



Internationales Symposion INTERPRAEVENT 2004 – RIVA / TRIENT

GLI EVENTI ALLUVIONALI DEL NOVEMBRE 2002 IN LOMBARDIA

THE LANDSLIDE FLOODING EVENTS OF NOVEMBER 2002 IN LOMBARDIA

Lodovica Bailo¹, Alessandro Cagnoni¹, Giovanni Cantone¹, Massimo Carelli¹, Caterina Cazzaniga¹, Massimo Ceriani¹, Dario Fossati¹, Francesco Pozza¹, Raffaella Ratti¹, Enrico Sciesa¹

RIASSUNTO – Tra il mese di novembre e l'inizio di dicembre 2002, il territorio lombardo è stato interessato da prolungate ed intense precipitazioni che hanno innescato numerosi dissesti e frane. L'emergenza maltempo ha interessato tutte le province ed in particolare quelle di Lecco e di Bergamo dove si sono avuti notevoli disagi non solo per l'interruzione di importanti vie di comunicazione, ma anche per la distruzione di abitazioni ed edifici industriali. L'innesco di una colata detritica ha coinvolto un'autovettura che transitava sulla viabilità comunale di Ponte di Valtellina (SO) causando due vittime.

Le piogge si sono verificate nel periodo 12-29 novembre provocando l'innesco di frane differenziate in due eventi successivi: il primo si è concentrato nella zona orobica della provincia di Bergamo e della bassa Valtellina, mentre il secondo ha colpito prevalentemente la provincia di Lecco e di Bergamo.

Parole chiave: alluvione, frane, pioggia

ABSTRACT – Among november and early in december 2002, the lombardian land has been dhit by extended and intensive rainfall that have triggered many landslides. The bad weather phenomenon have interested all Lombardy provinces, but particularly Lecco and Bergamo where considerable troubles happened not only for the interruption of major communication routes, but also for the destruction of homes and industries. A debris flow have involved a car that going on the municipal road of Ponte di Valtellina (SO) caused two victims.

The rainfall happened at the 12th-29th November triggering landslides in two different events: the first in the Bergamo and lower Valtellina, orobic area, the second mostly in Lecco e Bergamo provinces.

Key words: flood, landslides, rainfall

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni il territorio del Nord-Italia è stato colpito con cadenza pressoché annuale da eventi alluvionali.

Gli studi e le analisi condotte negli ultimi anni dimostrano che le temperature medie dell'ultimo decennio sono le più alte mai registrate (il ritiro dei ghiacciai alpini e la

¹ Regione Lombardia – D.G. Territorio e Urbanistica – Struttura Rischi Idrogeologici e Sismici, Via Sasseti 32/2, Milano, Italy (Tel.: +39.0267655209; Fax: +39.0267657251)

diminuzione delle precipitazioni nevose ne sono una diretta conseguenza) e si assiste ad una progressiva estremizzazione dei fenomeni idrologici: a parità di precipitazioni medie annue abbiamo eventi più intensi e più frequenti:

- luglio e agosto 1987: Valtellina, Valbrenbana e Valcamonica, con le grandi frane di Val Pola, Val Torreggio, Val Savio e della Val Gerù;
- giugno 1992: Valle dell'Olon e del torrente Arno;
- luglio 1992: Bormio e Valdidentro;
- settembre ed ottobre 1993: tutta la regione con piene storiche dei laghi di Como e Maggiore, con le grandi frane di Ponte Sesa-Bienno in Val Camonica e di Brenzeglio e Reggea nel comasco e le riattivazioni della frana del Torreggio in valmalenco e della Pruna in Val Tartano;
- novembre 1994: fiume Po (alluvione del Piemonte);
- settembre 1995: Valle dell'Olon e del torrente Arno;
- novembre 1996: frane in diverse aree della Lombardia alpina;
- giugno 1997: Valchiavenna e lago di Como;
- ottobre 2000: alluvione della Val d'Aosta e del Piemonte con piene storiche del Ticino, del Po e del lago Maggiore;
- novembre 2000: frane in tutta la Lombardia alpina, con le grandi frane di Collio Val Trompia, Pisogne in Valcamonica, Corna Piana e Tezzi in Val Seriana, frana della Gembresca e dell'acquedotto in Valfurva, Val Febraro in Valchiavenna e Frana del Bedoless nella bassa Valtellina;
- gennaio 2001: colate detritiche in alta Val Camonica - piove sulla neve fino a 1800 m
- maggio 2002: alto varesotto
- novembre 2002: tutta la regione con piene storiche del lago di Como, del fiume Adda sublacuale e del Seveso, con le grandi frane di Bindo-Cortenova in Valsassina, Camorone-Brembilla, Capizzone e Mazzoleni-Sant'Omobono in Valle Imagna.

LA SITUAZIONE METEOROLOGICA DI NOVEMBRE 2002

Dal punto di vista meteorologico il mese di novembre 2002 può essere distinto in due fasi. La prima ha colpito in particolare i territori della zona orobica della provincia di Bergamo e della bassa Valtellina, mentre la seconda ha colpito prevalentemente la provincia di Lecco e di Bergamo.

La prima fase: 12-22 novembre 2002. La depressione "Sylvia".

Il 12 novembre, precipitazioni diffuse da deboli a moderate cominciano ad interessare il territorio lombardo intensificandosi progressivamente il 13 e 14 novembre. Le temperature sono particolarmente miti per il periodo, con lo zero termico attorno ai 2500 metri.

Il 15 novembre 2002 l'avvezione calda raggiunge il nord Italia, provocando sia nei valori minimi che massimi incrementi di 5°- 6° C rispetto al giorno precedente. Le precipitazioni sono ancora moderate e diffuse, localmente forti su Alpi e Prealpi, con notevoli quantità di sabbia di origine sahariana che caratterizzerà le precipitazioni fino al giorno 16. Su tutto l'arco alpino e prealpino lombardo gli accumuli nevosi al di sopra dei 2000 metri arrivano fino a 2-3 metri, come ad esempio in Val Chiavenna.

La disposizione delle correnti in quota da sud è tale da creare un potente effetto di sbarramento (effetto stau) contro la catena alpina e prealpina. Le precipitazioni infatti in questi luoghi si registrano ancora copiose. A Barzio (LC) nelle 24 ore, 124 mm di pioggia. Le località di pianura risentono meno dell'evento ed infatti registrano precipitazioni modeste. Il

17 novembre la depressione Sylvia è ormai in fase di colmamento sia al suolo che in quota. L'avvezione calda si ritira dal nord Italia e le precipitazioni diminuiscono d'intensità su tutta la regione proseguendo comunque su vaste zone delle Prealpi e dell'arco alpino.

La seconda fase: 23-27 novembre 2002. La depressione "Xara".

La maggior parte dei fiumi della Lombardia raggiunge i livelli di guardia ed i laghi sono sotto osservazione. Il 24 novembre le correnti in quota iniziano a disporsi da SW ed ad intensificarsi investendo in particolar modo la Lombardia occidentale. Iniziano le prime deboli precipitazioni che con il passare del tempo aumentano d'intensità. Si prepara intanto una nuova avvezione calda dal Nord Africa: aria calda ed umida mediterranea sta risalendo verso nord, mentre aria fredda e secca scende dall'Atlantico puntando verso il Mediterraneo. Il 25 novembre 2002 la saccatura si sposta lentamente verso est anche a causa del blocco esercitato sia al suolo dall'anticiclone che in quota che si trova sull'Europa orientale.

Il 26 novembre si rivela il giorno più critico. La saccatura presente fin sull'entroterra algerino e con minimo sia in quota che al suolo nei pressi delle isole Baleari, si trasferisce ancora lentamente verso est a causa dell'azione di blocco esercitata dall'anticiclone posizionato sull'Europa orientale. Forti correnti da SW investono la parte orientale della Lombardia. E' ancora presente su gran parte d'Italia ed anche sulla Lombardia un'avvezione calda. Le precipitazioni continuano copiose e la maggior parte dei fiumi lombardi (Lambro, Seveso ed Adda comincia ad uscire dagli argini ed i principali laghi (Maggiore e di Como) nei giorni seguenti esonderanno. Le piogge risultano particolarmente abbondanti sulle Prealpi: a Introbio (LC) cadono 128,4 mm. Nei giorni successivi le piogge ancora diffuse diminuiscono d'intensità. Nelle tabelle 1 e 2 si riportano i dati pluviometrici relativi alle due fasi.

Tab. 1: Dati Pioggia (in mm) registrati tra il 13 e il 17 novembre in alcune stazioni della provincia di Sondrio (fonte Enel)

Tab. 1: Rainfall data (mm) between 13th and 17th november in Sondrio area.

DATA	Pescegallo	Sondrio	Pratillo	Pedesina	Trona	Inferno	Valgerola
13.11.2002							
14.11.2002	193	48.8	65.8	160	171	220	158
15.11.2002	156	62.4	63.6	140	159.6	160	158
16.11.2002	110	70.6	67.8	113	152.6	73	167.4
17.11.2002	5	8.4	7.2	3	13	13	
18.11.2002	68		25.6	48	63.2	52	
5 giorni	532			464	559.4	518	

Tab. 2: Dati Pioggia (in mm) registrati tra il 22 e il 27 novembre in alcune stazioni della provincia di Lecco (fonte Provincia di Lecco)

Tab. 2: Rainfall data (mm) between 22nd and 27th november in Lecco area.

DATA	Brivio	Carenno	Colle Brianza	Esino Lario	Galbiate	Introbio
22.11.2002	43.9	39.8	45.9	41.9	60.4	47.2
23.11.2002	4.4	3	3.5	3.4	2.4	3.6
24.11.2002	63.5	39.6	56.7	67.6	54.8	49.4
25.11.2002	57.6	62.8	54.5	114	67	91
26.11.2002	119.1	119.6	115.1	145.4	128.4	128.4
27.11.2002	18.2	19	16.4	17	1.4	29.6
5 giorni	306.7	283.8	292.1	389.3	314.4	349.2
Mese	516.3	426.6	519.3		583.6	770
Media	1400.0			1645.0	1450.0	1592.0

DESCRIZIONE E DISTRIBUZIONE DEI DISSESTI

Le precipitazioni particolarmente intense di novembre hanno innescato numerosi dissesti, concentrati per lo più in Valsassina, Brianza, Valtellina, Val Brembana e Valle Imagna.

Da un'analisi statistica delle tipologie di dissesto verificatesi (cfr. fig. 1 e 2), si può notare come le frane di scivolamento (37%) e le colate (30%) siano state le più frequenti. Nel caso del territorio di Albaredo S. Marco (SO), le colate hanno raggiunto una densità, per quanto riguarda il solo centro abitato, di 33 dissesti al Km². Gli eventi meteorici hanno inoltre provocato la riattivazione di alcuni corpi di paleofrana in Valsassina e nell'Alto Lario.

I crolli interessano una percentuale minima rispetto al totale del dissesti e per lo più sono rappresentati dalla caduta di singoli blocchi, che però risultano pericolosi quando interessano vie di comunicazione o abitazioni. I volumi interessati dai dissesti sono molto variabili: si passa da frane superficiali di piccole dimensioni che mobilitano volumi dell'ordine di max 1000 m³ fino ad arrivare alle grosse frane che interessano anche 1.000.000 m³ del "rock avalanche" di Cortenova.

Il territorio della provincia di Lecco, dove i valori cumulati delle piogge hanno sfiorato i 1.000 mm in 18 gg, è stato interessato da colate e scivolamenti nelle zone collinari di bassa quota della Brianza. Le situazioni decisamente più critiche si sono poi verificate in Valsassina e nella zona dell'Alto Lario orientale.

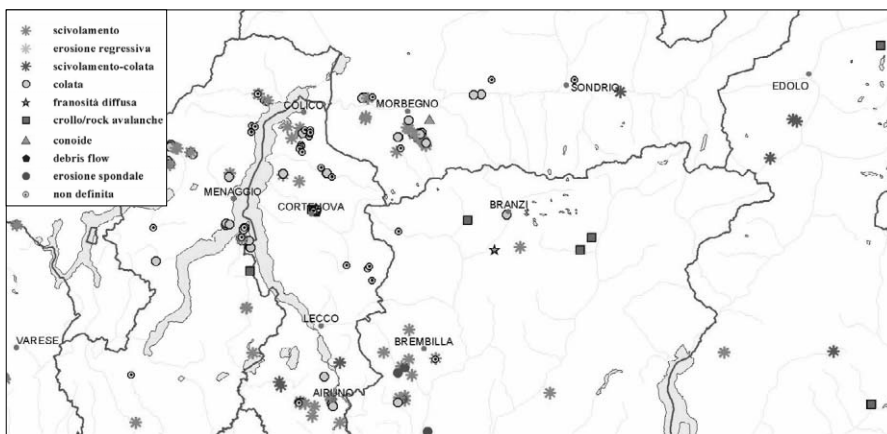


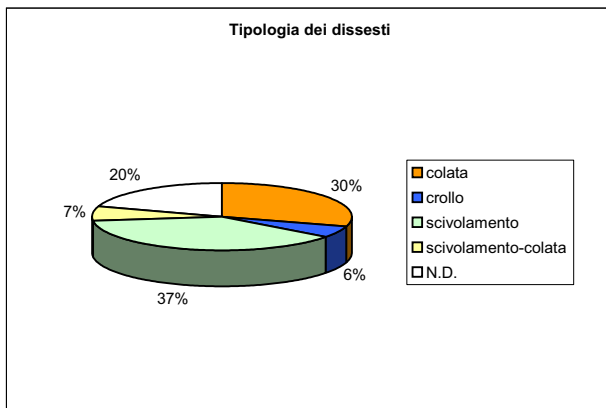
Fig. 1 Distribuzione dei dissesti principali verificatisi nell'evento 2002
Fig.1 Distribution of major landslides in event 2002

Anche in provincia di Bergamo i valori pluviometrici hanno raggiunto valori elevati e decisamente superiori alla media del periodo: le aree più colpite da fenomeni di dissesto sono state quelle della Val Brembana e della Valle Imagna. In particolare in Val Brembana, le precipitazioni del mese di novembre hanno raggiunto un valore pari a circa sei volte quello medio mensile.

I dissesti più importanti, tra cui quello che ha interessato parte dell'abitato di Brembilla, sono associabili a frane di scivolamento in depositi sciolti che spesso si sono evolute in colate detritico-fangose.

Fig. 2 Percentuali delle tipologie di frana dell'evento 2002

Fig. 2 Percentage of landslide typology in event 2002



LE FRANE DI ALBAREDO (SO)

Nelle giornate di sabato 16 e domenica 17 Novembre 2002 ventinove frane hanno interessato il territorio del comune di Albaredo per S. Marco in provincia di Sondrio (cfr Fig. 3 e 4).

Ventuno di queste hanno interessato direttamente il centro abitato, distaccandosi dal versante soprastante, a quote comprese tra i 1000 e i 1230 metri; le restanti hanno interessato la strada provinciale in più punti, dall'inizio del paese di Albaredo fino al dosso di Corte Grassa.

I dissesti sono costituiti principalmente da frane di scivolamento evolute in colate di fango e detriti. Si sono potute distinguere due zone in cui la tipologia di modalità di innesco delle frane si è differenziata, comunque da riferire a circolazione idrica profonda o sottosuperficiale.



Fig. 3: Landslides map in Albaredo per San Marco built-up area

Le frane situate nella parte nord-occidentale del centro abitato si sono sviluppate entro depositi di tipo glaciale costituiti da materiale misto, composto da ghiaia e blocchi rocciosi immersi in una matrice fine sabbioso-limosa. In questi casi il materiale mobilizzato lungo il versante ha spessori ridotti da poche decine di centimetri a 2 metri e le frane sono state innescate da infiltrazioni d'acqua in livelli sotto-superficiali. Una volta attivate, si sono trasformate in colate fangoso-detritiche che si sono incanalate nei vari impluvi intasando le opere di attraversamento lungo la strada provinciale; il materiale è quindi fuoriuscito sulla strada, danneggiando diverse abitazioni.

Le frane che si sono sviluppate nella parte sud-orientale del paese si sono invece attivate per circolazione d'acqua in profondità, in concomitanza di livelli sabbioso-ghiaiosi, al di sotto della spessa copertura di versante a granulometria fine limoso-argillosa; è possibile che tali livelli più grossolani corrispondano alla parte regolitica del basamento cristallino. Le frane in questione non hanno presentato fuoriuscite d'acqua prima dell'evento, ma hanno mostrato solo ingrossamenti al piede e apertura di fratture in nicchia, quindi la loro evoluzione è stata improvvisa e molto rapida.

Sono state evacuate le abitazioni che erano state interessate dagli eventi e quelle potenzialmente soggette a pericolo in caso di ulteriori precipitazioni per un totale di circa 50 persone.



Fig. 4: Colate detritico-fangose nel centro abitato di Albaredo S.Marco

Fig.4: Heartflow in Albaredo San Marco built-up area



LA FRANA DI CAMORONE IN COMUNE DI BREMBILLA (BG)

Si tratta di una grande frana di scivolamento in roccia (Argilliti di Riva di Solto) con evoluzione a colamento rapido, del volume complessivo di circa 2 milioni di metri cubi.

Dalle indagini effettuate sul posto è emerso che già 40 anni fa era stata notata la presenza di una frattura alla testata della frana, la quale si era riattivata anche nel novembre 2000.

Le prolungate precipitazioni del mese di novembre 2002, saturando completamente l'ammasso roccioso, ne hanno consentito il movimento dapprima lento (da alcuni millimetri a centimetri/ora) poi fino ad alcuni metri/ora, per un totale di 40-50 m, con la distruzione totale di una decina di abitazioni e lo sbarramento parziale del torrente Brembilla con formazione di un piccolo invaso (cfr Fig. 5).

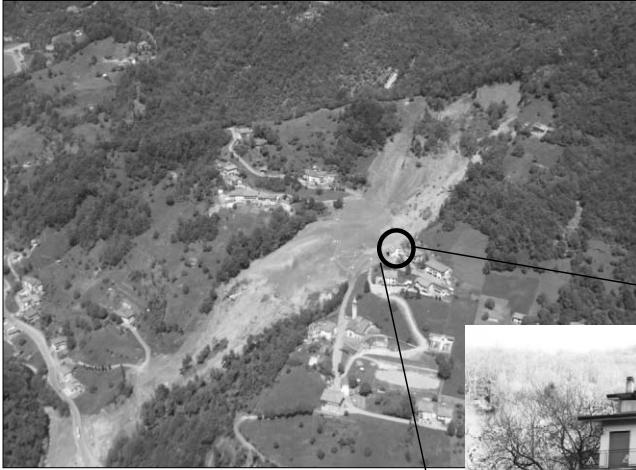


Fig 5: Panoramica sull'abitato di Camorone (Comune di Brembilla) e particolare sulle lesioni subite dagli edifici posti a margine del dissesto.
 Fig. 5: Panoramic picture of Camorone built-up area (Brembilla) and marginal building damages.

LE FRANE DI CORTENOVA (LC)

Le piogge cumulate del periodo 12-29 novembre hanno provocato la riattivazione parziale dell'accumulo di una paleofrana postglaciale costituito da un ammasso caotico di massi ciclopici di Verrucano Lombardo presente in destra idrografica del Torrente Pioverna. Lo scivolamento del tipo "rock avalanche", di volumetria complessiva di circa un milione di m³, ha raggiunto la strada provinciale invadendo parzialmente l'alveo del Torrente Pioverna, coinvolgendo 15 abitazioni e 3 edifici industriali. La frana si è innescata domenica 1 dicembre 2003 alle ore 4:30 circa; il giorno precedente, per motivi precauzionali, erano stati evacuati gli abitanti della frazione di Bindo, essendosi già manifestati movimenti franosi lungo il versante soprastante. In particolare, il giorno 30 novembre, all'interno del perimetro della frana principale, erano state osservate varie frane di scivolamento (alcune evolute in colate) nonché il progressivo intorbidamento delle venute d'acqua alla base del versante.

A poche centinaia di metri, sempre in località Bindo, tra il 27 e il 30 novembre si sono verificate una serie di frane di scivolamento evolute in colate detritiche, innescatesi in destra idrografica della Val Rossiga. Il materiale coinvolto dalle frane, di una volumetria di circa 100.000 – 150.000 m³, è andato ad interessare il conoide alluvionale di fondovalle. Il materiale, dopo aver ostruito il ponte del vecchio tracciato della strada provinciale, è tracimato sempre in sinistra idrografica interessando alcune abitazioni in fregio all'alveo giungendo infine alla confluenza del Torrente Pioverna.



Fig. 6: Foto aerea sulla frana di Bindo di Cortenova
Fig. 6: Aerial photo on Cortenova's rock avalanche



Fig. 7: Panoramica sul versante soprastante
l'abitato di Bindo rispettivamente nel giugno
2001 e 2003.
Fig. 7: Panoramic picture of side impeding on
Bindo built-up area, on June 2001 and 2003.

I DISSESTI IN BRIANZA

Il territorio della Brianza lecchese è stato particolarmente colpito da numerosi dissesti verificatisi in particolare nei giorni 26 e 27 novembre in concomitanza delle piogge più intense. La saturazione dei depositi superficiali ha innescato in corrispondenza delle scarpate dei terrazzi fluvio-glaciali scivolamenti e colate detritico-fangose con volumetrie medie dai 100 ai 1000 m³, con interessamento di numerose abitazioni e della viabilità locale e provinciale.

CONCLUSIONI

Gli effetti dei cambiamenti climatici, ben visibili nel panorama mondiale e dovuti sostanzialmente ad un aumento generalizzato delle temperature, iniziano a trovare riscontro anche in regione Lombardia:

- aumento delle temperature;
- aumento dell'intensità delle precipitazioni;
- aumento del contenuto di umidità dell'atmosfera;
- aumento della concentrazione dell'anidride carbonica e del metano nell'atmosfera (principali gas serra);
- aumento del materiale detritico trasportato dai corsi d'acqua (conseguente sia al ritiro dei ghiacciai che dell'aumento dell'intensità delle precipitazioni);
- aumento della frequenza di riattivazione di grandi frane alpine (negli ultimi 15 anni sul territorio lombardo si sono innescate o riattivate oltre 20 frane con volumi compresi fra 500 mila e 40 milioni di m³);

A questi fenomeni naturali si aggiungono fattori antropici quali:

- aumento della urbanizzazione e impermeabilizzazione del territorio (case, strade);
- aumento delle opere lungo i corsi d'acqua (argini, rilevati, scogliere).

Il semplice confronto con alcune serie storiche ben documentate di precipitazioni e temperature mette in evidenza quello che sta accadendo, suggerendo importanti riflessioni anche nel campo del governo del territorio e degli interventi di mitigazione del rischio idrogeologico.

E' pertanto ipotizzabile che nel corso dei prossimi eventi alluvionali assisteremo a fenomeni che incideranno profondamente sulla morfologia dei luoghi: la elevata probabilità che le precipitazioni siano a carattere liquido anche a quote molto elevate (zero termico a 3500-4000 m nel luglio-agosto 1987 e zero termico a 2000 – 2600 m nel novembre 2002) determineranno la rimobilizzazione di ingenti quantitativi di materiale detritico lasciato dal ritiro dei ghiacciai e dallo scioglimento del permafrost (terreno gelato); la pioggia sui ghiacciai aumenterà in durata e portata le dimensioni delle onde di piena con aumento delle capacità erosive e di trasporto dei corsi d'acqua.

Sulla base delle considerazioni sopra esposte, nei prossimi decenni gli scenari di maggior pericolosità idrogeologica riguarderanno i seguenti territori:

- livello di piena dei laghi alpini oltre i massimi storici conosciuti (Lago di Como, ma soprattutto Lago Maggiore con vastissimi territori rivieraschi allagati);
- esondazioni di vaste aree per rottura o superamento di argini dei fiumi di pianura (in particolare il Po) e dell'Adda sublacuale;
- riattivazione di grandi frane e paleofrane: la situazione più pericolosa prevedibile nel breve medio termine è relativa alla frana del Ruinon di Valfurva in alta Valtellina (SO);
- imponenti fenomeni di debris flow in aree d'alta montagna.