in alcuni casi a più anni consecutivi. Talvolta si sono rilevati errori di trascrizione del giorno o del mese, soprattutto se la relazione era stata redatta a distanza di qualche lustro dall'evento. In questi casi si è proceduto ad un confronto dei dati riferiti a comuni o bacini limitrofi: solitamente infatti l'evento meteorologico ha colpito più territori, se non addirittura tutta la vallata. Per avere la conferma del periodo critico sono stati consultati gli Annali dell'Ufficio Idrografico che riportano i dati di pioggia registrati in più stazioni meteorologiche (dal 1935 per la Valsassina, dal 1921 per la Val Seriana).

Infine il problema legato all'identificazione tipologica del fenomeno. Talvolta in una relazione tecnica si legge: "*precipitazioni intense provocarono danni nel territorio comunale*": tale indicazione non consente di comprendere se la causa innescante sia una piena o un processo di trasporto in massa, sovente originato da movimenti gravitativi. Di conseguenza, in base al tipo di danno e alla sua

ubicazione si è cercato di identificare la tipologia del fenomeno.

E' doveroso sottolineare che, in mancanza di dati strumentali, il termine *piena* è stato sempre riferito ad un evento idrologico caratterizzato da piene in alveo superiori a quelle ordinarie: è quindi da considerarsi come un valore qualitativo e non quantitativo.

E' necessario "filtrare" sempre le notizie dei documenti, poiché talvolta le indicazioni presenti nelle relazioni tecniche del comune non sono proporzionate all'entità del fenomeno. Si è notato che ciò è accaduto specialmente nella stesura dell'elenco dei danni subiti per due piene ravvicinate nel tempo: in tal caso i processi legati alla seconda inondazione, seppur modesti, venivano amplificati e talora sono sembrati essere addirittura più ingenti dei precedenti.

1.1.2. La cartella del singolo comune e le schede storiche

Per ogni territorio comunale esaminato è stata redatta una cartella. Essa è costituita inizialmente da un **inquadramento generale** con indicazioni di carattere geografico e geomorfologico. Successivamente è stata analizzata l'**idrografia** dell'area in esame con ampie descrizioni di tutti i corsi d'acqua presenti e delle loro principali caratteristiche. Vengono altresì analizzate le principali **opere antropiche** presenti sui corsi d'acqua e in corrispondenza degli abitati. Delle opere di attraversamento sono state indicate le dimensioni, lo stato di conservazione e gli eventuali danni subiti in passato. Il quarto paragrafo riguarda lo **sviluppo urbanistico**: è stato descritto l'ampliamento urbano dei capoluoghi e delle principali frazioni, la crescita delle reti viaria e gli eventuali mutamenti dei corsi d'acqua (coperture, derivazioni, ecc.). Tale confronto ha consentito innanzitutto di rapportare l'evento calamitoso al quadro storico della struttura urbanistica dell'epoca, evidenziando quindi al tempo stesso le aree che in passato erano state "scartate" e che oggi, purtroppo, nella maggior parte dei casi risultano essere state edificate (es. conoide del T. Bondione nel Comune di Valbondione e conoide del T. Troggia nel Comune di Introbio). Per tale comparazione sono state utilizzate, alla medesima scala, la Carta della Lombardia, del Veneto e dell'Italia centrale del 1878, quella IGM del 1970-71 e infine la Carta Tecnica Regionale aggiornata al 1994.

In seguito vengono elencati i **punti critici** del territorio comunale, quelli cioè ritenuti particolarmente pericolosi da un punto di vista idraulico: nella cartella è sempre allegata una carta che facilita la comprensione, indicando i vari siti citati.

L'ultimo paragrafo riguarda gli **eventi storici**. Sono elencati innanzitutto gli archivi consultati e successivamente gli eventi di cui è stata reperita almeno una notizia. Essi sono sintetizzati in forma schematica in una tabella nella quale sono state raggruppate cronologicamente tutte le date delle piene (anno, mese e giorno), con la specificazione del corso d'acqua interessato e la località colpita.

Infine sono esposte alcune considerazioni finali riguardanti i periodi durante i quali si sono manifestate più frequentemente le piene, i luoghi più colpiti, correlandoli talvolta alle precipitazioni registrate.

Al termine della cartella di ogni singolo territorio comunale sono allegare tutte le **schede storiche**. Ogni singolo documento nel quale si è ritrovato un riferimento

a danni avvenuti a causa di una piena, è stato catalogato. Sono quindi state eliminate tutte le notizie che non riportavano la datazione e che non specificavano la tipologia del fenomeno. Ciò significa che non sono perciò state prese in considerazione le segnalazioni che facevano riferimento a "possibili coinvolgimenti" o "minacce".

La scheda storica (Fig. 7) è composta da venti voci. Ogni evento alluvionale è identificabile da un unico codice progressivo (**codice evento**) che è utilizzato per identificare in carta l'esatta ubicazione della zona colpita.

La voce successiva (**classificazione fascicolo/sottofascicolo**) permette di risalire con facilità al documento cartaceo, consentendo la verifica immediata delle informazioni.

Seguono poi gli estremi del documento (**Enti produttori, estremi cronologici, oggetto fascicolo/sottofascicolo**), la segnalazione di eventuali **allegati** (carte, fotografie, sezioni, ecc.) e la fonte (**provenienza originali**), dove cioè il documento è stato reperito.

La scheda fornisce quindi informazioni sull'ubicazione del fenomeno descritto (**bacino idrografico, sottobacino, comune, località**), localizzazione topografica sulla carta **C.T.R.** scala 1:10.000 della Regione Lombardia.

Di seguito è riportata la notizia (**descrizione del fenomeno**), a volte sintetizzata evidenziando le indicazioni più importanti, spesso trascritta integralmente, fra virgolette, perché ritenuta particolarmente significativa.

Le voci successive si riferiscono alla data di accadimento dell'evento (**data fenomeno**), quantificandone, ove possibile, la *magnitudo* e le cause innescanti (**dimensioni e cause**).

In seguito vengono riportati i **danni** provocati dall'evento alluvionale e gli interventi previsti e/o realizzati con i relativi costi (**tipo di intervento e costi**).

Nelle **note** sono state segnalati eventuali particolari interessanti che non rientrano in nessuna delle precedenti.

Infine, nell'ultima voce, è indicata la precisione relativa all'ubicazione geografica del sito colpito (**localizzazione in carta**).

COD. EVENTO	
CLASSIFICAZIONE FASCICOLO E SOTTOFASCICOLO	
ENTI PRODUTTORI	
ESTREMI CRONOLOGICI	
OGGETTO FASC./SOTTOFASC.	
ALLEGATI	
PROVENIENZA ORIGINALI	
BACINO IDROGRAFICO	
SOTTOBACINO	
COMUNE	
LOCALITA'	
C.T.R. (1:10.000)	
DESCRIZIONE FENOMENO	
DATA FENOMENO	
DIMENSIONI	
CAUSE	
DANNI	
TIPO DI INTERVENTO E COSTI	
NOTE	
LOCALIZZAZIONE IN CARTA	

Fig. 7 – Esempio di scheda storica per la catalogazione dei dati riguardanti gli eventi pregressi.

1.1.3. La carta delle notizie storiche

I territori comunali esaminati sono rappresentati su complessive 9 carte di grande formato, alla scala 1:10.000, sulla base della Carta Tecnica Regionale: quattro per la Valsassina e cinque per la Val Seriana.

Ogni notizia raccolta nelle schede storiche di ogni singolo comune, è stata riportata in carta (Fig. 8) per mezzo di differente simbologia:

- pallino rosso: informazione precisa sul sito colpito;
- triangolo rosso: informazione generica sul sito colpito, ma possibilità di individuare il tratto fluviale o stradale coinvolto (in tal caso il simbolo è stato posizionato nel punto mediano);
- quadrato rosso: informazione molto generica sul sito colpito (in tal caso il simbolo è stato posizionato sul capoluogo).

Ognuno di questi simboli è evidenziato da un rettangolo giallo nel quale sono riportati uno più codici di eventi, le cui schede sono allegate nella cartella del singolo comune.

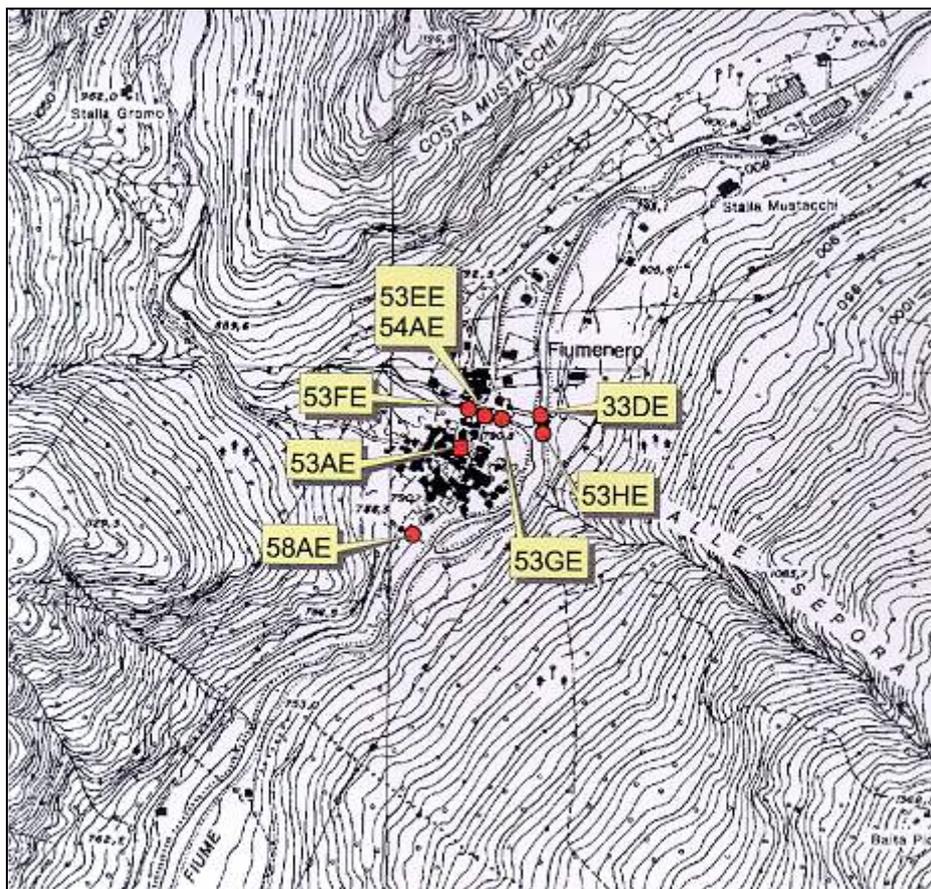


Fig. 8 - Esempio della carta degli eventi storici della zona di Fiumenero (Comune di Valbondione).

1.2. L'analisi geomorfologica. La carta delle aree potenzialmente inondabili.

Lo studio geomorfologico è stato condotto mediante numerosi sopralluoghi tecnici lungo i corsi d'acqua principali. Durante questi rilievi si è verificata innanzitutto la veridicità delle notizie storiche reperite negli archivi, esaminando al tempo stesso l'attuale situazione idraulica, spesso mutata notevolmente rispetto a quella del periodo di accadimento della piena. Si sono rilevate e fotografate le opere esistenti (ponti, passerelle, briglie, soglie, gabbionate, muri d'argine) e annotato il loro stato di conservazione.

I sopralluoghi, anche grazie alle utili testimonianze rese dai residenti, hanno consentito di meglio definire i limiti delle zone inondate in occasione dei maggiori eventi.

Contemporaneamente ai sopralluoghi è stato condotto uno studio fotointerpretativo mediante l'analisi di immagini aeree multitemporali (1954, IGM-Volo Gai; 1958-62, IGMI; 1971 Comprensorio Intercomunale Lago di Como, 1981 Regione Lombardia). Sono così state delimitati con precisione i conoidi dei tributari e di osservare le variazioni planimetriche dell'alveo del Pioverna e del Serio nell'arco degli ultimi decenni, individuando le forme attive e relitte, che sovente subiscono una riattivazione durante le piene straordinarie. L'analisi delle fotografie aeree ha confermato i limiti morfologici individuati durante i sopralluoghi di campagna.

Di grande aiuto si è rivelato anche il confronto tra le differenti cartografie reperite. Tale comparazione, unita all'analisi fotointerpretativa, è stata utilizzata anche per lo studio dello sviluppo urbanistico dei centri abitati.

Questa duplice analisi ha messo in evidenza le modificazioni subite dai corsi d'acqua nell'ultimo secolo, variazioni queste molto comuni nella quasi totalità dei fiumi e torrenti italiani. Appare evidente una "semplificazione" degli alvei: un tempo essi erano caratterizzati dalla presenza di più canali di deflusso separati da isole spesso ampie e vegetate, mentre ora appaiono ridotti ad un unico e ristretto canale di deflusso, rettificato, spesso con opere di difesa lungo le sponde, realizzate a partire dalla fine del secolo scorso con lo scopo di conquistare nuove aree produttive e, soprattutto, negli ultimi decenni, per ricavare aree edificabili, a scapito delle zone di pertinenza fluviale.

E' stato infine effettuata una ricognizione aerea in entrambe le vallate: ciò ha permesso l'acquisizione di immagini prospettiche a bassa quota lungo tutta l'asta fluviale, che hanno consentito di rilevare situazioni critiche, talora non visibili né da terra, né messe in evidenza dall'analisi stereoscopica.

La ricerca storica e l'analisi geomorfologica hanno consentito di individuare le zone potenzialmente inondabili che sono state rappresentate su sette carte di grande formato (Fig. 9), alla scala 1:10.000, sulla base della CTR: tre per la Valsassina e quattro per la Val Seriana.

Con il *tratteggio azzurro obliquo* è stato delimitato l'alveo di piena dei due corsi d'acqua principali: la **zona 1** rappresenta la porzione di alveo che consente il deflusso delle acque durante gli eventi di piena ordinaria. I limiti di tale zona sono assunti alle opere di arginatura, quando presenti, oppure in corrispondenza dei limiti morfologici. Con il *tratteggio blu verticale* è stata evidenziata la **zona 2**,

esterna all'alveo di piena ordinaria, comprendente anche l'insieme delle forme fluviali riattivabili (paleoalvei), i cui confini corrispondono a dislivelli creati da scarpate di conoidi, terrazzi fluviali od opere antropiche esterne all'alveo.

In Alta Val Seriana, nel territorio comunale di Valbondione, è stata individuata un'ulteriore, ma limitata area potenzialmente inondabile (**zona 3**). Essa è rappresentata in carta da un *tratteggio blu orizzontale*, a causa della presenza sul versante destro di vistosi fenomeni di crollo (Fig. 10) in grado di sbarrare il corso del Fiume Serio.

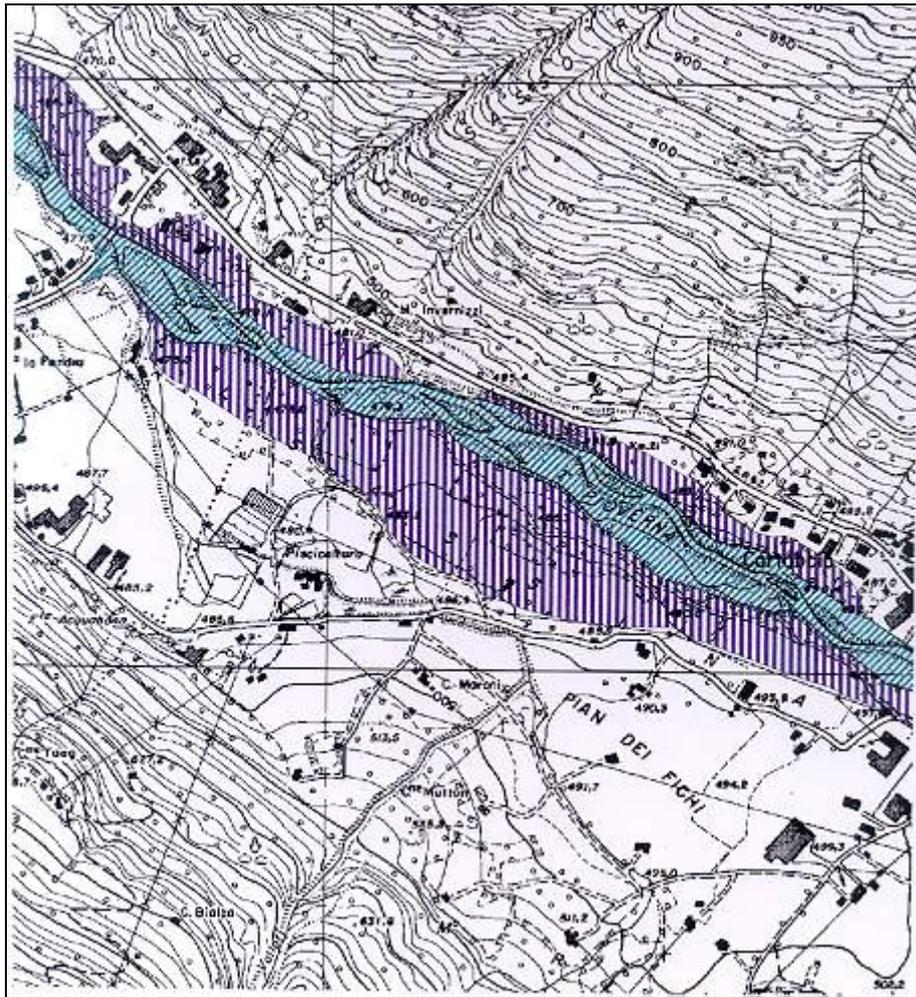


Fig. 9 – Esempio di carta delle aree potenzialmente inondabili della zona di Cortenova.

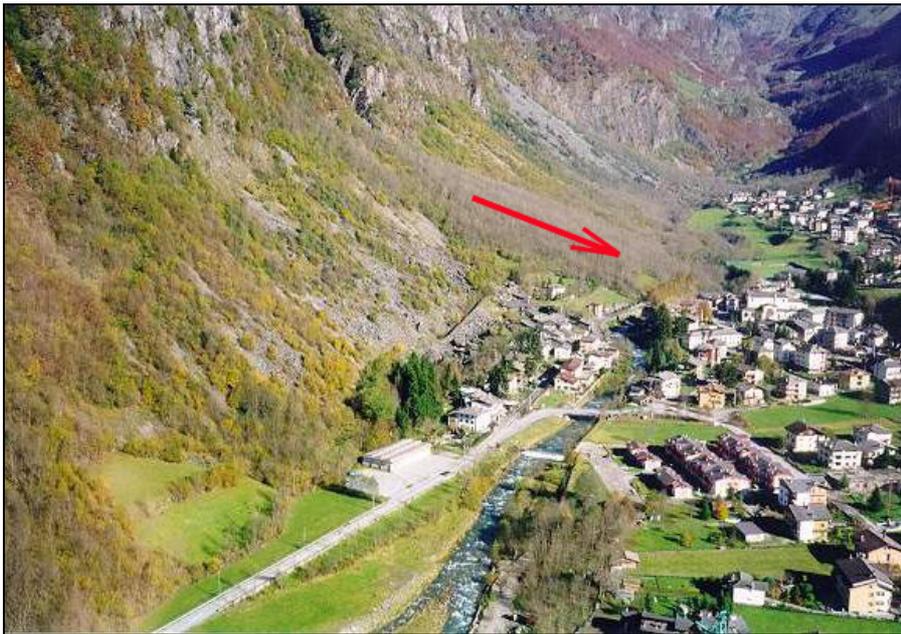


Fig. 10 – Valbondione: il corso del Fiume Serio, in questo tratto, subisce una deviazione verso la sponda sinistra a causa della presenza di un ampio cono di deiezione. I crolli, avvenuti anche recentemente, potrebbero sbarrare il corso del fiume, provocando l'inondazione delle aree ubicate in sponda sinistra.

1.3. L'analisi urbanistica. La carta dell'accorpamento degli strumenti urbanistici.

Con l'obiettivo di acquisire lo stato di fatto dell'edificato esistente e di verificare le future espansioni edilizie è stata effettuata l'analisi territoriale ed urbanistica sia per i 10 comuni appartenenti interamente o in parte al bacino idrografico del Torrente Pioverna, sia per i 7 comuni situati lungo il Fiume Serio in Alta Val Seriana.

Solo 11 dei Comuni indagati e precisamente: Valbondione, Gandellino, Gromo, Ardesio, Villa d'Ogna in Val Seriana e Pasturo, Introbio, Primaluna, Cortenova, Taceno e Bellano in Valsassina insistono con l'abitato sui due corsi d'acqua principali oggetto del presente studio; i rimanenti nuclei si trovano localizzati in prossimità dei tributari.

In una prima fase del lavoro, dopo aver raccolto le cartografie necessarie presso gli Uffici Tecnici Comunali, si sono analizzati gli strumenti urbanistici vigenti e successivamente è stato effettuato un accorpamento per destinazioni d'uso del territorio azzonato. Le cartografie richieste riguardano i P.R.G. o loro Varianti Generali, mappe catastali, aereofotogrammetrici in scala 1:2.000 e 1:5.000 oltre che le relative Norme Tecniche di Attuazione al fine di individuare le criticità di utilizzo del suolo legate alla capacità insediativa delle aree limitrofe alle aste fluviali.

Le cartografie sono risultate necessarie, al fine di posizionare in una carta di sintesi, le scelte urbanistiche di espansione residenziale, industriale/produttive, turistico/alberghiere, agricole e di verde attrezzato sia previste che realizzate.

Per ogni territorio comunale è stata eseguita un'attenta analisi e realizzato un accorpamento degli utilizzi dei suoli per le aree limitrofe ai due corsi d'acqua principali e alla confluenza di questi ultimi con i tributari.

Sono stati inoltre interpellati i Tecnici e le Amministrazioni Comunali al fine di integrare gli accorpamenti degli strumenti urbanistici con informazioni aggiornate.

Gli accorpamenti sono stati riportati sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000, ingrandita alla scala 1:5.000, utilizzando anche le basi degli aereofotogrammetrici recenti.

Prima di procedere alla descrizione dei tratti salienti relativi agli sviluppi degli strumenti urbanistici esaminati, è necessario fare una considerazione generale riguardo alla mancanza di cartografie omogenee di riferimento aggiornate, fatto che crea non pochi problemi durante i sopralluoghi e nella stesura delle cartografie di sintesi.

Le destinazioni d'uso nella cartografia mosaico dei P.R.G. (Fig. 11) sono state accorpate per funzioni principali in 8 categorie e precisamente:

- ◆ **Residenziale** (contrassegnato in colore giallo) comprendente l'edificato esistente e quello previsto di completamento e di espansione oltre che i nuclei storici o zone A dei P.R.G.

- ◆ **Zone di Servizio ad uso pubblico** (contrassegnate in colore arancione) che comprendono le zone adibite a Servizi ad uso pubblico quali le sedi municipali e le loro aree di servizio, gli edifici strategici quali caserme, strutture scolastiche e sanitarie, chiese ecc.

- ◆ **Zone Turistico/alberghiere** (contrassegnate in colore viola) comprendenti strutture ed edifici utilizzati stagionalmente a fini turistici quali residences ed alberghi.

- ◆ **Zone Produttive** (contrassegnate in colore rosso) che comprendono le previsioni e l'esistente a carattere industriale, artigianale e commerciale.

- ◆ **Zone a Verde Pubblico Attrezzato e Standard** (contrassegnate in colore verde chiaro) comprendente le aree utilizzate ad uso pubblico quali campi da gioco attrezzati, campi sportivi e zone adibite ad uso privato quali palazzetti sportivi, strutture polisportive e standard adibito a parcheggi o ad aree di rispetto stradale.

- ◆ **Zone Agricole** (contrassegnate in colore marrone chiaro) che prevedono la possibilità di edificare limitandola ad indici volumetrici molto bassi e contenuti fissati dalla L.R. 93/80 relativamente alla residenza idonea alla conduzione del fondo agricolo.

- ◆ **Zone Boschive** (contrassegnate in colore verde scuro) comprendenti le aree naturali di pregio e boschive.

- ◆ **Zone a Parco Fluviale** (contrassegnate in azzurro) che riportano le aree di rispetto fluviale indicate negli strumenti urbanistici dove l'edificazione non è prevista ad eccezione dell'esistente. Gli unici interventi ammessi riguardano le opere di manutenzione ordinaria e straordinaria senza alcun aumento di volumetria.

L'accorpamento in categorie funzionali è stato eseguito considerando una fascia situata lungo il Torrente Pioverna e il Fiume Serio, di ampiezza variabile in relazione alle aree potenzialmente inondabili individuate dallo studio. In seguito è stato attribuito un valore di criticità alle 8 categorie ricadenti nelle suddette aree per sovrapposizione, ottenendo così una carta semplificata che può essere utilizzata ai fini pianificatori come indirizzo per le scelte urbanistiche.

Da un'analisi delle foto aeree e precisamente mettendo a confronto del volo GAI (1954) e del volo IGM (1981) è emerso che l'espansione urbana è iniziata dalle

aree adiacenti ai centri storici (Zone A) e che negli ultimi 20 anni si è spostata soprattutto con zone produttive, ma spesso residenziali, verso i corsi d'acqua.

I livelli di pianificazione sul territorio nazionale e regionale sono vari e quelli più significativi per gli obiettivi del presente studio sono, a scala provinciale il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale con valore anche paesistico e a scala locale i Piani Regolatori e loro Varianti Generali. Mentre i Piani Provinciali di Lecco e Bergamo sono ancora in una fase di adozione va ricordato che per quanto attiene ai Piani Regolatori la recente L.R. 41/97 e le linee guida definite dalla direttiva della Giunta Regionale del 6 agosto 1998 obbligano i comuni a dotarsi di uno studio geologico al fine di verificare la compatibilità fra le previsioni urbanistiche e le condizioni geologiche dei territori interessati.

Le normative sopracitate individuano 4 classi di fattibilità geologico-tecnica sulla base delle limitazioni dovute al rischio idrogeologico esistente all'edificazione.

La stessa legge regionale specifica inoltre la competenza dei comuni, in quanto gestori e proprietari del proprio archivio, dell'individuazione delle serie storiche pertinenti con le calamità manifestatesi sul territorio comunale. La metodologia del presente studio è entrata a far parte integrante delle Direttive del 6 agosto 1998 sopra indicate. Per quello che concerne le aree potenzialmente inondabili dei corsi d'acqua lombardi il lavoro svolto serve come indirizzo ai geologi professionisti incaricati dalle Pubbliche Amministrazioni al fine di realizzare indagini geologiche mirate a ridurre o a mitigare il rischio.

Vale la pena ricordare che per le continue modificazioni del territorio la cartografia di sintesi dovrebbe essere periodicamente aggiornata con dati recenti che permettano una chiara lettura della situazione territoriale e la possibilità di individuare interventi migliorativi (manutenzione degli alvei e pulizia) o di riduzione della criticità.

1.4. La carta finale di sintesi delle aree a differente criticità

Sulla base della Carta Tecnica Regionale, alla scala 1:10.000, lo sviluppo edificatorio è stato sovrapposto agli elementi di pericolosità idraulica al fine di individuare le aree "azionate" che assumono, in funzione della densità abitativa e della presenza di infrastrutture ed edifici strategici e pubblici, significato di scenario di criticità, poiché ricadenti nelle fasce potenzialmente inondabili del Torrente Serio e Pioverna (Fig. 12a).

La carta delle aree potenzialmente inondabili è da considerarsi una carta di sintesi e quindi di fondamentale importanza per la definizione di indirizzi utili ad orientare le scelte pianificatorie e urbanistiche a scala locale anche ai sensi di quanto disposto dalla recente L.R. n. 41/97 "Prevenzione del rischio geologico, idrogeologico e sismico mediante strumenti urbanistici generali e loro varianti" e successive Direttive, approvate con Delibera di Giunta Regionale.

La metodologia utilizzata consente, in modo semplificato, attraverso una classificazione di fattibilità geologico-tecnica del territorio, suddiviso in zone omogenee di urbanizzazione e di uso del suolo, di valutare il danno provocabile da un dato evento con un approfondimento di tipo qualitativo.

Per poter ottenere il livello di rischio a cui il territorio in esame è sottoposto si dovrebbe scendere ad una scala di maggior dettaglio e mediante un rilevamento strutturale valutare il comportamento del singolo edificio e le sue caratteristiche costruttive e quindi la sua vulnerabilità. L'intero patrimonio edilizio interessato dovrebbe essere suddiviso successivamente in categorie con identico comportamento strutturale e valutato in termini di danno atteso con i relativi costi attualizzati degli eventuali interventi di migioria o ristrutturazione previsti per la mitigazione del danno stesso.

La metodologia atta a definire le aree di criticità è stata applicata ai 17 Comuni appartenenti in tutto o in parte al bacino idrografico del Torrente Serio e Pioverna, anche se sulla carta allegata sono riportati solo i risultati relativi degli abitati insistenti sull'asta principale.

I livelli di criticità derivanti dalla sovrapposizione con le aree potenzialmente inondabili hanno considerato situazioni come la presenza o la concentrazione di persone nelle 24 ore o in alcune ore particolari del giorno oltre che la presenza di macchinari o beni che potrebbero subire un ingente danno economico. L'accorpamento in categorie ha inoltre permesso di semplificare la vulnerabilità del costruito evitando l'applicazione di schede strutturali per singolo edificio e struttura o per classi omogenee di edifici.

Su entrambi i corsi d'acqua oggetto dello studio la situazione urbanistica risulta in alcuni punti molto critica; sono da considerare le nuove espansioni residenziali e turistiche che presentano pianterreni abitati o box interrati, le attività produttive che spesso necessitano di prelievi continui d'acqua nel ciclo produttivo, la collocazione per motivi paesaggistici di campeggi in zone ad alta criticità, la presenza di aziende agricole e relative abitazioni dei conduttori dei fondi spesso edificate senza controlli particolari e la presenza di stoccaggi di materiali o discariche lungo gli argini che in caso di eventi alluvionali potrebbero essere rimobilizzati e creare molti problemi di sicurezza e igienico sanitari.

E' doveroso ricordare che, per un corretto utilizzo del territorio, anche le aree agricole ricadenti per molti tratti nelle fasce potenzialmente inondabili, così come tutte le altre zone non cartografate, previste dagli strumenti urbanistici vigenti, devono essere assoggettate a studi geologico-tecnici di dettaglio qualora interessate da interventi edificatori, ai sensi della L.R. n. 41/97. Questo al fine d'individuare le vocazioni d'uso, le condizioni di criticità esistenti e le prescrizioni idonee per mitigare o ridurre il rischio. La fase finale sarà definita a livello locale e quindi a scala di Piano per non compromettere gli equilibri che consentano anche una tutela ambientale preventiva.

Per realizzare la carta di sintesi e di criticità è risultata necessaria la definizione di una matrice di criticità (Fig. 12b) che permetta un corretto incrocio tra la pericolosità delle due (tre solo per quanto riguarda il Comune di Val Bondione – Val Seriana – BG) zone potenzialmente inondabili e precisamente Zona 1 – elevata e Zona 2 – alta e l'esposizione al rischio degli accorpamenti urbanistici valutata qualitativamente. Sono stati definiti 4 livelli di esposizione dell'urbanizzato :

- ◆ Ricadono nel livello ELEVATO gli accorpamenti delle zone residenziali e turistico/alberghiere (contrassegnate rispettivamente in colore giallo e viola) ;
- ◆ Nel livello ALTO si trovano collocate gli accorpamenti delle zone di servizio ad uso pubblico e le zone produttive (contrassegnate rispettivamente in colore arancione e rosso)
- ◆ Nel livello MEDIO si trovano collocate gli accorpamenti delle zone a verde pubblico attrezzato e standard e le zone agricole (contrassegnate rispettivamente in colore verde chiaro e marrone chiaro);
- ◆ Ricadono nel livello BASSO gli accorpamenti delle zone boschive e le zone a parco fluviale (contrassegnate rispettivamente in colore verde scuro e azzurro)

Ogni livello di esposizione al rischio presenta una diversa graduazione di criticità a seconda che ricada nella Zona 1 o Zona 2 : ad esempio ad un livello di esposizione urbana elevato ricadente nella Zona 1 – ELEVATA corrisponde una criticità MOLTO ELEVATA in quanto si tratta presumibilmente di edifici ad uso residenziale costruiti nel letto di piena ordinaria.

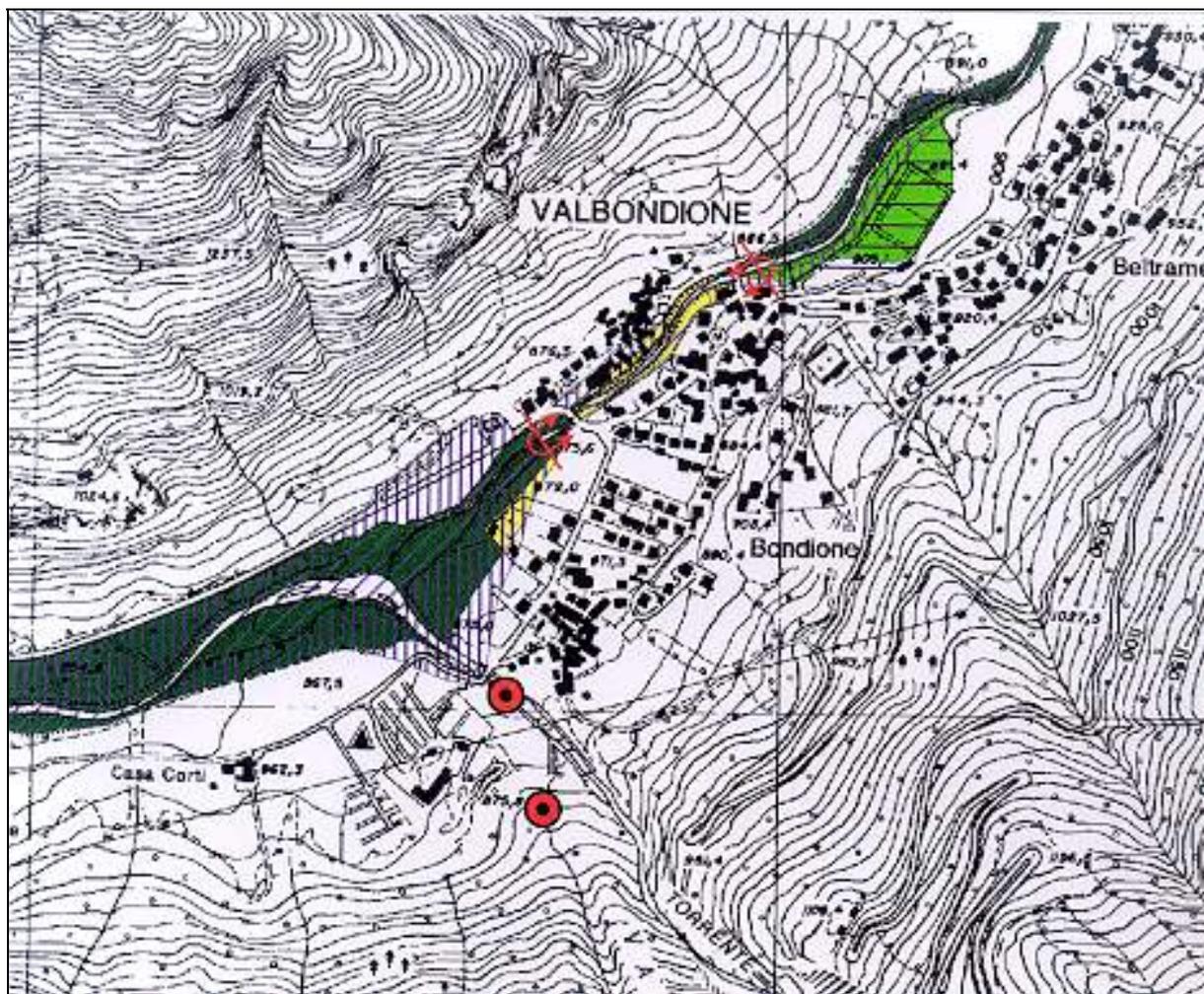


Fig. 12a - Esempio di carta di sintesi delle aree a differente criticità per la zona di Valbondione. Alla carta delle aree potenzialmente inondabili è stato sovrapposto lo sviluppo edificatorio al fine di individuare le aree azionate che, a seconda della densità abitativa e della presenza di strutture ed infrastrutture, assumono significato di scenario di criticità, in quanto ricadono nelle zone potenzialmente inondabili.

La carta di sintesi e criticità così derivata è utile al fine di individuare le classi di fattibilità geologico-tecnica previste dalla legge regionale n.41/97 per permettere le opportune scelte pianificatorie e/o la mitigazione del rischio.

Applicando la succitata legge regionale si possono, ad esempio, considerare in classe di fattibilità 4 e pertanto inedificabili tutte le zone definite a criticità MOLTO ELEVATA e di classe di fattibilità 2, con modeste limitazioni all'edificazione, tutte le zone definite a criticità MEDIA.

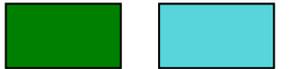
	ACCORPAMENTO STRUMENTI URBANISTICI			
				
ZONE POTENZIALMENTE INONDABILI	ELEVATA	ALTA	MEDIA	BASSA
 ZONA 1 ELEVATA	MOLTO ELEVATA	ELEVATA	ALTA	MEDIO ALTA
 ZONA 2 ALTA	ELEVATA	ALTA	MEDIO ALTA	MEDIA

Fig. 12b – Matrice utilizzata per correlare i valori di criticità delle aree potenzialmente inondabili con i valori di criticità degli accorpamenti degli strumenti urbanistici.

2. LA VALSASSINA

2.1. Inquadramento geografico

L'area studiata è situata nelle Prealpi lecchesi, a NE della città di Lecco, separata dal Lago di Como del Gruppo delle Grigne. E' compresa nei Fogli N. 17 Chiavenna, N. 18 Sondrio, N. 32 Como, N. 33 Bergamo dell'IGM alla scala 1:100.000. I limiti dell'area sono quelli del bacino idrografico del T. Pioverna, che a tratti seguono quelli della provincia di Lecco: ad Est la vallata confina con la provincia di Bergamo e per un breve tratto, a Nord-Est, con quella di Sondrio (Fig. 13).

Oggetto dello studio sono stati i territori dei 10 comuni attraversati dal corso del T. Pioverna. Da monte verso valle essi sono: Cremeno, Barzio, Pasturo, Introbio, Primaluna, Cortenova, Taceno, Vendrogno, Parlasco e Bellano.

Le vie di comunicazione principale fra i comuni della valle sono rappresentate dalla Strada Provinciale N. 62 della Valsassina, che da Lecco conduce fino a Bellano e dalle sue diramazioni verso Barzio-Cremeno, Vendrogno e Parlasco.

2.2. Inquadramento geomorfologico

Il bacino del T. Pioverna rappresenta una zona geologicamente molto studiata per la presenza di scaglie tettoniche nella copertura delle Prealpi, rappresentate dal gruppo delle Grigne-Resegone. Sono elementi embriciati, con una certa continuità laterale.

Il settore occidentale del bacino è strutturalmente interessato dai 3 grandi sovrascorrimenti della Grigna settentrionale, Grigna meridionale e Coltignone.

Un'altra importante linea tettonica nel bacino è la faglia di Valtorta, che termina alla Rocca di Baiedo contro la Scaglia della Grigna Settentrionale. Tale faglia appartiene ad un sistema di faglie E-W esteso nel settore di Bergamo, che separa le Orobie dalle Prealpi. Altro elemento strutturale caratteristico della valle è l'Anticlinale orobica, costituita dal basamento cristallino sudalpino e disposta E-W. Nella storia geologica più recente della Valsassina si sottolinea solo un'importante evoluzione subita dal tracciato del T. Pioverna. Nel periodo precedente al Pleistocene il torrente scorreva da Nord verso Sud, nella direzione di Lecco, questo è testimoniato dai conglomerati del Colle di Balisio, in cui l'embriciatura dei clasti fornisce indicazioni sul verso della corrente. Nel Pleistocene medio dei movimenti tettonici portarono un cambiamento nella struttura della valle, tale da fare deviare il corso del Pioverna verso Nord.

Dal punto di vista geomorfologico la Valsassina si presenta come una valle glaciale con il profilo ad U (Fig. 14) e valli sospese, come quella del T. Troggia, che sfocia sul fondovalle con un salto in roccia presso Introbio.

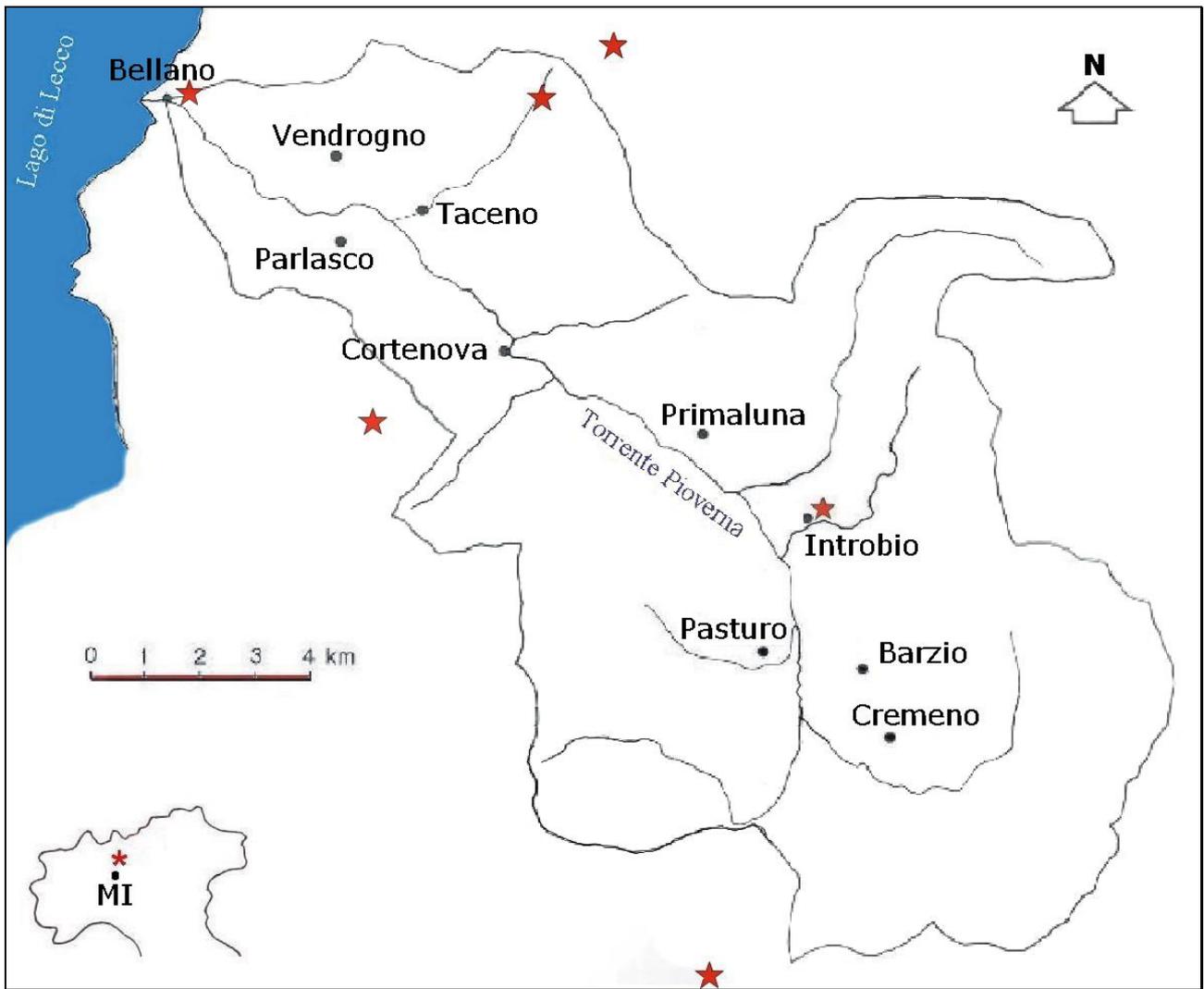


Fig. 13 – Inquadramento geografico del bacino del Torrente Pioverna con i comuni studiati. Il simbolo rosso indica l’ubicazione della stazione di misura delle precipitazioni considerata per le analisi pluviometriche.



Fig. 14 - Panoramica della Valsassina dal territorio comunale di Taceno verso monte.

Il versante sinistro della valle del Pioverna, solcato da numerose vallecole, è costituito essenzialmente dalle pendici nordorientali della Grigna Settentrionale: la Cima del Pallone (2082 m) ed il Pizzo della Pieve (2245 m). Il versante destro è, invece, da una serie di cime, fra le quali spiccano il Monte Foppabona (2060 m), la Cima di Camisolo (2156 m) ed il Pizzo dei Tre Signori (2554 m), a Est; il Pizzo di Cornagiera (2045 m) e la Cima di Margno (1801 m), a Nord.

La morfologia valliva non è omogenea lungo tutto il tratto, in particolare si possono distinguere tre zone: dal Colle di Balisio alla confluenza con il T. Pioverna di Barzio la valle è piuttosto ripida ed il torrente vi scorre inciso, a tratti con alveo in roccia; da tale punto sino al Ponte di Tartavalle si apre un ampio fondovalle caratterizzato dai depositi alluvionali del torrente stesso e dei tributari, che incidono soprattutto il versante destro della valle (Fig. 15). Tale tratto è caratterizzato, nella sua parte superiore sino al Ponte di Chiuso, dalla presenza di una vasta piana lacustre testimonianza di un antico lago di sbarramento.

Nell'ultimo tratto, che va da Tartavalle a Bellano, la valle è stretta ed incisa: il torrente scorre in forra fino all'Orrido di Bellano, situato a poco meno di un chilometro dalla confluenza nel Lago di Lecco.



Fig. 15 - Vista panoramica dell'ampio fondovalle a monte del Ponte di Chiuso.

2.3. Idrografia e Idrologia

Il Torrente Pioverna nasce dal gruppo delle Grigne ad una quota di circa 1100 m, presso le località Sasso dell'Acqua all'interno del Comune di Pasturo. Drena inizialmente la Valle dei Grassi Lunghi e, dopo un percorso di circa 27 Km, sfocia in corrispondenza della sponda orientale del Lago di Lecco presso l'abitato di Bellano, ad una quota di circa 200 m. Il suo bacino imbrifero ricopre una superficie complessiva di circa 150 km².

I tributari principali del T. Pioverna sono quasi tutti in destra idrografica, da monte verso valle sono: T. Pioverna di Barzio, T. Acquaduro, T. Troggia, T. Rossiga e T. Maladiga. In sinistra idrografica, gli unici affluenti degni di nota sono rappresentati dal T. Cariola, che attraversa l'abitato di Pasturo e dal T. della Valle dei Mulini nel Comune di Cortenova.

Il T. Pioverna segue un percorso con orientamento generale SE-NW, fatta eccezione per il primo tratto, dalle sorgenti al Ponte di Chiuso, dove l'andamento è prevalentemente S-N.

Nel primo tratto, fino al Ponte della Folla, il torrente scorre in una valle alquanto stretta, seguendo un percorso quasi obbligato con andamento sinuoso. Nel tratto successivo, fino al Ponte di Chiuso, il corso d'acqua percorre un ampio fondovalle, influenzato solamente dalla presenza da alcuni conoidi di tributari di destra e di sinistra, che ne condizionano il tracciato. Il bacino sotteso in località Ponte Chiuso ha una superficie di circa 60 km² (Tab. I).

Tab I - Caratteristiche morfometriche del bacino del T. Pioverna.

	Ponte di Chiuso	Confluenza T. Acquaduro	Confluenza T. Troggia	Confluenza T. Rossiga	Ponte di Taceno	Confluenza Lago di Lecco
SUPERFICIE (km²)	59,3	76,4	94,6	125,6	131,6	150
ALTITUDINE MASSIMA (m)	2554	2554	2554	2554	2554	2554
ALTITUDINE MINIMA (m)	566	559	545	440	418	200
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE (m)	8	9	11,5	15,5	19	27

Dalla strettoia morfologica della Rocca di Baiedo fino al Ponte di Taceno, il corso d'acqua percorre l'ampio fondovalle quasi piatto, costeggiando inizialmente il versante sinistro della valle, nella zona antistante gli abitati di Introbio e Vimogno. Questa è infatti la zona di confluenza dei maggiori tributari di destra: i Torrenti Acquaduro e Troggia. Nel tratto seguente il tracciato del torrente si sposta in direzione del versante destro e lo costeggia fino all'abitato di Prato San Pietro. Poco a valle, il conoide del T. Rossiga ha deviato il Pioverna verso sinistra, determinando un'ansa in corrispondenza dell'abitato di Cortenova. Anche di fronte al T. San Biagio, in località Bindo, si osserva una curvatura verso sinistra del Pioverna, anche se decisamente meno accentuata. Nell'ultimo tratto, fino al Ponte di Taceno, il tracciato del corso d'acqua risulta ancora influenzato dalla presenza di altri conoidi, tra cui quelle del T. Maladiga e del T. Orscialla.

Anche dal punto di vista delle caratteristiche dell'alveo del corso d'acqua principale, si individuano alcuni tratti omogenei dalle sorgenti all'immissione nel

lago. Fino alla confluenza con il T. Troggia, il Pioverna è caratterizzato da alveo unicursale; da tale punto sino al ponte di Tartavalle il torrente si allarga ed assume quasi ovunque una conformazione a canali intrecciati, con alveo caratterizzato da eccesso di sedimenti.

A valle di Taceno il Pioverna scorre in una valle profondamente incisa fino quasi al suo sbocco nel lago.

2.3.1. Pluviometria

Nel bacino del Torrente Pioverna sono attualmente in funzione solo due stazioni pluviografiche di rilevamento, gestite dall'Ufficio Idrografico e Mareografico del Po: quella di Introbio e quella di Bellano. Dal 1921 al 1966 fu in funzione anche la stazione di misura ubicata presso l'abitato di Casargo. Nelle zone limitrofe al bacino, erano invece presenti, negli anni tra il 1918 ed il 1983, le stazioni di rilevamento meteorologico di Premana, Ballabio Superiore ed Esino Inferiore.

Prendendo in considerazione le sei stazioni disponibili, con serie storiche sufficientemente lunghe, è possibile ottenere un inquadramento della piovosità nel bacino e nelle zone limitrofe. Analizzando le piogge medie mensili (Fig. 16), si riconosce un regime pluviometrico di transizione fra il tipo continentale (minimo invernale in gennaio e massimo estivo) ed il tipo sublitoraneo (due massimi, uno in maggio ed uno in settembre): la Valsassina è infatti situata nella zona di transizione tra i due regimi.

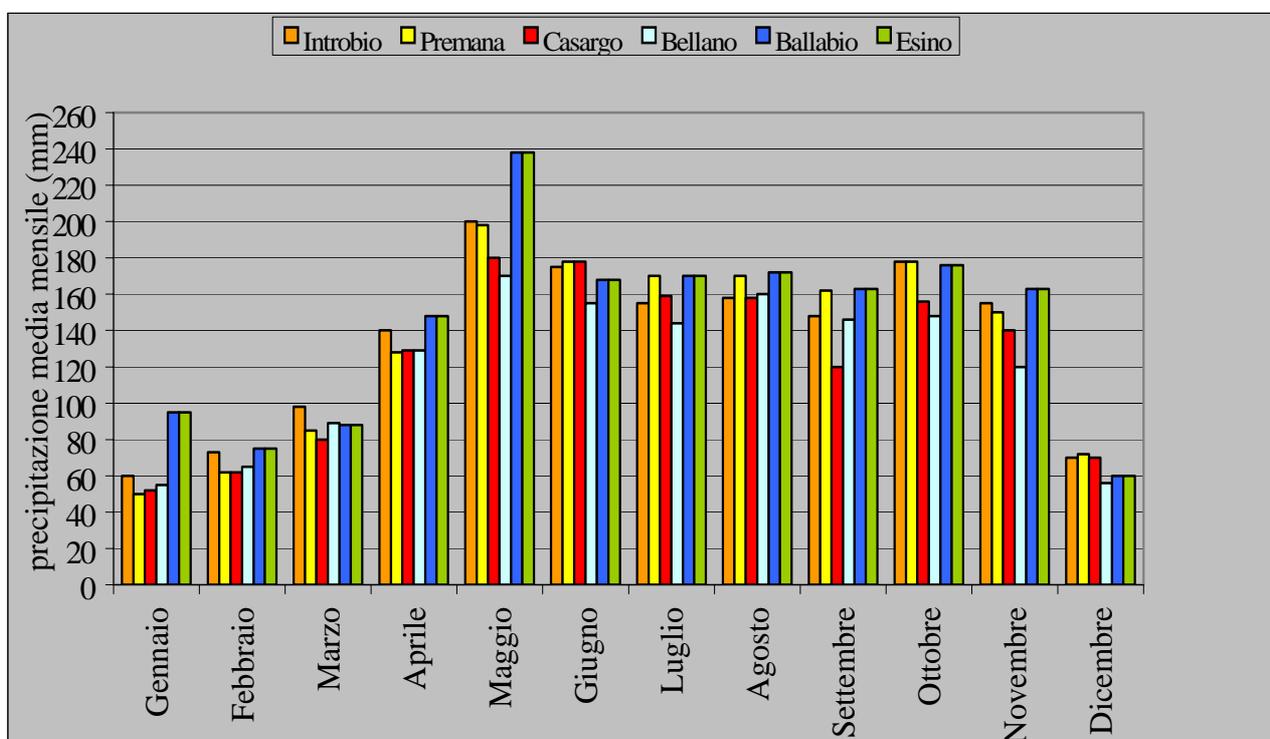


Fig. 16 - Precipitazioni medie mensili per sei stazioni pluviometriche della Valsassina e delle zone limitrofe.

Il mese di maggio risulta il periodo più piovoso in assoluto in tutte le stazioni considerate. I valori del massimo di precipitazione variano in funzione della quota e della posizione della stazione di rilevamento: i valori più elevati si registrano a Ballabio e ad Esino Inferiore (circa 240 mm/mese), che sono poste a quote più elevate; mentre Bellano fa registrare il dato più basso (circa 170 mm/mese). Elevate quantità di pioggia mensile si rilevano in generale a partire dal mese di maggio e per l'intero periodo estivo-autunnale. Il periodo invernale (da dicembre a febbraio), decisamente meno piovoso, fa registrare i minimi di precipitazione: marzo rappresenta la fine del periodo secco ed aprile il mese di transizione.

2.3.2. Elenco generale degli eventi di piena

L'unione delle tabelle presenti nelle singole cartelle dei comuni esaminati ha permesso di ottenere un quadro generale delle piene avvenute all'interno del bacino del T. Pioverna. La Tab. II riporta la data dell'evento, i corsi d'acqua interessati, i comuni coinvolti e le località danneggiate.

Tab. II - Elenco cronologico delle piene del T. Pioverna e dei suoi tributari, in base alla documentazione storica reperita.

Data			Corso d'acqua	Comune	Località interessata
Anno	mese	giorno			
1341	09	09	T. Pioverna	Bellano	Bellano abitato
1800			Alcuni corsi d'acqua	Bellano	Bellano
1801	11		T. V. Bobbia	Barzio	Ponte sul T. Bobbia
			T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato (ponte)
			T. V. S. Biagio, T. Pioverna, T. Rossiga	Cortenova	Bindo, loc. Fucine, loc. Cugnolo, S.P.
			T. Pioverna	Introbio	Loc. Fucine (a valle del P.te Chiuso)
1803 fine - 1804 inizio			T. Pioverna	Barzio/ Pasturo	Ponte della Folla
1804			T. Pioverna	Primaluna	Primaluna (ponte comunale)
1806	Estate		Canale ..., T. Molinera	Primaluna	Gero-Barcone, Primaluna abitato
1822			T. Pioverna	Primaluna	Strada Barcone-Primaluna
1823	07	17	T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato
1824			T. Pioverna	Primaluna	Barcone
1825	07		T. Val dei Molini, T. V. S. Biagio, T. Pioverna	Cortenova	Prato S.Pietro (ponte), Bindo (ponte), Cortenova
			T. Pioverna	Cremeno	Strada Valsassina c/o Balisio
			T. Pioverna e tributari	Pasturo	Piana di Baiedo, Ponte Chiuso
1829	07 - 08		T. Pioverna	Primaluna	Barcone; strada Barcone-Primaluna
1829	09	14	T. Valle dei Molini d'Oro; Valletto dell'Eresia	Bellano	Strada Bellano-Colico; Bellano abitato
1839	07		T. Pioverna	Taceno	Taceno abitato (ponte)

1839	11	11	T. Pioverna	Primaluna	Primaluna (ponti di legno)
1841	10	03-04	T. V. dei Mulini d'Oro	Bellano	Strada Bellano-Colico
			T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato
1843	06	28-29	T. Rossiga	Cortenova	Strada Cortenova-Cortabbio
			T. Pioverna, T. Maladiga	Taceno	Strada Taceno-Margno, ponte sul Pioverna
1844	05		T. Pioverna	Pasturo	Loc. "Le Gere"
1844	08	24-25	?	Vendrogno	Territorio comunale
			T. Pioverna	Cortenova	Bindo
			T. Troggia, T. Pioverna	Introbio	Introbio abitato
			?	Primaluna	Primaluna (strade)
			T. Maladiga	Taceno	Strada Taceno-Casargo
1849			T. Pioverna	Pasturo	Territorio comunale (esondazione)
1851	08		T. Troggia	Primaluna	A monte della confluenza con il T. Pioverna
1851	10	2-4	T. Caravina, T. Cava, T. Troggia, T. Pioverna	Primaluna	Barcone
			T. Pioverna	Introbio	Strada Valsassina presso P.te Chiuso
			T. Pioverna, T. Cariola	Pasturo	Strada Valsassina nei pressi del P.te Chiuso
1856	05	ultimi	T. Val delle Noci	Primaluna	Gero
1856	09	01	(T. che dalla cascina Piazza arriva fino all'abitato di Primaluna)	Primaluna	Pessina Valsassina
1868	06	24	T. Acquaduro, T. Troggia	Introbio	Introbio abitato
			T. Pioverna	Pasturo	Loc. "Le Gere"
1869	05	08	T. Acquaduro	Introbio	Introbio
1869	05	Dopo 08	T. Acquaduro	Introbio	Strada Provinciale della Valsassina
1882	09	16-17	T. Pioverna	Bellano	Orrido, ponte sulla Strada Nazionale
			T. Pioverna	Primaluna	Cortabbio
			T. Pioverna	Pasturo	Strada Provinciale, loc. Prato Buscante
1882/09 - 1883/10			T. Pioverna	Pasturo	Prato Buscante
1889	autunno		T. Pioverna	Bellano	Confluenza lago (sponda destra)
			?	Primaluna	Territorio comunale
1890	06	26	T. V. Mezzocca	Cremeno	Ponte della Fucinetta
			T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato
1891		22	T. Cariola	Pasturo	Pasturo
1892	estate		T. della Valle Mezzocca	Cremeno	Ponte loc. Capannine
1896	autunno		?	Primaluna	Territorio comunale di Primaluna
			T. Cariola	Pasturo	Loc. Cappelletta
			T. Pioverna, T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato
1900	08		T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato (ponte comunale)
1901	09	12	T. Val delle Noci	Primaluna	Gero
1903			T. Rossiga	Cortenova	Cortenova
1903	08	09-10	T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato
1904	09	15	T. Caravina	Primaluna	Barcone
1905	08	25-26	T. Cariola	Pasturo	Pasturo abitato

1906	11	08-09	T. Maladiga (e tributari)	Taceno	Taceno (ponte comunale e S.P.)
1911	08	21-22	T. Rossiga	Cortenova	A valle della confluenza T. Piale - T. Rossiga
			T. Acquaduro	Introbio	Introbio abitato
			T. Troggia	Primaluna	Vimogno
			T. Orscialla	Taceno	Strada per Vendrogno
1915	09		T. Pioverna	Taceno	Taceno (ponti danneggiati)
1927	08	24	T. Val dei Molini	Cortenova	Prato S. Pietro
1928	11	01	T. Acquafredda	Cremeno	Strada Maggio-Ballabio
1928-1931			T. Pioverna	Bellano	Confluenza del T. Pioverna in lago
1930	08	07-08	T. Tonalli	Cremeno	Strada Maggio-Ballabio
1933	10	09	T. Molinara	Primaluna	S. Rocco
1938	07	24-25	T. Troggia, T. Pioverna	Primaluna	Territorio comunale
			T. Troggia, T. Acquaduro	Introbio	A monte del ponte della S.P.; strada per la cascata e Piazza del Mercato
1939	10	19	T. Troggia	Primaluna	S.P. vicino al ponte
1941	03	25	T. Pioverna	Primaluna	A valle del ponte di Primaluna
1941	05	28	T. della Val della Gatta, T. della Valle del Pozzo	Cremeno	Cremeno abitato
1944	07	21-22	T. Rossiga	Cortenova	Strade mulattiere in destra del torrente
			T. Orscialla	Taceno	Taceno abitato
1947	07	8-9	T. Pioverna	Cortenova	Cortenova (p.zza del paese)
1949	08	9-11	T. Molinara, Can. Fontana, T. Val della Fusa	Primaluna	Primaluna, Vimogno, Cortabbio
			Tributari di destra Pioverna	Taceno	Strade comunali
1950	05	25	T. Pioverna	Bellano	Bellano abitato (strade comunali)
1950	08	14	T. Acquaduro	Introbio	Introbio abitato
1951	06	23-24	T. V. dei Mulini	Vendrogno	Comasira
			T. Valletta di Parlasco, T. V. dei Pozzi, T. V. dei Cani	Parlasco	Strada Parlasco - Cortenova, confine con Taceno
			T. Rossiga, T. V. S. Biagio, T. V. dei Mulini	Cortenova	Cortenova, Bindo, Prato S. Pietro (ponte)
			T. Pioverna	Primaluna	Loc. Roncali
			T. Cariola, T. Pioverna	Pasturo	Pasturo abitato, ponte di Gorio
			T. Maladiga, T. Orscialla	Taceno	Loc. Chiarello, strada Bellano-Tartavalle
1951	09	09	T. Pioverna	Bellano	Bellano campo sportivo
1951	11	09	T. Pioverna	Primaluna	Cortabbio, Primaluna, S.P. Cortabbio-Taceno
			T. Cariola	Pasturo	Ponte sulla Provinciale
1952	05		T. Pioverna	Bellano	Bellano
1952	08 (?)		T. Pioverna	Barzio	Prato Buscante
1953	09	28	T. Pioverna	Taceno	Tartavalle
			T. Cariola	Pasturo	Strada Pasturo-Introbio
1954	06	10	T. della Valle Mezzocca	Cremeno	Ponti Fucinetta e Acquadiscia
			T. Pioverna	Barzio/Pasturo	Prato Buscante
			T. Pioverna, T. Cariola	Pasturo	Ponte collegamento Pasturo-Barzio, Pasturo abitato

1954	06	22	T. Pioverna	Taceno	Comune di Taceno
			T. Fiumicello	Pasturo	Strada Pasturo-Ballabio, Pasturo-Castagneto
1954	07	01	T. V. Mezzocca	Cremeno	Ruerr
			T. Pioverna	Barzio	Strade comunali
1957	11	06-07	T. Pioverna	Barzio	Prato Buscante
1960	Autunno		T. V. Mezzocca	Cremeno	Ponte della Fucinetta
			T. Maladiga, T. Orscialla	Taceno	Comune di Taceno
1961	07	12	T. Pioverna	Pasturo	Strade comunali
1963	11	Primi	T. Cariola	Pasturo	Pasturo abitato
1964	Autunno		T. Acquaduro	Introbio	Ponte della strada comunale
1965	09	1-3	T. Acquaduro	Introbio	A valle del ponte sulla S.P.
			T. Rossiga	Cortenova	Cortenova abitato
1966	Autunno		T. Pioverna	Cortenova	Territori comunali
			T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato
1966	08	Primi	T. Valle dei Gatti	Vendrogno	Strada Provinciale
1968	10		T. Pioverna	Primaluna	Barcone, Cortabbio
1970	09	11-12	T. Baredo	Primaluna	Cascina Selva
			T. Acquafredda	Pasturo	Strada delle Casere Vecchie
1975	04		T. Pioverna	Primaluna	Ponte sul Pioverna (Primaluna)
1976	10	3	T. Pioverna, T. Maladiga	Taceno	Loc. Tartavallino, Taceno abitato
			Impluvi secondari	Bellano	Fraz. Oro, Pendaglio
			T. Grinzone	Pasturo	Terreni privati
1976	10	29-30	T. Pioverna, T. Baredo	Primaluna	Cortabbio, Cascina Selva
			T. Maladiga	Taceno	Loc. Gatto
			T. della Valle Inseca	Barzio	Loc. Coldognetta
1979	10	16-17	T. Pioverna	Cortenova	Bindo (campeggio), Bindo (sponda destra)
1980	07	09	T. Grabbia, T. V. Piccola dei Mulini, T. V. del Bongino	Bellano	Verginate, S.P. Vendrogno-Bellano, Biosio
1982	06	12-14	T. Pioverna	Cortenova	Bindo (sponda destra)
			T. V. delle Noci	Primaluna	Gero
1983	Maggio		T. Pioverna, T. Acquaduro, T. Troggia	Introbio	Introbio, territorio comunale
			T. Pioverna	Taceno	Loc. Fornace
1985	01	17-18	T. Pioverna	Introbio	Infrastrutture viarie e stabilimenti produttivi
1985	07	16	T. Pioverna	Primaluna	Territorio comunale
			T. Troggia, T. Vera	Introbio	Strada per Val Biandino; Introbio
			T. Val dei Molini	Cortenova	Prato S. Pietro (confluenza con T. Pioverna)
			T. Valle dei Cani	Vendrogno	Mornico, Inesio

1987	07	17-19	T. Troggia, T. Pioverna, T. Valisella	Introbio	Val Biandino; Loc.Forni; Ponte Chiuso; Introbio (nei pressi del cimitero)
			T. Pioverna	Cortenova	Bindo(sponda sin.a monte del ponte), Bindo (sponda dx. stab. Grattarola)
			T. Maladiga	Taceno	Taceno abitato, loc. Gatto, loc. Linale
			T. Pioverna e tutte le aste torrentizie nel Comune	Bellano	Fraz. Oro, Orrido, Bellano, Pendaglio, Verginate, Pradello
			T. Pioverna, T.Valle del Pozzo, T. della Valle Mezzocca	Cremeno	Zona di confine Cremeno-Pasturo, Capannine, Cremeno abitato
			T. Cariola, T. Pioverna, T. Grinzone	Pasturo	Pasturo abitato, Via Moglia, zona T. Bobbia, loc. Moietto, via Molini, piana di Pasturo
			Valle di Mosnico, tributari della Valle dei Mulini, T. Valle dei Cani	Vendrogno	Strada per Comasira, strada dall'Alpe di Set a Camaggiore, Inesio
1988	06	01	T. Pioverna	Bellano	Confluenza lago
1990	11	24	T. Molinara	Primaluna	Primaluna abitato
1991	06	17	T. Vallori	Primaluna	Fregera
			T. Vera	Introbio	Lungo l'impluvio della Valle Vera
1993	05	20-21	Rio "Valletto dell'Eresia"	Bellano	Bellano abitato
1993	09	25-26	T. Valle dei Cani	Vendrogno	Confiasco
			T. Pioverna, T. Val della Fusa	Primaluna	Cortabbio, Chiosco, Barcone, confluenza Pioverna-Valle Contra
			T. Troggia, T. Pioverna, T. Acquaduro	Introbio	A valle della cascata, Introbio abitato
			Rio "Valletto dell'Eresia"	Bellano	Strada Novareno-Fanfani
			T. Pioverna	Pasturo	Via Provinciale
1993	10	Primi 15 giorni	T. Portone, T. Valle dei Mulini d'Oro	Bellano	Portone; c/o confine con Dervio
1994	06		T. Pioverna	Primaluna	Barcone
1994	09	13-14	Rio "Valletto dell'Eresia"	Bellano	Bellano abitato
1996	06	21-22	T. Pioverna	Primaluna	Scarnello
			T. Acquaduro	Introbio	Introbio abitato
			T. Val della Gatta	Cremeno	Cremeno abitato
1996	08	27-28	T. Pioverna	Primaluna	A monte del ponte
			T. Pioverna, T. Acquaduro, T. Valisella	Introbio	Stabilimenti Cademartori; confluenza Pioverna-Acquaduro
			T. Pioverna, T. V. S. Biagio, T. V. dei Molini, T. Rossiga	Cortenova	A valle del ponte Cortenova), loc. Grattarola, Bindo, Prato S. Pietro, Cortenova (S.P.)
			T. Pioverna	Taceno	Tartavallino
			T. Val della Gatta, T. Valle del Pozzo, T.Valle del Lupo	Cremeno	Cremeno abitato, loc. Capannine
			T. V. Bobbia	Barzio	Confine tra i comuni di Barzio ed Introbio

1996	11	13-14	T. Pioverna	Primaluna	Cortabbio, Barcone
1997	06	27-28	T. Pioverna	Cortenova	Cortenova (generico)
			Diverse aste torrentizie nel territorio comunale, T. Pioverna	Bellano	Zona sorgente Mainarda, loc. Biosio, Oro, Pennaso, Orrido, foce Pioverna
			T. Calchera, Valle dei Frassini, Valletta di Parlasco	Parlasco	Piazza Noga, loc. Piazza, S.P. 65
			T. Valle dei Mulini, T. Valle dei Cani, T. che costeggia l'abitato di Comasira	Vendrogno	Noceno, S.P. per Vendrogno, Comasira
1998	04		T. Contra	Primaluna	Cortabbio
1998	06	06-07	T. Pioverna	Bellano	Via Martiri della Libertà
1998	10	Primi	T. Pioverna	Bellano	Via Martiri della Libertà

Gli eventi di piena elencati risultano in totale 100. In base numero dei territori comunali colpiti e sul numero dei corsi d'acqua interessati è possibile individuare differenti livelli di criticità. Tale criterio non ha tenuto conto, quindi, del numero di vittime e dei danni provocati.

<u>1° livello di criticità</u>	<u>2° livello di criticità</u>	<u>3° livello di criticità</u>
23-24 giugno 1951 17-19 luglio 1987 27-28 agosto 1996	Novembre 1801 2-4 ottobre 1851 16 luglio 1985 25-26 settembre 1993 27-28 giugno 1997	Luglio 1825 24-25 agosto 1844 autunno 1896 10 giugno 1954 03 ottobre 1976 29-30 ottobre 1976 21-22 giugno 1996

Dal 1800 ad oggi sono stati rilevati 99 eventi di piena: di questi 29 si sono manifestati esclusivamente lungo l'asta principale, mentre in 26 casi la piena del Pioverna è avvenuta in concomitanza con i tributari. Fra essi, quelli che hanno fatto registrare il maggior numero di eventi sono il T. Maladiga (16), il T. Acquaduro (12), il T. Troggia (10) ed il T. Cariola (10) (Tab. III).

Nell'analizzare gli eventi di piena che hanno interessato i diversi comuni presi in esame, si è dovuto tener conto anche di aste torrentizie secondarie che confluiscono direttamente in lago, senza interessare il corso del Pioverna. Tali corsi d'acqua insistono principalmente sul territorio comunale di Bellano, a Nord del capoluogo, ed attraversano le frazioni di Verginate, Pendaglio, Oro e Pennaso. Nella Tab. III questi corsi d'acqua sono evidenziati con un asterisco.

Tab. III – Frequenza degli eventi di piena dei corsi d'acqua nella Valsassina.

Corso d'acqua	n° piene
T. Pioverna	55
T. Maladiga	16
T. Acquaduro	12
T. Troggia, T. Cariola	10
T. Rossiga	8
T. Pioverna di Barzio (Val Mezzocca)	6
T. Val dei Mulini (Cortenova)	5
T. San Biagio, T. Molinara, T. Orscialla, Valletto dell'Eresia, T. Valle dei Cani, T. Baredo, T. Valle dei Mulini d'Oro*	4
T. Valle della Noci, T. Valle della Gatta,	3
T. Grinzone, T. Valle della Fusa, T. Valisella, T. Vera, T. Caravina, T. Valle del Pozzo, T. Valle Bobbia, T. Valle Inscea, T. Baredo, T. Contra	2
T. Vallori, T. Fiumicello, T. Acquafredda, T. Valle dei Frassini, T. Calchera, T. Valle dei Crotti, T. Valle dei Pozzi, T. Valle del Lupo, T. V. dei Mulini (Vendrognò), T. V. dei Gatti, T. Valle di Grabbia*, T. V. Piccola dei Mulini*, Canale Fontana, T. Cava, T. Val Bondina	1

Considerando solamente le 81 piene precisamente datate (almeno anno e mese di accadimento) ed escludendo l'evento del 1341, si possono fare diverse considerazioni sulla distribuzione dei dati.

Nella Fig. 17 è mostrata la distribuzione mensile delle piene del T. Pioverna e dei suoi tributari. I mesi di giugno, agosto e settembre annoverano il più alto numero di eventi alluvionali, con il 17% del numero totale delle piene in un mese (giugno). In generale, tutto il periodo da maggio a novembre, è caratterizzato da una elevata frequenza di eventi (96%), con un picco nei mesi estivi, tra giugno e settembre (62%).

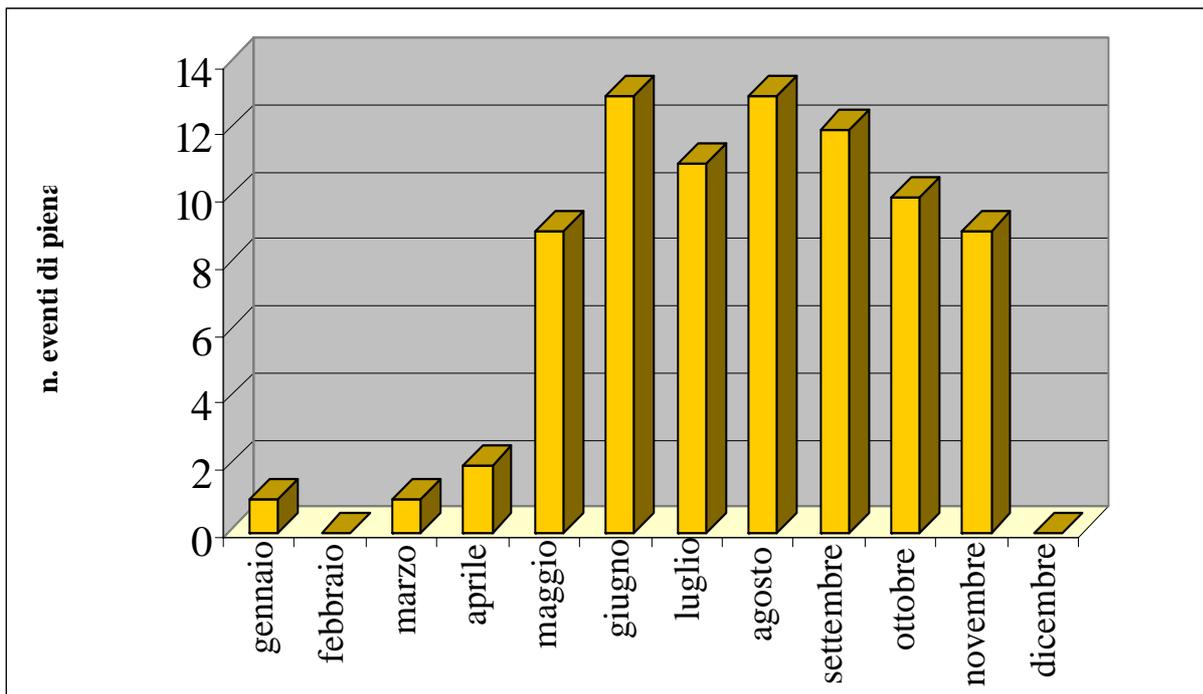


Fig. 17 - Distribuzione mensile delle 81 piene datate, nei 10 territori comunali analizzati.

Considerando la distribuzione delle piene in periodi ventennali, a partire dal 1800, si possono desumere altre interessanti informazioni (Fig. 18). Il numero degli eventi di piena aumenta notevolmente dal 1941 ad oggi (52% del totale), con un picco massimo nell'ultimo ventennio (21%). Anche nel periodo 1941-1960 il numero di piene rilevate è decisamente elevato (18%), mentre risulta inferiore (13%) nel ventennio immediatamente successivo. Nel periodo precedente, gli anni compresi tra il 1841 ed il 1860 mostrano un altro picco di piene (9%), mentre nel ventennio 1861-1880 il numero degli eventi alluvionali ritrovati è il più basso di tutto il periodo esaminato (3%). Tale distribuzione riflette in parte le difficoltà riscontrate nel reperimento dei dati pregressi.

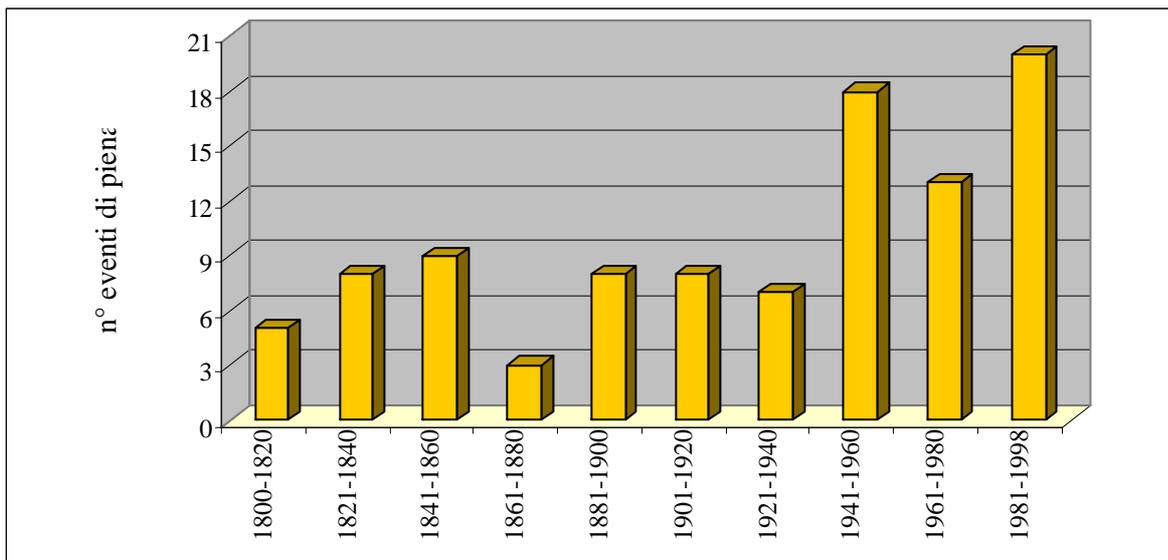


Fig. 18 - Distribuzione in periodi ventennali delle piene del T. Pioverna e dei suoi tributari.

La successiva analisi statistica ha suddiviso tutte le piene con danni avvenute, anche quelle di cui non si conosce precisamente la data, per i differenti territori comunali, confrontando la frequenza degli eventi avvenuti nel secolo passato con quelli del XX secolo (Fig. 19).

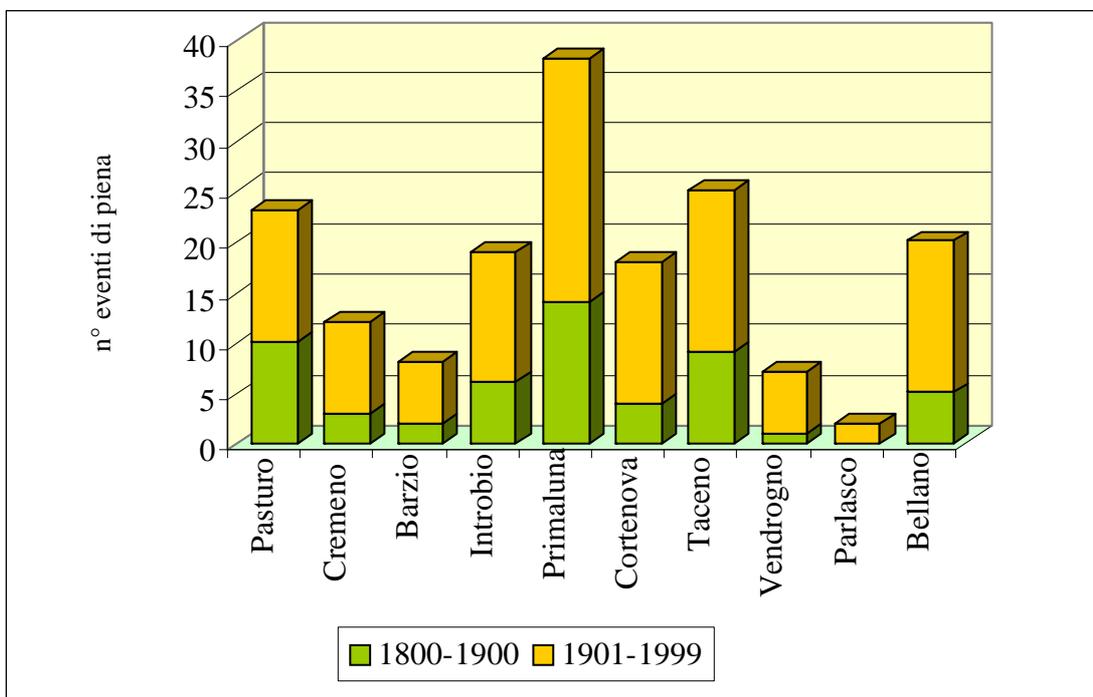


Fig. 19 - Territori comunali della Valsassina coinvolti da eventi di piena dal 1800 al 1999

Le piene non si sono verificate con la stessa frequenza nei due secoli. Il comune più frequentemente interessato dalle piene in entrambi i secoli è quello di Primaluna, con il 25% dei fenomeni nel periodo tra il 1800 ed il 1900 ed il 19%

nell'arco temporale successivo. Parlasco risulta invece il territorio comunale con meno segnalazioni: nessuna nel periodo più vecchio e solo 2 nel più recente. Tale statistica risente sicuramente dello stato in cui si trova attualmente l'archivio comunale, in cui non è stato possibile reperire alcun documento storico.

2.3.3. Gli eventi critici

I tre livelli di criticità precedentemente individuati, hanno permesso di riconoscere 15 eventi di piena a criticità elevata che hanno interessato i territori comunali di almeno tre comuni. I tre eventi individuati come primo livello di criticità (23-24 giugno 1951, 17-19 luglio 1987, 27-28 agosto 1996) hanno interessato almeno 10 corsi d'acqua all'interno del bacino del T. Pioverna ed hanno coinvolto fino a 7 comuni. Nel secondo livello di criticità si sono compresi 5 fenomeni alluvionali, uno avvenuto agli inizi dell' 800, uno nella seconda metà del '800 e tre nel ventennio scorso. Tutte hanno coinvolto un numero di territori comunali compreso tra 3 e 5 ed un numero di corsi d'acqua variabile da 5 a 7. Nell'ultimo livello critico si sono considerate le piene che hanno coinvolto tre comuni ed un numero di corsi d'acqua variabile tra 3 e 4: i sette eventi così individuati si sono verificati parte (3) tra il 1825 ed il 1886 ed i restanti 4 nella seconda metà del '900. Tutte le piene riconosciute come critiche hanno sempre coinvolto anche il corso del T. Pioverna. Ciò è indicativo sulla dinamica dei fenomeni che coinvolgono la Valsassina, caratterizzata da un'asta principale di dimensioni modeste, notevolmente influenzata dall'andamento dei propri tributari.

Le piene a più elevata criticità si sono verificate tutte in periodo estivo (giugno-agosto), quando la frequenza mensile degli eventi è effettivamente elevata (47%) e le precipitazioni medie mensili presentano anch'esse valori elevati, anche se non il massimo (Fig. 20). Tale considerazione andrebbe effettuata anche in relazione alle piogge brevi ed intense, che spesso provocano le piene della maggior parte dei tributari. Osservando la Fig. 21 si osserva infatti una maggiore correlazione tra la distribuzione mensile degli eventi di piena e quella dei massimi di piogge brevi ed intense (1 e 3 ore) registrate sempre alla stazione di Introbio per un arco temporale di circa 40 anni.

In particolare, l'evento del 14-15 luglio 1987 interessò praticamente l'intera Valsassina, dai territori comunali di Cremeno e Pasturo, fino a Bellano, con fenomeni diffusi di erosione spondale sia da parte dell'asta principale che dei tributari. Il secondo evento a maggiore criticità, quello del 26-27 agosto 1996, colpì invece la media Valsassina, tra gli abitati di Introbio e Taceno ed alcuni tributari di destra nei Comuni di Cremeno e Barzio. Il fenomeno alluvionale fu caratterizzato da sovralluvionamento dell'alveo dell'asta principale e dall'esondazione di alcuni tributari sia di destra che di sinistra a causa di notevole trasporto solido. Il T. Acquaduro, in quell'occasione, trasportò a valle circa 1372 m³ di materiale alluvionale.

Per questi due eventi di piena sarebbe interessante poter fare un confronto con la quantità di pioggia effettivamente caduta durante le circa 48 ore di durata del fenomeno. Purtroppo, la rete di misura pluviografica della valle è andata scemando nel tempo e, per gli ultimi 10 anni, sono disponibili soltanto le rilevazioni della

stazione di Bellano. Tali dati rispecchiano però una situazione marginale e decentrata rispetto al resto della valle e risentono in maniera decisa della presenza del lago.

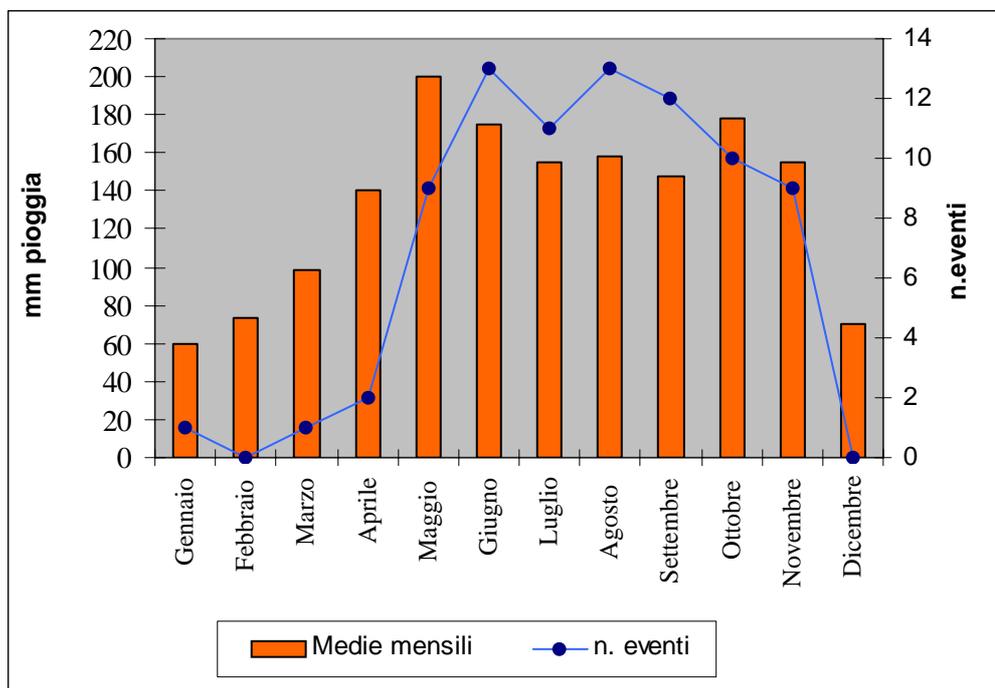


Fig. 20 - Confronto fra le precipitazioni medie mensili registrate al pluviografo di Introbio e la frequenza degli eventi di piena sul T. Pioverna e sui tributari.

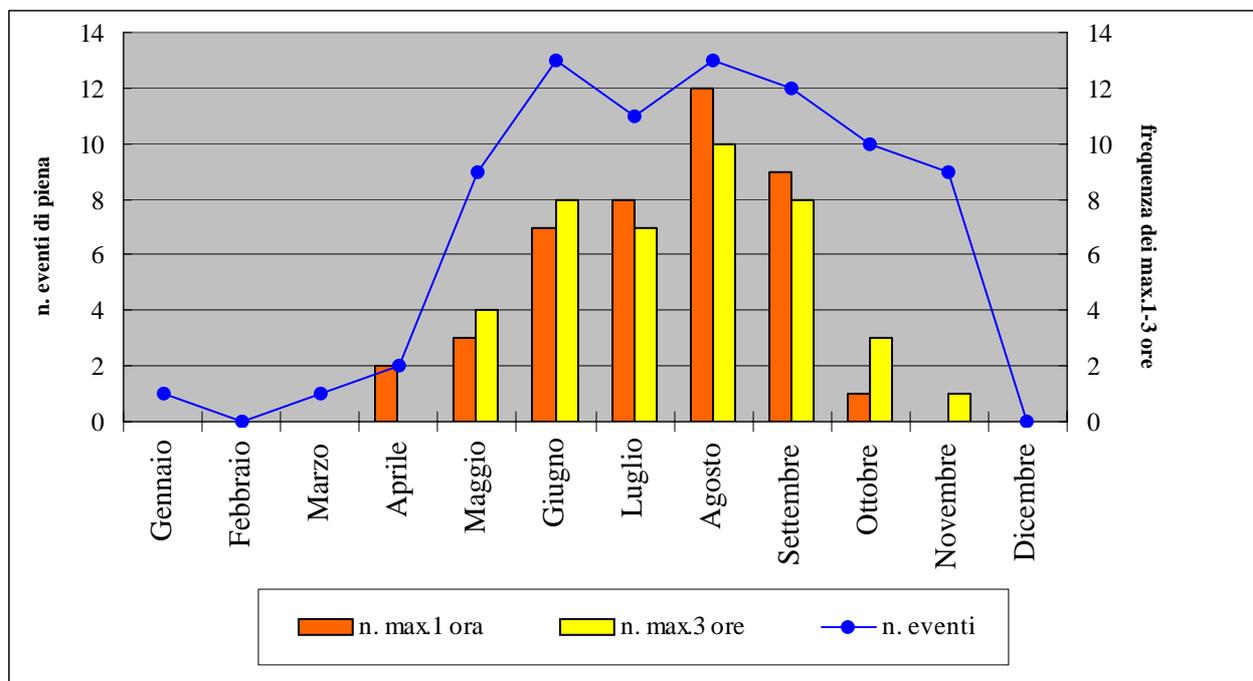


Fig. 21 - Confronto fra l'andamento mensile dei massimi di precipitazione a 1 e 3 ore registrati alla stazione di Introbio e la frequenza degli eventi di piena sul T. Pioverna e sui tributari.

3. LA VAL SERIANA

3.1. Inquadramento geografico

L'area di studio, ubicata nelle Alpi Orobie, costituisce la porzione più settentrionale dell'Alta Val Seriana, in provincia di Bergamo. E' compresa nel Foglio N. 18 Sondrio, 19 Tirano, 33 Bergamo e 34 Breno della Carta IGM alla scala 1:100.000.

Il bacino, di estensione pari a 265 km², confina a Nord con la Valtellina (provincia di Sondrio), ad Est con la Valle di Scalve e ad Ovest con la Val Brembana (Fig. 22).

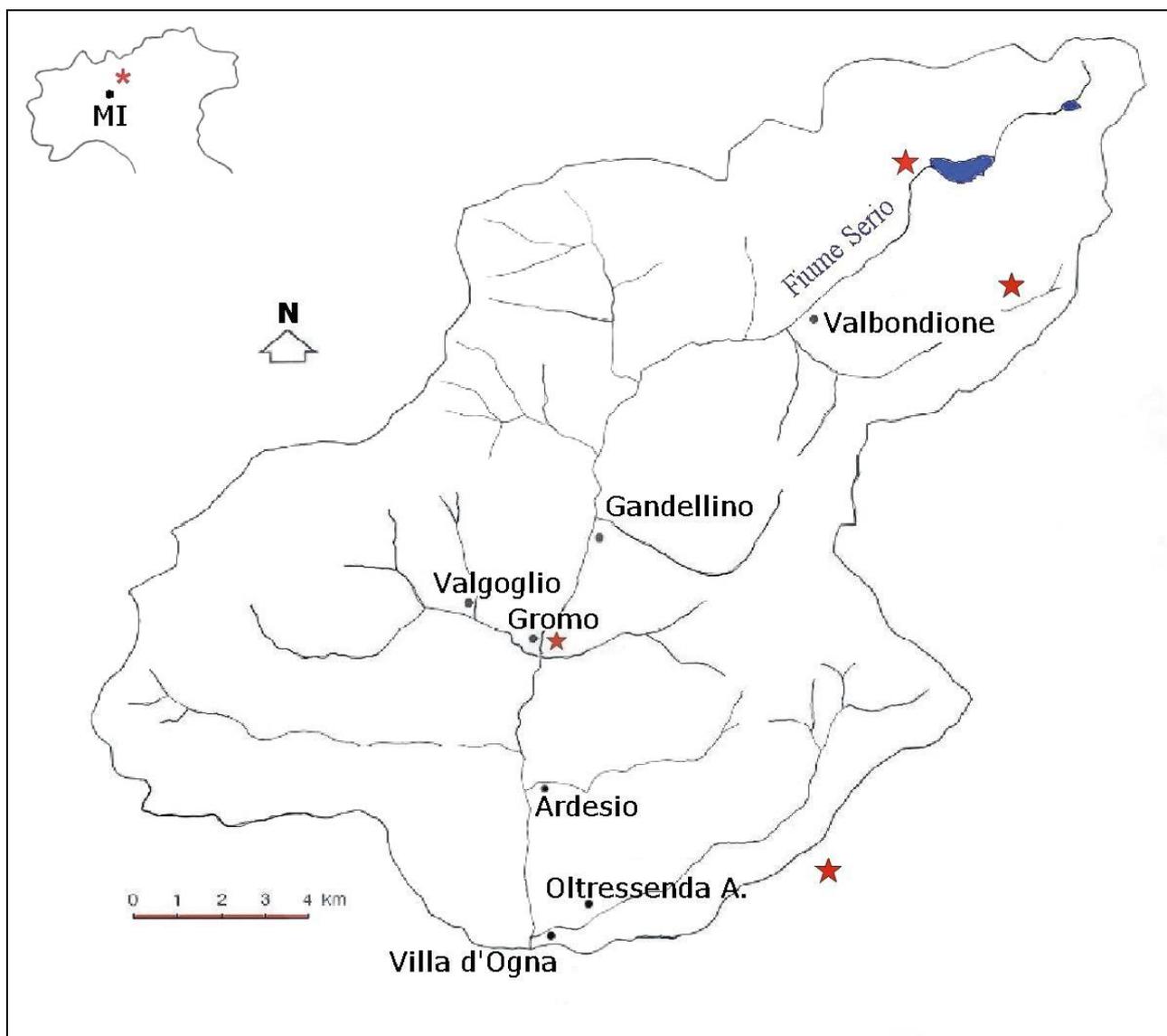


Fig. 22 - Inquadramento geografico dell'alto bacino del Fiume Serio con i comuni studiati. La stella indica l'ubicazione della stazione di misura delle precipitazioni.

Fra le creste montuose che coronano la vallata spiccano il Pizzo di Coca (3050 m), la vetta più alta della provincia, il Pizzo Redorta (3038 m), il Pizzo del

Diavolo della Malgina (2926 m) e il Monte Torena (2911 m), sulle cui pendici nasce il F. Serio.

I comuni presi in esame, da monte verso valle, sono: Valbondione, Gandellino, Gromo, Valgoglio, Ardesio, Oltressenda Alta e Villa d'Ogna.

3.2. Inquadramento geomorfologico

La Val Seriana è una valle di origine glaciale, caratterizzata dalla classica forma ad U, ben visibile in particolare dall'alto (Fig. 23).

Alla testata delle valli sono ubicati diversi circhi d'erosione glaciale, spesso occupati da laghi, come il Lago del Barbellino, il Lago di Coca o quello della Val Sanguigno.

Tuttavia spesso l'impronta morfologica è stata mascherata dall'azione modellatrice delle acque posteriormente al periodo glaciale. A scala minore si trovano rocce montonate, massi erratici e altre forme tipiche.

Conoidi di grandi e di piccole dimensioni raccordano i versanti con il fondovalle: alcuni di essi condizionano il corso del fiume (quelli dei torrenti Fiumenero, Grabiasca, Insera e Goglio), che spesso li incide formando delle scarpate.

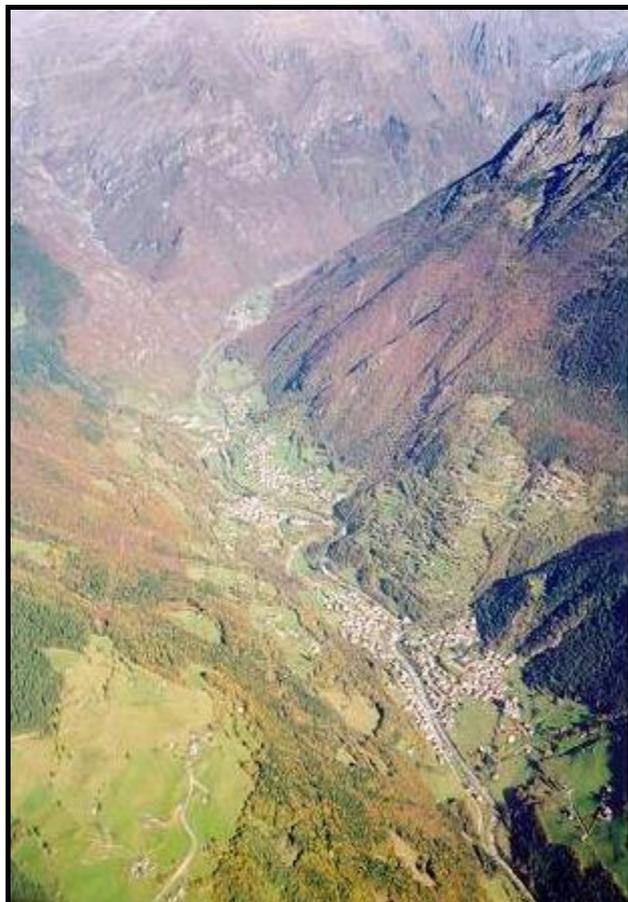


Fig. 23 - Alta Val Seriana: è riconoscibile la tipica forma ad U del fondovalle di chiara origine glaciale.

3.3. Idrografia e idrologia

La valle del Fiume Serio si sviluppa inizialmente con un orientamento N/NE-S/SO, che diventa N-S dopo circa una decina di chilometri, circa all'altezza dell'abitato di Grabiasca.

Il fondovalle, dalla quota di 960 m, presso località Pianlivere (comune di Valbondione), degrada fino ai 524 m in corrispondenza di Villa d'Ogna, con una pendenza media dell'1,85%.

L'analisi delle foto aeree del 1954 e del 1981 e delle diverse cartografie consultate ha consentito di osservare come il F. Serio, negli ultimi due secoli, abbia pressoché mantenuto il medesimo tracciato, senza notevoli variazioni. Anche l'analisi dei documenti storici non ha posto in evidenza migrazioni dell'alveo.

L'assenza di paleoalvei riduce i problemi legati all'occupazione antropica di

queste zone che vengono riattivate in caso di piene eccezionali. Tuttavia la mancanza di reti di deflusso relitte non permette una laminazione della piena che invece rimane convogliata in un solo canale.

Il F. Serio mantiene per tutto il tratto considerato un andamento prevalentemente unicursale, ma con spiccate caratteristiche torrentizie.

Una peculiarità del Serio è il cambio, spesso repentino, di velocità dell'acqua e della granulometria dei sedimenti depositi; ciò è dovuto a fattori naturali come i restringimenti d'alveo o lo sbocco in piana fluvioglaciale, ma anche a fattori antropici come le derivazioni d'acqua che vengono effettuate lungo il suo corso.

L'analisi della tendenza al deposito o all'erosione nei vari tratti d'alveo di F. Serio, porta a suddividere il suo corso in diverse parti nelle quali prevale prima l'uno e poi l'altro fenomeno. Depositi di materiale in alveo si trovano fino a località Dossi, presso il conoide di Fiumenero e a valle di Gromo S. Marino, dove si possono osservare numerose barre fluviali. Una notevole tendenza erosiva si osserva, invece, tra il Ponte Nuovo e il Ponte delle Seghe, dove il Serio scorre in roccia.

Per ciò che concerne i suoi tributari è importante sottolineare la loro violenta attività torrentizia, caratterizzata da forti processi erosionali nella parte alta e medio alta, e deposizionali nella zona terminale.

I fattori che determinano l'insorgenza di questi fenomeni sono essenzialmente di quattro tipi:

- il regime delle precipitazioni, caratterizzate da brevità, intensità e concentrazione;
- le ridotte dimensioni del bacino di alimentazione che comportano una risposta immediata agli apporti meteorici;
- la forte pendenza dei tributari con conseguenti brevi tempi di corrivazione;
- la predisposizione dei versanti nel produrre ingenti quantità di materiale solido.

Anche nel caso della Val Seriana, il drenaggio superficiale delle acque piovane attiva flussi idrici violenti e portate eccezionali negli impluvi ingombri di detriti rocciosi e detriti di falda al piede delle pareti più elevate, che vengono in parte fluitati lungo le ripidi superfici prative sottostanti fino a confluire nell'alveo ed essere condotti a valle.

D'altra parte questi valloni sono incisi per la maggior parte del loro sviluppo in banconi conglomeratici degli antichi detriti di falda cementati, facilmente soggetti ad un'erosione accentuata sia per l'azione del gelo-disgelo, sia per la dissoluzione delle acque superficiali.

L'aspetto più preoccupante di questo fenomeno, in questo tratto di vallata, è rappresentato dal sovralluvionamento dei tratti di alveo in corrispondenza degli abitati o dei sottopassi stradali. In occasione di eventi piovosi particolarmente violenti e concentrati possono essere sede di colate detritico-torrentizie che conducono a valle grandi quantità di materiale lapideo (Figg. 24 e 25).



Fig. 24 - Evidenti indizi di mobilitazione in massa di cospicui elementi detritici lungo l'alveo del T. Goglio presso il ponte di Colarete.



Fig. 25 - Grandi quantità di materiale detritico nell'alveo del T. Ré nell'attraversamento dell'abitato di Valgoglio.

3.3.1. Pluviometria

In alta Val Seriana, nel 1988, erano in funzione solo i pluviografi di Valmorta, Bondione e Clusone. Il numero di stazioni di rilevamento dei dati meteorologici è andato diminuendo nel tempo tanto che fino al 1950 c'erano ben 7 strumenti di misura (Fig. 26).

Prendendo in considerazione quattro stazioni con serie storiche sufficientemente lunghe (Valmorta, Lizzola Alta, Gromo e Clusone), si può notare come le piogge medie mensili siano caratterizzate da due massimi di precipitazione: nel mese di **maggio** (207,7 mm) e da **settembre** a **novembre**, con valori compresi tra 164 mm e 169 mm (Fig. 26).

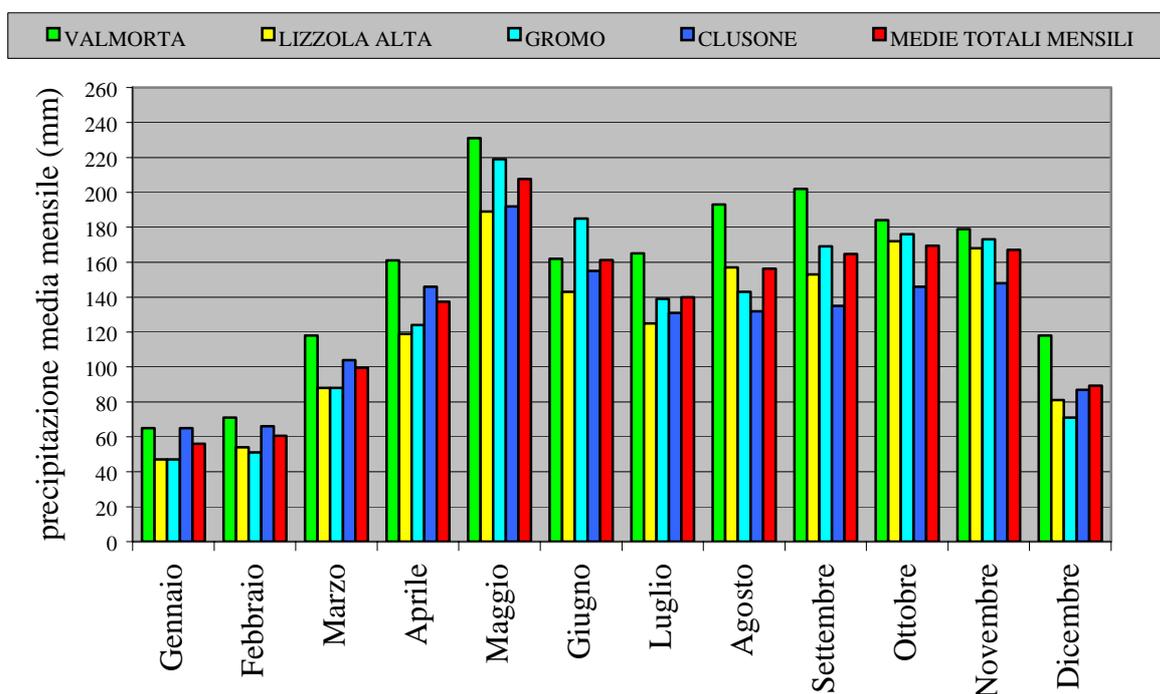


Fig. 26 - Precipitazioni medie mensili per 4 stazioni pluviometriche dell'Alta Val Seriana (Valmorta, Lizzola Alta, Gromo e Clusone).

3.3.2. Elenco generale degli eventi di piena

Unendo le tabelle analitiche relative ad ogni singolo territorio comunale è stato possibile ottenere un quadro generale cronologico di sintesi delle piene dell'intero bacino del T. Serio. Nella Tab. IV sono state riportate la data dell'evento, il corso d'acqua interessato e il comune coinvolto e la località colpita.

Nei casi in cui non si è riusciti a risalire alla data precisa di accadimento della piena è stato inserito solamente l'anno (es.: 1830), accompagnato dalla stagione (es.: autunno 1954).

Tab. IV - Elenco cronologico degli eventi di piena avvenuti in Val Seriana dal 1666 ad oggi, in base ai documenti storici reperiti. Sono indicati i corsi d'acqua coinvolti, i territori comunali interessati e le località colpite.

Data			Corso d'acqua	Comune	Località interessata
anno	mese	giorno			
1666	11	1	T. Goglio	Gromo	Contrada Goglio
1801	09	9	T. Regone	Gromo	?
1810	07		T. Goglio	Valgoglio	Ponte Brosso (T. Goglio)
1812	09		T. Goglio	Gromo	Ponte sul T. Goglio
1829	09		F. Serio	Gromo	S.P. di Gromo
				Valbondione	Bondione
1830			F. Serio	Villa d'Ogna	Ponte sul F. Serio
1831	09		T. Rino	Ardesio	Ponte sul T. Rino
1834	08	22-27	F. Serio	Villa d'Ogna	Ponte sul F. Serio
			T. Goglio	Valgoglio	Ponte sul T. Goglio
			T. Goglio	Gromo	Abitato di Gromo, Ponte sul T. Goglio
			T. Valle Tesolo, T. Acqualina	Ardesio	Cimitero Valcanale, Ponte sul T. Acqualina
1834	10	20	T. Goglio	Gromo	Ponte sul T. Goglio
1835	10	1	T. Goglio	Valgoglio	Ponte sul T. Goglio
1839	09	2	F. Serio	Villa d'Ogna	Ponte sul F. Serio
			T. Goglio	Gromo	Ponte sul T. Goglio
			T. Goglio, T. Ré	Valgoglio	Ponte Brosso (T. Goglio), Ponte sul T. Ré
			T. Grabiasca	Gandellino	Ponte sul T. Grabiasca
1839	11	9-10	T. di Bettuno	Gromo	Chiesa parr.
1845	08	2	F. Serio	Villa d'Ogna	Strada della Senda
1845	11		T. Rino	Ardesio	Ponte sul T. Rino
1849	07	15	T. Rino	Ardesio	Strada di Piazzolo-Ave
1851	10	2-3	T. Goglio	Gromo	Ponte sul T. Goglio
			T. Goglio	Valgoglio	Strada tra Colarete-Gromo, Ponte sul T. Goglio
1851	10	31	T. Goglio	Valgoglio	Ponte sul T. Goglio
1860	01	8	F. Serio	Ardesio	Ludrigno
1861	07	6	F. Serio	Gromo	Strada per Boario
			F. Serio	Valbondione	Bondione

			F. Serio	Ardesio	Strada della Cunella, Ponte di Ludrigno
			T. di Bettuno, T. Valle dei Mulini	Gromo	Chiesa parr., T. Valle dei Mulini
			T. Ogha	Villa d'Ogha	Ponte sul T. Ogha
1861	07	6	T. Rino	Ardesio	Ponte sul T. Rino, Strada di Piazzolo e Ave, Abitato di Ardesio
1864	08	20	T. di Bettuno	Gromo	Chiesa parr.
1870	06	8-9	F. Serio	Gandellino	Molino di Gandellino
1882	10	29	F. Serio	Ardesio	Strada della Cunella
1888	03		F. Serio	Gandellino	Strada Ponte di Bondo
				Gromo	Bettuno Basso
1896	10	21	T. Goglio	Valgoglio	Strada per Colarete
1902	autunno		T. Ogha	Oltressenda Alta	Oltressenda Alta
1908	09	12-14	F. Serio	Valbondione	Gavazzo
1917	11		T. di Bettuno	Gromo	Chiesa parr.
1920	09	25	T. di Bettuno	Gromo	Chiesa parr.
1921	08	20-21	T. di Bettuno	Gromo	Chiesa parr.
1923	04	21	T. di Bettuno	Gromo	Chiesa parr.
1926	05	16	F. Serio	Villa d'Ogha	Strada per Valbondione
				Ardesio	S.P. per Valbondione
				Gandellino	Casa Fiorina
1926	11	4	T. Inserra	Gandellino	Bondo e Legnaio
1927	09	24	F. Serio	Valbondione	Ponte di Grumetti, Bondione, Ponte di Bondione, Ponte di Dossi, Ponte di Fiumenero
				Gandellino	Ponte di Gandellino, Ponte di Bondo
1927	11	9-10	F. Serio, T. Regone	Gromo	Ponte di Pesa, Strada del Ponte della Pietra, S.P. n. 49 al km 42, Località Pranzera
			F. Serio	Gandellino	Ponte sul F. Serio, Gromo S.M.,
			F. Serio	Valbondione	Abitato di Bondione

			F. Serio	Villa d'Ogna	Argine destro della Festi Rasini, Centrale di Pirapola, Traversa di S. Alberto
			F. Serio	Ardesio	Ponte di Ludrigno
1930	autunno		T. Rino	Ardesio	Località Valmana
1931	03		T. Valle Piazzolo	Ardesio	Piazzolo
1937	09	19-22	F. Serio	Villa d'Ogna	Strada della Cunella
			F. Serio	Ardesio	Strada tra Ardesio e Ogna
1941	09		F. Serio	Gromo	Strada di Pesa
1951	11	7-12	T. V. Vendulo	Ardesio	Ludrigno
			F. Serio	Valbondione	Frazione Torre
1954	autunno		F. Serio	Villa d'Ogna	Passerella sul F. Serio
1957	06		T. Bondione	Valbondione	Lizzola Alta
1959	06	23-24	T. V. di S. Alberto	Villa d'Ogna	S. Alberto
1959	10	28	T. Bondione	Valbondione	Bondione
1960	09	19	F. Serio	Villa d'Ogna	S. Alberto
1965	09	2-3	F. Serio	Ardesio	Strada Piana
1966	11	4	F. Serio	Valbondione	Bondione
1968	09	15	T. Valle Pesel, T. Valle Sedornia	Gandellino	Abitato di Gandellino
			F. Serio	Ardesio	Strada Piana
1977	03	16	F. Serio	Ardesio	Strada della Cunella
1978	08	7-8	T. Bondione	Valbondione	Camping Valbondione
					Ponte sul T. Bondione
1979	09	24	F. Serio	Villa d'Ogna	Festi Rasini
1981	05	26	F. Serio	Villa d'Ogna	Argine sinistro presso Centrale ENEL
1986	08	23	T. V. al Colda	Gromo	Bettuno Alto
1987	07	18-19	F. Serio, T. Grabiasca, T. Valle Pesel	Gandellino	Centrale ENEL, Ponte della Pietra, Bondo e Legnaio, Corna, Campo sportivo di G. S.M., Cogno, Ristorante Trota, Ponte sul T. Grabiasca, Abitato di Gandellino
			F. Serio	Ardesio	Abitato di Ardesio
			F. Serio, T. Fiumenero, T. Bondione, T. V. della Foga, T. V. Antica	Valbondione	Abitato di Fiumenero, Piane di Lizzola, danni alle briglie

			T. Goglio, T. Ré	Valgoglio	Aviasco, abitato di Valgoglio
1988	09	2	T. Fiumenero	Valbondione	Abitato di Fiumenero
1988	10	4	T. Valle Pesel	Gandellino	Abitato di Gandellino
1993	10	5	F. Serio, T. Valle Sedornia, T. Valle Pesel	Gandellino	Abitato di Gandellino
				Villa d'Ogna	Abitato di Villa d'Ogna
1996	06	20-30	T. Ogna	Oltressenda Alta	Oltressenda Alta
1996	11	13-17	T. Ogna	Oltressenda Alta	Oltressenda Alta
			T. V. Bigarola	Ardesio	
			F. Serio, T. Valle Pesel, T. V. Ral del Mazza	Gandellino	Abitato di Gandellino, Frazione Foppi, Tezzi Alti, Bondo, strada per Puntisì
			F. Serio, T. Bondione, T. Val Grande	Valbondione	Abitato di Fiumenero, Camping Valbondione, Lizzola Alta
			T. Goglio, T. Valle Valzella, T. Ré, T. Regone	Valgoglio	Località Tre Stalle, Ponte di Via Mazzocca, Aviasco, Località Foppa
1997	06	26-30	F. Serio	Villa d'Ogna	Broseta, Passerella di S. Alberto
			T. Valle Pesel	Gandellino	Abitato di Gandellino
1999	09	25-26	T. Ré	Valgoglio	Abitato di Valgoglio
1999	10	23-24	F. Serio	Gandellino	Ca' degli Sucot

Dal 1801 ad oggi, sono stati raccolti documenti e testimonianze di danni provocati da **60 piene**: 20 (33,3%) hanno riguardato solo l'asta principale del F. Serio, 10 (16,7%) il F. Serio in concomitanza con i suoi tributari e le restanti 30 (50%) si sono manifestate esclusivamente lungo gli affluenti. In totale 25 sono stati i corsi d'acqua coinvolti almeno in un'occasione.

Fra questi il T. Goglio risulta essere l'affluente maggiormente soggetto a piene con 12 eventi, seguito dal T. di Bettuno con 7 (Tab. V).

Tab. V - Suddivisione per corsi d'acqua degli eventi di piena avvenuti nell'Alta Val Seriana dal 1801 ad oggi.

Corso d'acqua	n° piene
F. Serio	30
T. Goglio	12
T. di Bettuno	7
T. V. di Pesel	6
T. Rino, T. Bondione	5
T. Ogna, T. Ré	4
T. Regone	3
T. V. Sedornia, T. V. Tesolo, T. Fiumenero, T. Grabiasca	2
T. Piazzolo, T. Ral del Mazza, T. Valzella, T. Acqualina, T. Inserra, T. V. al Colda, T. V. Bigarola, T. V. Vendulo, T. V. Grande, T. V. Antica, T. V. dei Mulini, T. V. della Foga	1

Prendendo in considerazione il numero di territori comunali colpiti e di corsi d'acqua interessati, non quindi le vittime e i danni prodotti dalle piene, è possibile classificare i **60 eventi di piena** in differenti livelli di criticità.

1° LIVELLO DI CRITICITA'	2° LIVELLO DI CRITICITA'	3° LIVELLO DI CRITICITA'
6 luglio 1861 9-10 novembre 1927 18-19 luglio 1987 13-17 novembre 1996	22-27 agosto 1834 2 settembre 1839 15 settembre 1968 5 ottobre 1993	settembre 1829 Marzo 1888 16 maggio 1926 16-19 settembre 1937 7-12 novembre 1951 26-30 giugno 1997

3.3.3. Gli eventi critici

Un'analisi statistica sulla distribuzione mensile degli eventi, mette in evidenza che il mese di settembre è quello in cui si è manifestato il maggior numero di piene con danni (28,6%), seguito da ottobre (17,8%) e novembre (14,3%): tale suddivisione mostra chiaramente come l'autunno sia di gran lunga la stagione più ricca di eventi (Fig. 27). Non sono stati ritrovati documenti inerenti alluvioni nei mesi di febbraio e dicembre.

Dal grafico sull'analisi della distribuzione in periodi ventennali (Fig. 28), si osserva un discreto numero di segnalazioni tra il 1821 e il 1840, mentre il minor numero di eventi si ha nel ventennio 1801-1820 e nel periodo 1861-1900. In quest'ultimo secolo, il lasso di tempo compreso fra il 1921 e il 1940 ha fatto registrare un notevole aumento rispetto alla media dei periodi precedenti, seguito da una leggera decrescita fino al 1980. Negli ultimi vent'anni la frequenza è aumentata vistosamente (11 eventi in 19 anni), probabilmente condizionata dalla crescita della pressione antropica e dalla diffusa presenza dei mass media.

Il territorio comunale colpito con maggior frequenza è Gromo, con 19 eventi di piena negli ultimi due secoli, vale a dire circa un evento ogni 10 anni (Fig. 29). I comuni di Ardesio, Villa d'Ogna, Gandellino e Valbondione sono stati interessati almeno in 13 occasioni. Quello coinvolto il minor numero di volte è risultato essere Oltressenda Alta: tale fatto è giustificato sia dalla sua ubicazione idrografica (sulle rive del T. Ogna), sia dalla recente costituzione dell'Amministrazione comunale (1929).

In base ai dati storici reperiti, è possibile affermare che l'unico territorio comunale nel quale si sono manifestati eventi di piena con danni uniformemente distribuiti negli ultimi due secoli è quello di Gromo. Nel territorio di Valgoglio, invece, c'è stata una diminuzione dei fenomeni, passati da 7 a 3 eventi, mentre nelle rimanenti aree comunali si assiste ad una notevole crescita, che in taluni casi si è addirittura triplicata (Villa d'Ogna). Un ulteriore aumento degli eventi si registra nei comuni di Gandellino e Valbondione, ma tale crescita è stata condizionata nel primo caso dall'appartenenza ad un'altra amministrazione comunale (Gromo),

mentre nel secondo caso alla distruzione di parte dell'archivio a causa di un incendio avvenuto nel 1945.

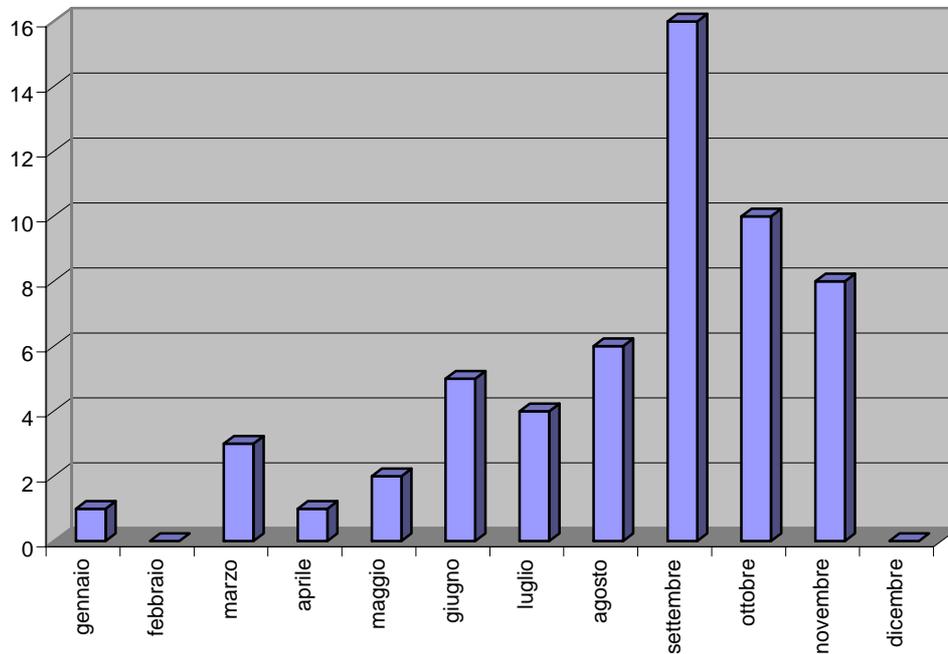


Fig. 27 – Distribuzione mensile delle 56 piene precisamente datate del F. Serio e/o dei suoi tributari dal 1801 ad oggi.

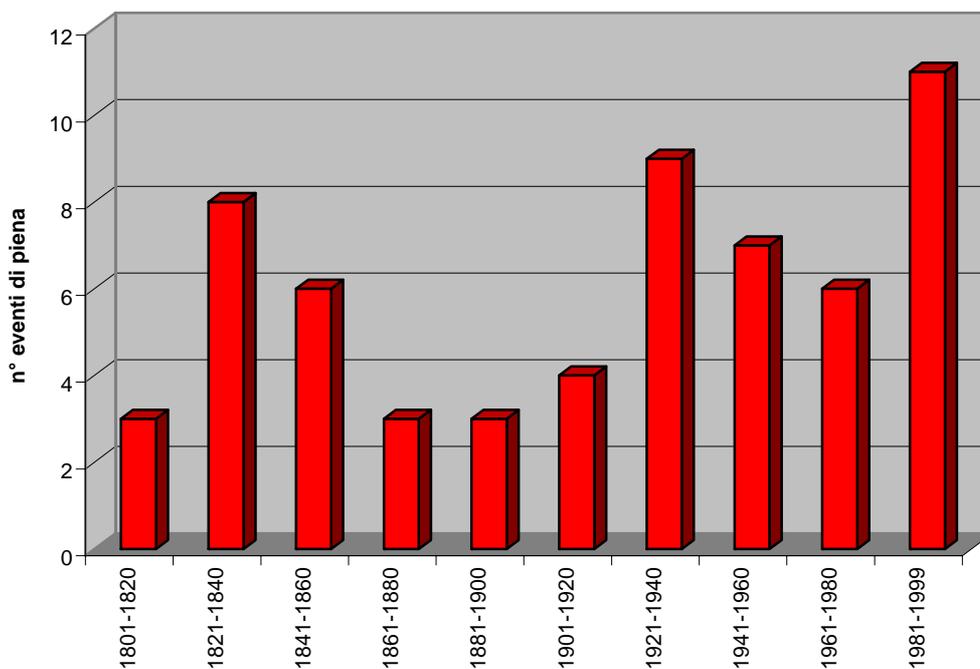


Fig. 28 – Distribuzione in periodi ventennali delle 60 piene del F. Serio e/o dei suoi tributari avvenute negli ultimi due secoli.

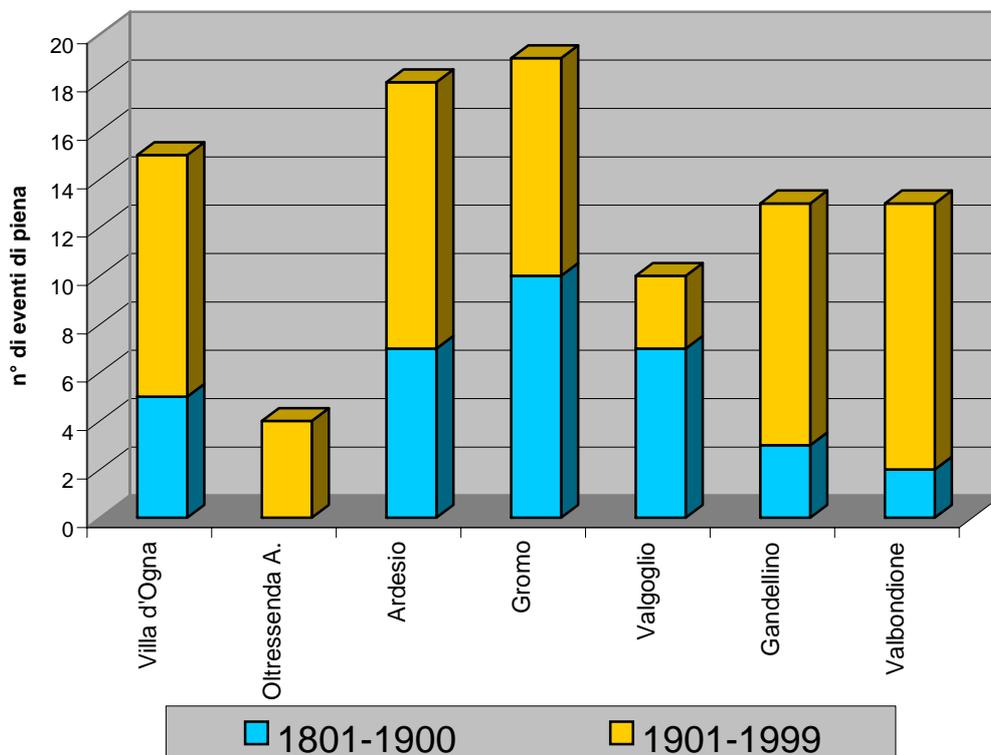


Fig. 29 – Territori comunali coinvolti dai 60 eventi di piena del F. Serio e/o dei suoi tributari avvenuti dal 1801 ad oggi, in base a documentazione storica.

Occorre sottolineare che, attraverso testimonianze raccolte da residenti, l'evento di piena del 23-24 ottobre 1999 ha raggiunto gli stessi livelli della piena del luglio 1987, pur non causando danni rilevanti nei territori comunali.

Nel grafico di Fig. 30 ai valori di precipitazione media mensile calcolati per la stazione baricentrica di Gromo è stato sovrapposto il numero di eventi di piena (58 casi) per i quali è nota la datazione precisa.

Il picco di eventi registrato in settembre non coincide con quello delle precipitazioni, registrato nel mese di maggio, durante il quale si contano solo 2 casi.

Si ottiene una buona corrispondenza, invece, tra gli eventi di ottobre e novembre e i rispettivi valori di precipitazioni medie mensili.

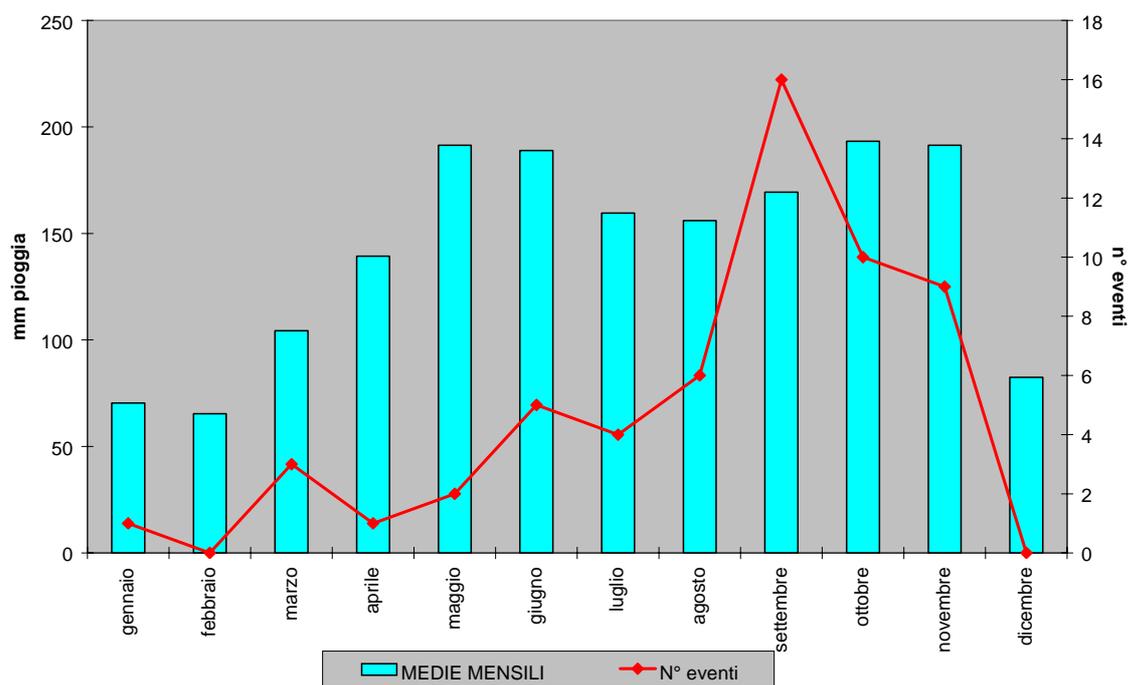


Fig. 30 - Istogramma delle precipitazioni medie mensili calcolate per la stazione di Gromo (1921-80), in relazione con il numero degli eventi di piena avvenuti in alta Val Seriana negli ultimi due secoli.

4. CONCLUSIONI

Gran parte delle considerazioni espresse nelle singole cartelle dei centri abitati e in molti documenti storici trascritti, circa le origini delle piene del Pioverna e del Serio e dei rispettivi tributari, rimangono a tutt'oggi valide nella sostanza, riproponendo tematiche purtroppo assai comuni.

La distribuzione delle segnalazioni appare in preoccupante aumento negli ultimi decenni. Tale incremento è certamente condizionato da alcuni fattori. Primo fra tutti l'aumento della pressione antropica, diffusa in tutte le vallate alpine, che ha sottratto spazi naturali ai corsi d'acqua a favore delle aree urbane, "costringendo" sia i corsi d'acqua di fondovalle, sia molti tributari, in anguste sezioni chiaramente insufficienti allo smaltimento di portate straordinarie. Poi l'incremento dei mass-media (in particolare TV e giornali locali) che cresce di pari passo con la sensibilità popolare per il dissesto del territorio. In ultimo luogo la perdita dei documenti antichi che non consente di avere una visione omogenea su un arco di due o più secoli.

Il tipo di ricerca effettuata, composta da una parte storica e una geomorfologica, è nata dall'esigenza, particolarmente sentita da Organi tecnici degli Enti pubblici preposti alla pianificazione territoriale, di poter disporre di una documentazione retrospettiva di base. Questa si sta dimostrando sempre più, anno dopo anno, studio dopo studio, fondamentale ai fini conoscitivi per una razionale e corretta gestione.

Tale ricerca ha tuttavia un limite. L'individuazione delle aree potenzialmente inondabili, infatti, ricostruita in base a dati del passato, deve necessariamente prevedere un'analisi di confronto con la situazione attuale del territorio, tenendo presente le trasformazioni da esso subite a causa degli interventi antropici (modificazioni plano-altimetriche dell'alveo per opere di sistemazione, di derivazione ed attività estrattiva; sopraelevazione e prolungamento di arginature; presenza di nuovi rilevati stradali e ferroviari; ampliamento degli insediamenti; differente destinazione dell'uso del suolo). La ricerca retrospettiva deve quindi essere "tarata", poiché, un po' come in tutti i campi, risulta difficile poter paragonare un evento alluvionale del XVIII secolo ad uno attuale.

Questa validazione, possibile con l'ausilio di modelli idraulici, sarebbe in grado di fornire le necessarie indicazioni per future pianificazioni urbanistiche.

Solamente da una visione dinamica e non più statica del territorio, basata su un'accurata conoscenza dei principali fattori che concorrono a modificarlo, può emergere un numero sufficientemente ampio d'informazioni per intervenire omogeneamente su un ambiente in continua e rapida evoluzione (Govi *et alii*, 1990).

Una conoscenza approfondita dei fenomeni pregressi consente, oltreché d'individuare e localizzare con miglior approssimazione le zone maggiormente esposte al pericolo d'inondazione e di frana, di precisare, per varie unità areali del territorio, gli intervalli di ricorrenza con cui di preferenza si sono manifestati i fenomeni.

Di fondamentale importanza risulta poter gestire queste numerosissime notizie tramite una banca-dati, collegata ovviamente ad un sistema geografico informatizzato (GIS). Ciò consente, in tempi brevi, di acquisire ogni tipo di notizia memorizzata e di poterla georeferenziare. E a tal riguardo preme sottolineare la

mancanza, a tutt'oggi, di una base cartografica di dettaglio aggiornata e possibilmente priva di errori: è sufficiente affiancare due cartografie anche recenti, per poter osservare discordanze talvolta molto evidenti: toponimi erroneamente trascritti, corsi d'acqua che scompaiono nel nulla, quote altimetriche sul fondo valle talvolta diverse anche di alcuni metri.

Infine, fondamentale appare la raccolta di tutti i dati sulla tipologia e distribuzione degli interventi di consolidamento succedutisi nel tempo, documentazione oggi dispersa negli Archivi di Uffici tecnici di svariate Amministrazioni. Affinché si possano raccogliere numerosi dati è però necessario che gli Enti preposti alla gestione del territorio mettano a disposizione della comunità tutte le conoscenze disponibili, utili per i progetti di pianificazione territoriale.

5. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1987) – *Atti del Convegno sul Tema: "Geologia Lariana"*. Varenna, 1-5 aprile 1986. A cura di Gaetani M. & Piccio A.. Mem. Soc. Geol. It., vol. XXXII-1986, 284 pp.+2 tavv.
- AA.VV. (1998) – *Atti del Convegno "Il dissesto idrogeologico nella provincia di Lecco"*. Varenna, 22 settembre 1998. Pubbl. a cura dell'Ass. Prot. Civile e dell'Ass. LL.PP. della provincia di Lecco, 75 pp.
- ANSELMO V. (1985) – *Massime portate osservate o indirettamente valutate nei corsi d'acqua subalpini*. Atti e Rassegna tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, p. 245-275.
- ARRIGONI G. (1840) – *Notizie storiche della Valsassina e delle terre limitrofe dalla più remota età fino all'anno 1844. Appendice dal 1844 in avanti*. Milano, Ed. Pirola, 87 pp.
- ARRIGONI G. (1889) – *Notizie storiche della Valsassina e delle terre limitrofe dalla più remota fino alla presente età*. Lecco.
- BAIO F. & BONALUMI G. (1993) – *Studio geologico tecnico del territorio del Comune di Cortenova a supporto del piano regolatore generale*. Amministrazione Comunale di Cortenova, 52 pp.+ 4 tavv.
- BARETTA G.P. (1980) – *Problemi idrogeologici delle Prealpi Lombarde: la Valsassina meridionale*. Le Strade, Milano, anno 82, n. 1191, p. 325-346.
- BARLA G., BARBERO M. & MORTARA G. (1998) - *Previsione e prevenzione degli interventi franosi a grande rischio*. Atti 7° Ciclo di Conferenze di Meccanica e Ingegneria delle Rocce "Il ruolo della meccanica e dell'Ingegneria delle rocce nella protezione del territorio e dell'ambiente. Torino, 25-26 novembre 1998 (in stampa).
- BENDOTTI P., BURLINI L., FRANCANI V., SAIBENE L. & ZAPPONE A. (1988) – *Studio idrogeologico delle esondazioni dei Fiumi Adda, Brembo e Serio*. Istituto di Vie e Trasporti del Politecnico di Milano, 21 pp.
- BRASI P.A. (1823) – *Memoria storica intorno alla Valle Seriana superiore*. Ed. Rovetta, p. 56-57.
- CALVI D. (1677) – *Effemeride sacro-profana di quanto di memorabile sua successo in Bergamo*. Milano, vol. III p. 254-257. Ristampa anastatica, Ed. Forni 1974.
- CARIMATI R., DELLA TORRE P., FRANCANI V., MACCHI C. & SCESI L. (1978) – *Il bacino del Torrente Pioverna: studio idrogeologico*. Istituto di Vie e Trasporti del Politecnico di Milano, Raccolte Ricerche Sovvenzionate, N. 9.
- CARONI E., MARAGA F. & TURITTO O. (1990) - *La delimitazione di aree soggette a rischio di inondazione: un approccio multidisciplinare*. Atti del XXII Convegno di Idraulica e costruzioni idrauliche. Cosenza, 4-7 ottobre 1990, Vol. III, p. 9-21.
- CHARDON M. (1974) – *La moyenne Valle du Serio: etude geomorphologique*. Mediterranee, n.2, p. 43-62.
- DELLA TORRE P. & SCESI L. (1978) – *Studio idrogeologico di un torrente montano. Torrente Pioverna-Valsassina*. Le Strade, 2, p. 135-143.
- DESIO A. (1922) – *Sopra uno studio naturalistico inedito di Domenico Vandelli (1735-1816) SUL Lago di Como e sulla Valsassina*. L'Universo, anno III, n. 9, p. 607-615.

- DESIO A. (1945) – Appunti ed osservazioni sul Glaciale della Valle Seriana e della Valle Cavallina (Bergamo). Ist. Geologia, Paleontologia e Geografia Fisica dell'Università di Milano, Serie G, pubbl. n. 34, 16 pp.
- GAGGIOTTI C. (1949) – *Monti, paesi e storie della Valsassina – Alta Valle del Lambro*. Ape, Milano-Padova.
- GATTI G., MOIRAGHI M., POLES I. & ROSSETTI R. (1978) – *La stabilità del territorio del comune di Bellano. Indagine territoriale geologica e geotecnica*. Milano. Parte I e II, 158 pp.
- GHIRARDELLI A. (1666) – *Ragguaglio del gravissimo turbine scoppiato il primo di Novembre 1666 nei contorni di Gromo Val Seriana Superiore*. Ed. Rossi, Bergamo, 3 pp.
- GIANONCELLI M. (1975) – *Como e la sua convalle. Indagine storica sull'origine ed evoluzione urbanistica dei borghi e corpi santi di Como*. New Press, Como, 126 pp.
- GOVI M. (1979) - *L'assetto geomorfologico nella valutazione dei rischi connessi ad eventi idrologici estremi*. Atti del Seminario su "La Pianificazione di Bacino", Genova, luglio 1979, Univ. di Genova, Ist. di Idraulica, p. 5-39.
- GOVI M. (1985) - *Processi di instabilità nei bacini montani: problemi di riconoscimento e di previsione*. In: Politecnico di Milano, Ist. di Idraulica e costruzioni idrauliche, "I piani di bacino, programma di istruzione permanente", 12-16 ottobre 1981, p.231-252.
- GOVI M., MORTARA G. & SORZANA P.F. (1985) - *Eventi idrologici e frane*. Geologia Applicata e Idrogeologia, vol. 20, parte 2, p. 359-375.
- GOVI M., SERVA L. & TURITTO O. (1990) - *La conoscenza delle piene storiche nelle valutazioni di sicurezza e di protezione del territorio*. Sicurezza e Protezione, anno 8, n.23-24, p.12-23.
- GOVI M. & TURITTO O. (1993) - *Problemi di definizione delle fasce di pertinenza fluviale*. CNR-IRPI, Torino, Rapporto interno R.T. 93/2, 5 pp.
- GOVI M. & TURITTO O. (1994) - *Problemi di riconoscimento delle fasce di pertinenza fluviale*. Atti del IV Convegno internazionale di geoingegneria "Difesa e valorizzazione del suolo e degli acquiferi", Torino, 10-11 marzo 1994, Associazione Mineraria Subalpina, p. 161-172.
- LUINO F., TETAMO G., BELLONI A. & PADOVAN N. (1999) – *Individuazione delle zone potenzialmente inondabili dal punto di vista storico e geomorfologico ai fini urbanistici: il Torrente Staffora*. IReR Milano & IRPI Torino, Workshop, Milano 8 aprile 1999, 56 pp.
- MAIRONI DA PONTE G. (1803) – *Osservazioni sul Dipartimento sul Serio*. Ed. Forni, ristampa anastatica, 275 pp.
- MAIRONI DA PONTE G. (1820) – *Dizionario odeporario o sia storico-politico-naturale della provincia bergamasca*. Vol. II, Tip. Mazzoleni.
- MONTI S. (1900) – *Inondazioni del Lago di Como dal 1431 al 1765, e provvedimenti presi per porvi riparo*. Periodico della Società Storica Comense, Como, vol. 13, p. 128-172.
- ORLANDI A. (1995) – *Memorie di Pasturo e Bajedo in Valsassina*. Amministrazione Comunale di Pasturo, 371 pp.

- PULSELLI U. (1968) – *Elaborazione dei dati idrologici dei bacini del Sarca-Garda, del Chiese, del Brembo e del Serio*. L'Energia Elettrica, rivista mensile, N. 5, vol. XLV, 25 pp.
- RATTI G. & VECCHIATI C. (1985) – *Gromo*. Tip. Ferrari. Gromo, Pro Loco, Clusone, 95 pp.
- SANTOIANNI F. (1996) – *Rischio e vulnerabilità. Disastri e territorio*. Ed. CUEN, Napoli, 103 pp.
- TROPEANO D. (1989) - *Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida. Studio retrospettivo*. Ass. Mineraria Subalpina, Quaderni di studi e documentazione, n. 10, 155 pp.
- TROPEANO D., GOVI M., MORTARA G., TURITTO O., SORZANA P., NEGRINI G. & ARATTANO M. (1999) - *Eventi alluvionali e frane nell'Italia Settentrionale. Periodo 1975-1981*. N. pubbl. GNDCl: 1927; 279 pp e 4 tavv. allegate.
- TURITTO O., MARAGA F. & LUINO F. (1995) - *Impatto sulle infrastrutture viarie prodotto da piene con inondazione*. Atti 1° Convegno Nazionale di Geologia Applicata, Giardini Naxos 11-15 giugno 1995, p. 77-90. N. pubbl. GNDCl: 1390.
- VASENTINI C. (1890) – *Sulla piena del Fiume Adda e del lago di Como avvenuta nel settembre 1888 e sui provvedimenti da prendersi*. Ed. Saldini, Milano.