

Il monitoraggio delle colate detritiche

L. Marchi, S. Crema, V. Coviello
CNR IRPI

Monitoraggio per finalità di allertamento: la scelta è dettata dalla necessità di proteggere degli elementi a rischio.

Monitoraggio per finalità di studio:

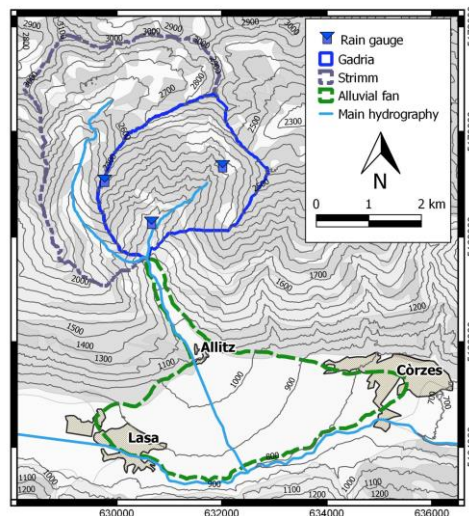
- misure post-evento in bacini non strumentati (l'evento sceglie il sito, noi ci adattiamo)
- misure in bacini attrezzati (scegliamo un sito conveniente) – criteri per la scelta del sito:
 - frequenza degli eventi;
 - relativa stabilità del canale;
 - logistica (accessibilità, disponibilità di energia elettrica).

MISURA DELLE PIOGGE (INNESCANTI E NO)

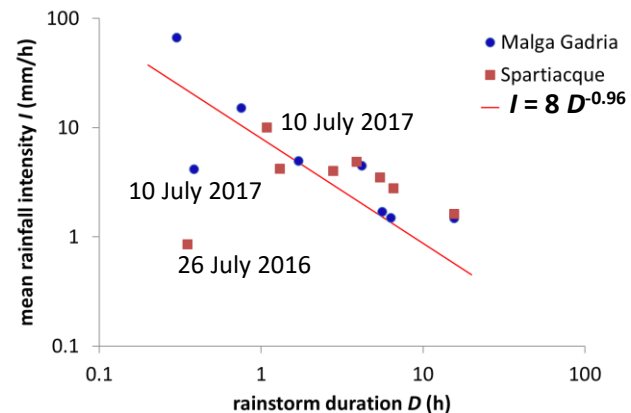


Le piogge, principale fattore d'innesco delle colate detritiche, devono essere misurate nei pressi delle zone d'inizio dei fenomeni, possibilmente utilizzando più pluviometri

- Distanze orizzontali e verticali fra i pluviografi
- Possibili forti gradienti spaziali di precipitazione
- Quali implicazioni per i sistemi di allertamento?
- Utilizzo del radar meteo?



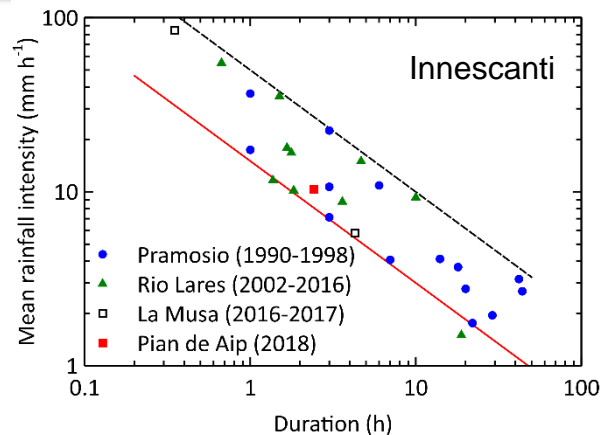
Rio Gadria (Bolzano)



MISURA DELLE PIOGGE (INNESCANTI E NO)



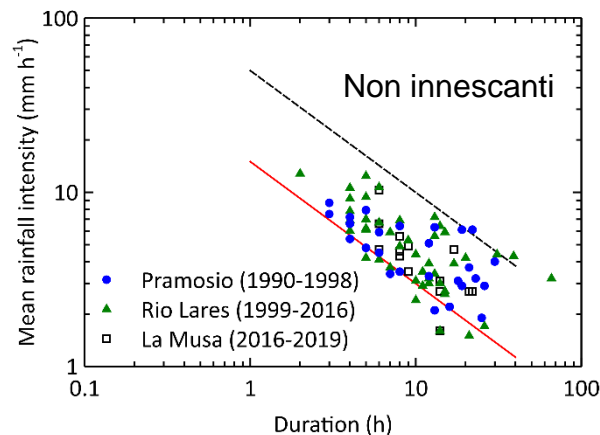
- Un campione di eventi di pioggia innesca ha permesso di definire una soglia pluviometrica critica per l'accadimento di colate detritiche.
- Questa soglia viene superata da numerosi eventi non innesca.
- Problemi nel confrontare le due popolazioni di eventi di precipitazione.
- Implicazioni per i sistemi di allertamento...



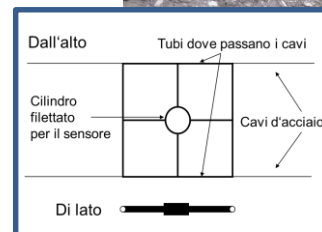
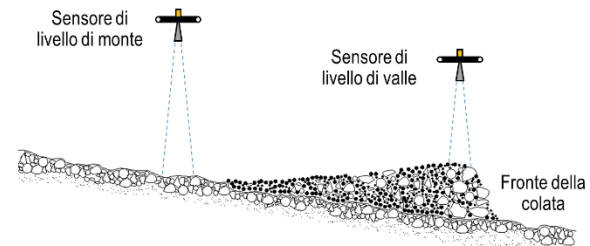
Torrente Moscardo
(Udine)

dati 1990-2019

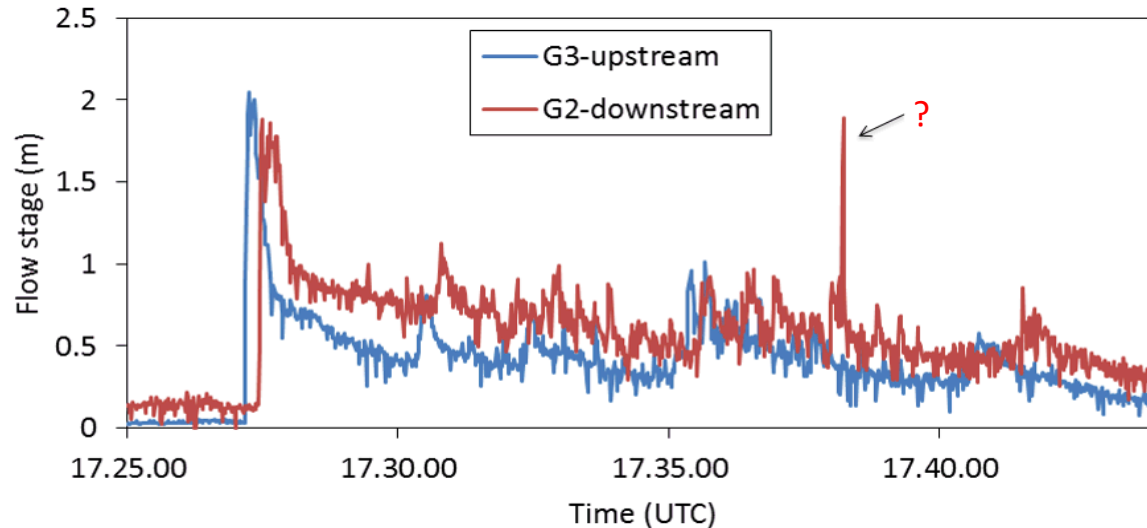
Marchi L. et al. (2021)
<https://doi.org/10.5194/nhess-21-87-2021>



- La misura in continuo dei livelli permette di rappresentare gli idrogrammi delle colate detritiche e consente di derivare altre variabili (velocità, portata, volume) di grande interesse per l'analisi quantitativa delle colate detritiche.
- I sensori di livello più spesso utilizzati sono sensori ad ultrasuoni e radar.
- Le forti variazioni di livello caratteristiche delle colate detritiche richiedono un'elevata frequenza nella registrazione dei dati (1 dato/s).

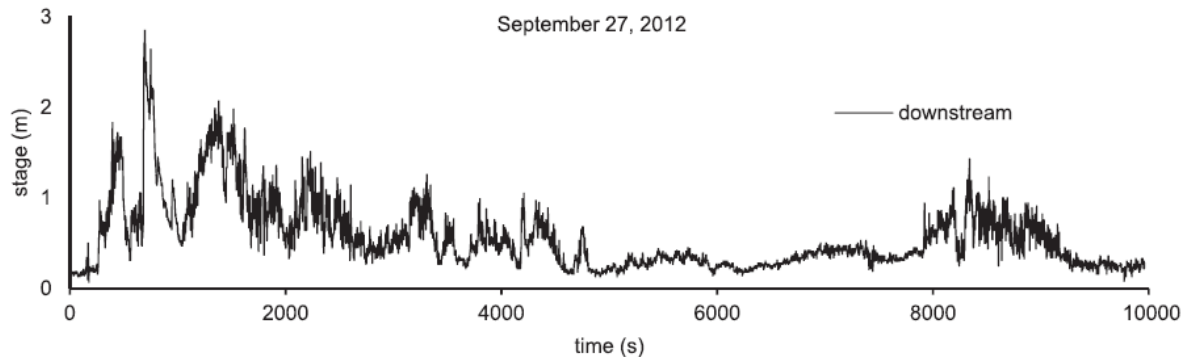
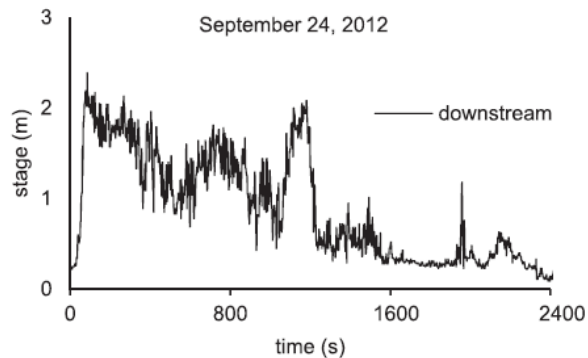
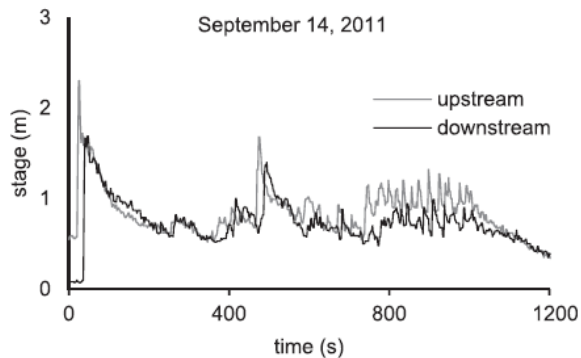


Dalla misura dei livelli all'analisi degli idrogrammi



Mean flow velocity of the peak (m s^{-1})	Mean flow velocity of the surge (cross-correlation) (m s^{-1})	Peak discharge ($\text{m}^3 \text{s}^{-1}$)	Volume (m^3)
5.7	5.0	80 – 90	10000

Comiti F. et al. (2014) DOI: 10.1007/s11069-014-1088-5

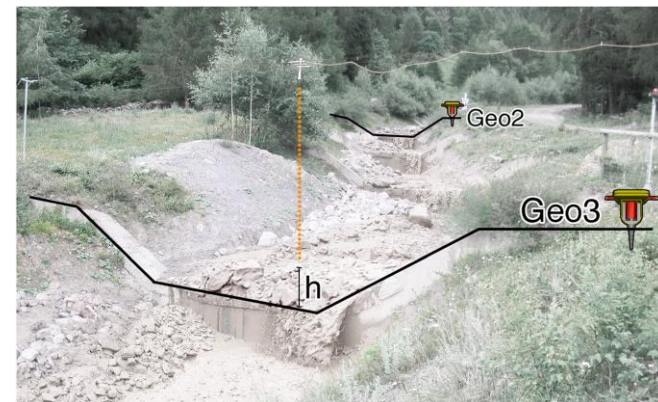


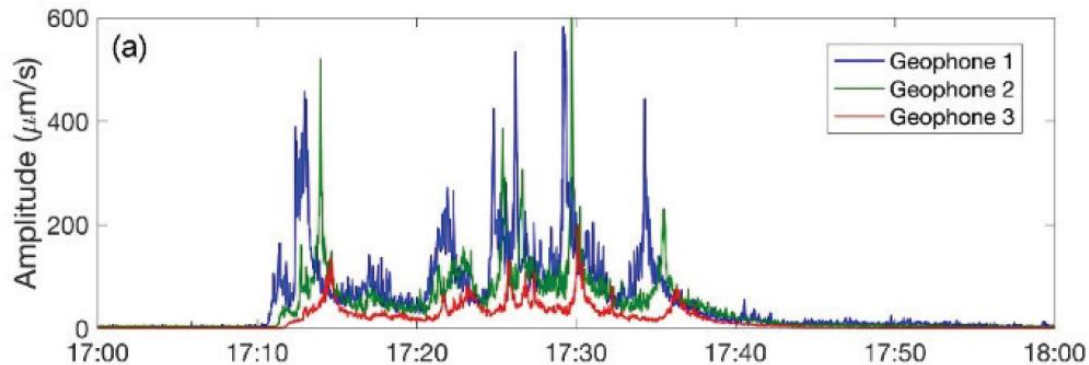
I geofoni sono trasduttori passivi che convertono in segnale elettrico la vibrazione del terreno provocata dalla colata. Il segnale elettrico (in Volt) prodotto da questi sensori viene campionato con un convertitore analogico/digitale e registrato da un apposito sistema di acquisizione.

- Si raccomanda una frequenza di campionamento di almeno 100 Hz.
- Geofoni mono-assiali di frequenza naturale 4.5 o 10 Hz sono adatti al rilevamento delle colate detritiche.

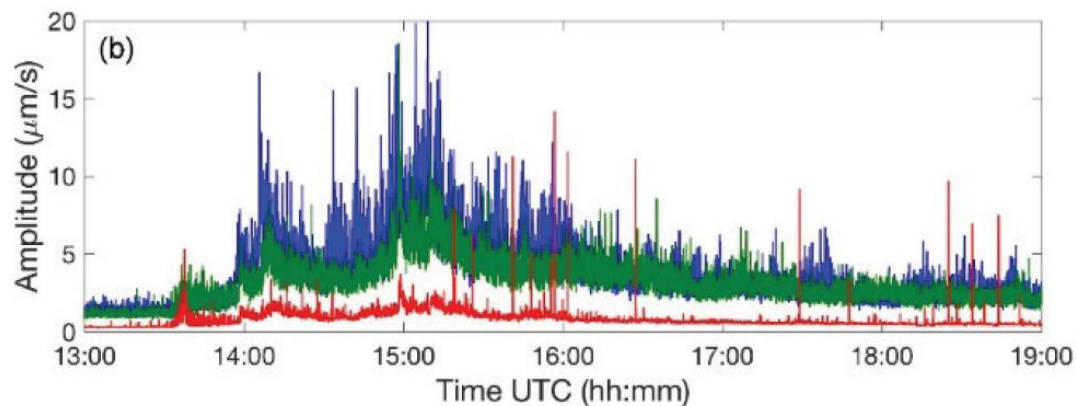
Vantaggi:

- Sensori economici
- Possibilità di installazione in posizioni sicure
- Rilevano la colata prima che si manifesti al sito d'installazione (maggior tempo di preannuncio)





Debris flow



Flood with
Bedload /
Debris flood

- Un dispositivo semplice: un cavo d'acciaio (diametro di 4 o 5 mm) teso attraverso il canale ad un'altezza dal fondo tale da intercettare la colata e collegato ad un interruttore on/off.
- Il passaggio della colata detritica provoca il tensionamento e lo strappo del cavo e l'attivazione dell'interruttore.
- Vantaggi: semplicità e robustezza.
- Svantaggi:
 - idonei per sistemi di allarme, non per finalità di studio;
 - necessità di riarmare dopo l'attivazione



Monitoraggio con finalità di studio: sono auspicabili un'elevata risoluzione ($\geq 720p$) ed un *frame rate* piuttosto elevato ($\geq 20fps$).

Fondamentali per riconoscimento e interpretazione dei processi:

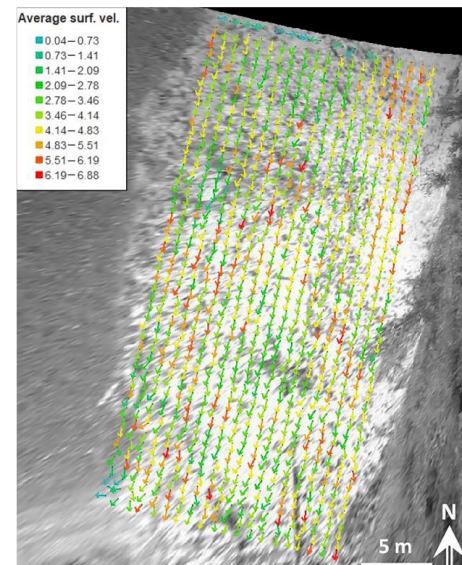
- variazioni di concentrazione solida e granulometria sia fra diverse colate che all'interno dello stesso evento;
- inizio della turbolenza che spesso caratterizza la fase finale dell'evento;
- eventuale presenza di un'onda precorritrice (*precursory surge*) o di pulsazioni secondarie e/o momenti di stasi sulla propagazione della colata;
- trasporto di legname da parte della colata.

Sistemi di allertamento: privilegiare il rapido controllo da remoto (accettabili basse risoluzioni e *frame rate* ridotto).

Per le registrazioni notturne è opportuna l'integrazione di un faro opportunamente comandato, ad esempio da un sensore di pioggia.



Le registrazioni video permettono la determinazione della velocità superficiale della colata mediante tecniche di *Large Scale Particle Image Velocimetry*



Rio Gatria (BZ), 10 agosto 2020



<https://www.youtube.com/watch?v=Cwj6XYQ3Xqw>



- Tempistiche e anticipo: gradiente di anticipo e di riduzione di incertezza sull'accadimento

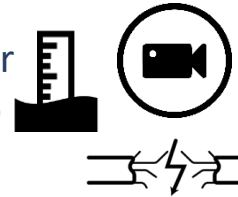
- Soglie di pioggia



- Sensori sismo-acustici



- Sensori e tecnologie per il rilevamento diretto



- Importanza del monitoraggio di lungo termine per descrivere i regimi e le risposte legate al cambiamento climatico