

# La prevenzione e la gestione degli eventi alluvionali in aree a rischio geologico: recenti esperienze in Piemonte

Secondo Barbero  
Direttore Generale Arpa Piemonte

23 novembre 2023

**/ Restructura.**

**23—25 novembre**

Lingotto Fiere, Torino



# Attività

Arpa è impegnata nel monitoraggio del dissesto e della prevenzione del rischio attraverso:

- Analisi, definizione ed aggiornamento a scala regionale del quadro dei **processi di modellamento naturale** del territorio piemontese
- Gestione della rete di **monitoraggio** e del **sistema di allertamento**
- Analisi di **pericolosità e rischio** a supporto della gestione del territorio



## Pericoli naturali in Piemonte

In 50 anni, alluvioni e frane hanno causato 256 morti, 160 feriti e circa 28.000 senzatetto in Piemonte.

Le montagne occupano 45% area, e la **superficie urbanizzata è aumentata del 74% tra il 1960 e il 2009.**

In Italia la provincia di Torino è seconda solo alla provincia di Napoli per la popolazione che vive in zone ad alto rischio di frana. Un quadro critico che coinvolge l'87% dei comuni e il 12,7% dei residenti: questi valori evidenziano l'importanza di un sistema di allerta regionale potenziato in Piemonte.

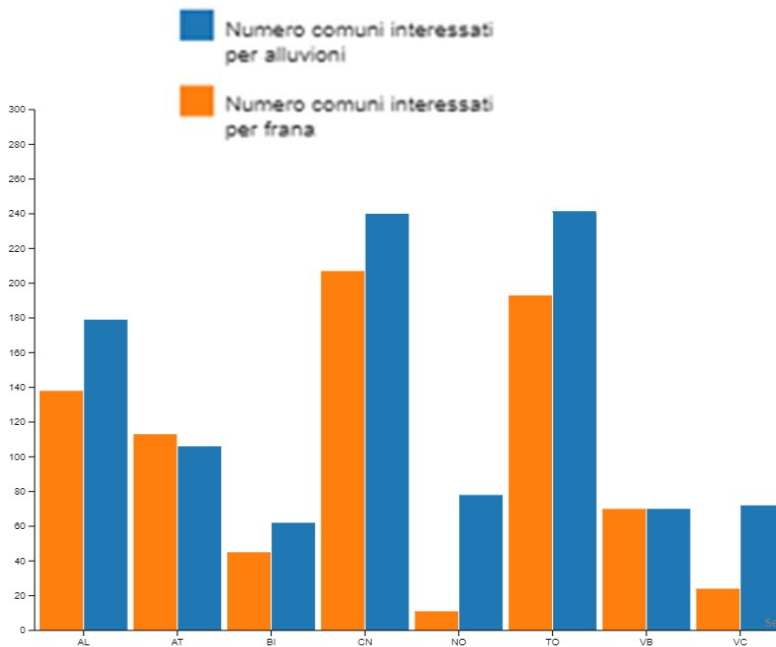
Dal 1800 al 2013 il Piemonte è stato colpito da circa 115 eventi alluvionali/franosi - **un evento ogni 18-20 mesi.** Il 12,2% del territorio piemontese è classificato ad alto rischio geo-idrologico.



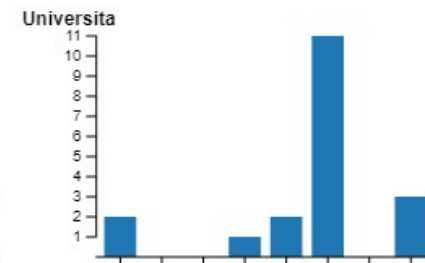
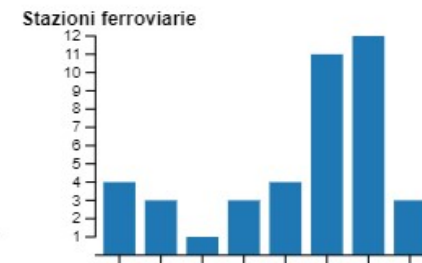
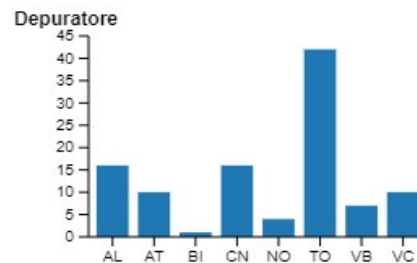
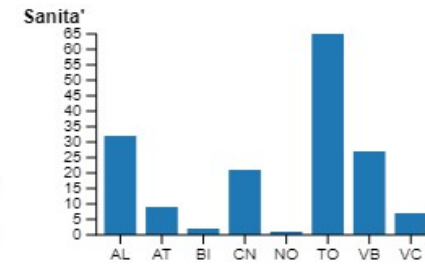
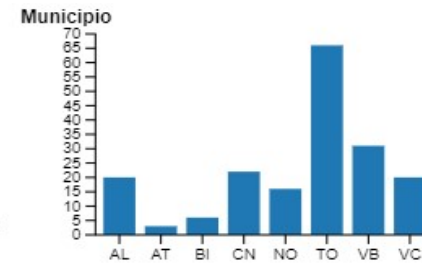
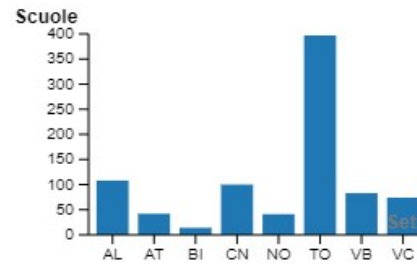
[Fonte: CNR-IRPI; Arpa Piemonte]

# Banca dati processi ed effetti

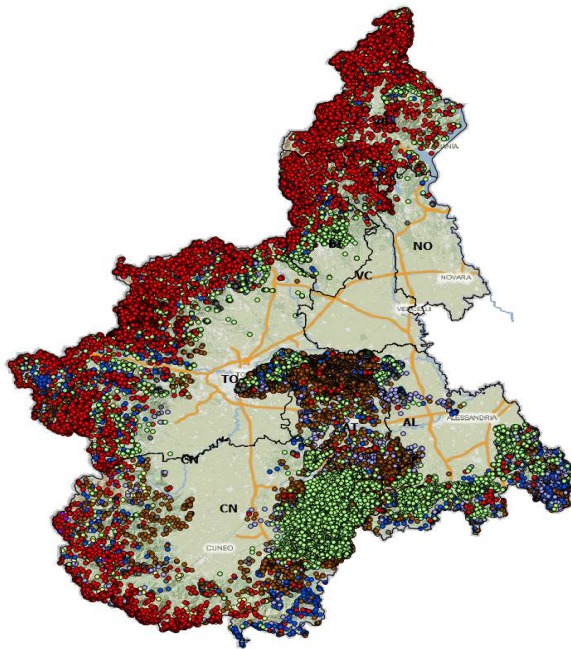
Comuni interessati da rischio frana e da rischio alluvione



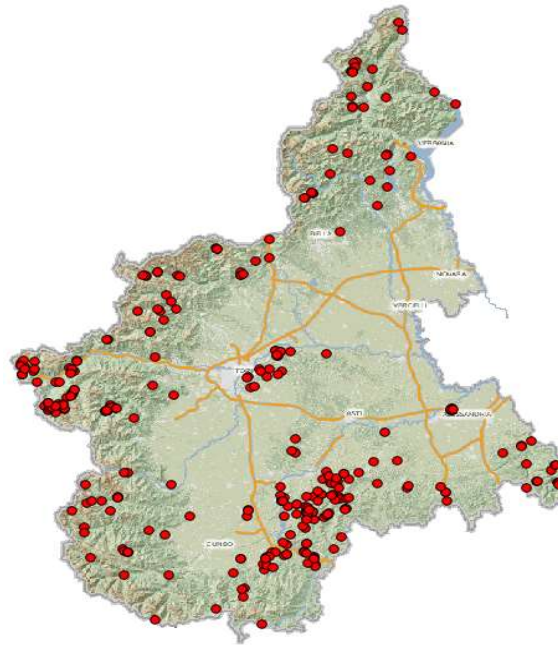
Alcune classi di beni esposti a rischio alluvione



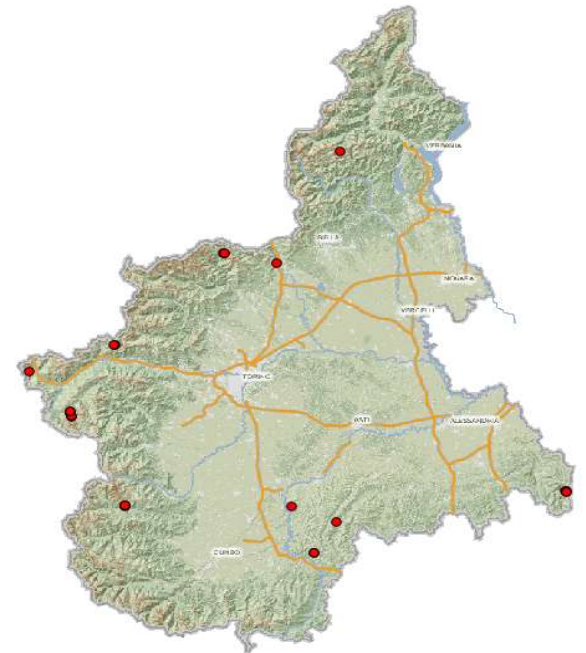
# Sistema Informativo Fenomeni Franosi (SIFraP)



**36.417 frane al I livello**



**380 schede II livello**



**12 schede III livello**

- I – Informazioni di base
- II – informazioni dettagliate
- III – monografie approfondite

# Rete di monitoraggio dei Fenomeni franosi (RERCOMF)

Attualmente **216 siti di monitoraggio attivi** su altrettante frane del territorio piemontese

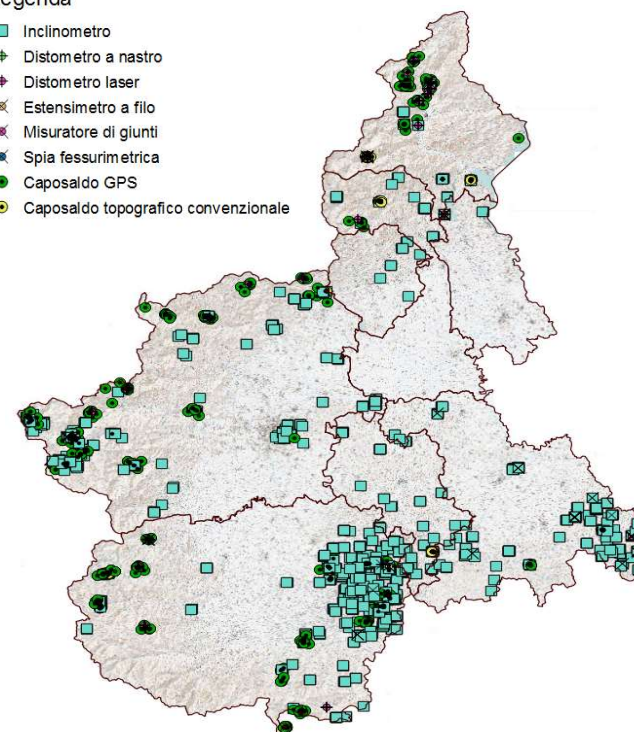
Strumenti manuali	totale	attivi
Inclinometro	1122	635
Caposaldo GPS	470	422
Caposaldo topografico	262	128
Distometro laser	102	87
Piezometro	667	74
Estensimetro a filo	26	10
Misuratore di giunti	54	6
Spia fessurimetrica	5	2

**Oltre 1350** strumenti a lettura manuale attivi

**127** Strumenti a lettura in continuo attivi

Legenda

- Inclinometro
- Distometro a nastro
- Distometro laser
- Estensimetro a filo
- Misuratore di giunti
- Spia fessurimetrica
- Caposaldo GPS
- Caposaldo topografico convenzionale



## Fenomeni gravitativi indotti dalle piogge

- **Le frane superficiali** sono considerate estremamente pericolose, nonostante i loro volumi relativamente bassi (generalmente  $<1000 \text{ m}^3$ ), a causa di: alte velocità ( $> 5 \text{ m/s}$ ); rapida evoluzione; capacità di propagazione anche in presenza di ostacoli; predisposizione alla coalescenza delle nicchie di distacco e del materiale mobilizzato; alta densità di fenomeni per unità di area durante un singolo evento pluviometrico.

**Le frane superficiali sono responsabili del 50% delle vittime causate dalle frane degli ultimi 100 anni in Piemonte.**

- **I Debris flows** sono flussi di acqua e sedimento da rapidi o molto rapidi, con alta concentrazione solida che si verificano lungo il reticolo dei canali di piccoli bacini alpini. Sono caratterizzati da un'alta frequenza di occorrenza e solitamente da una magnitudo molto elevata

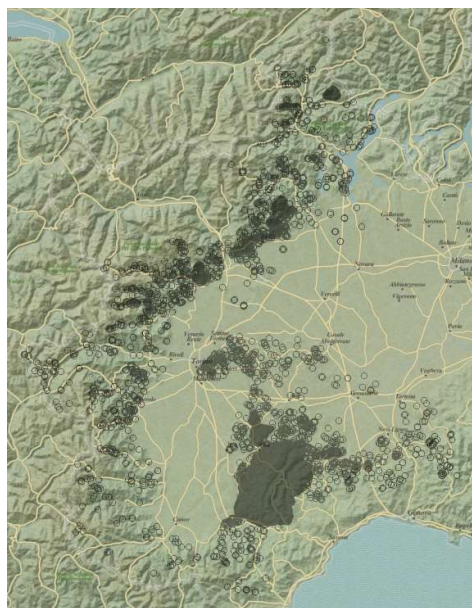
**I Debris flows sono responsabili del 36% delle vittime nelle regioni alpine italiane durante il secolo scorso.**



## Early Warning System per le Frane Superficiali

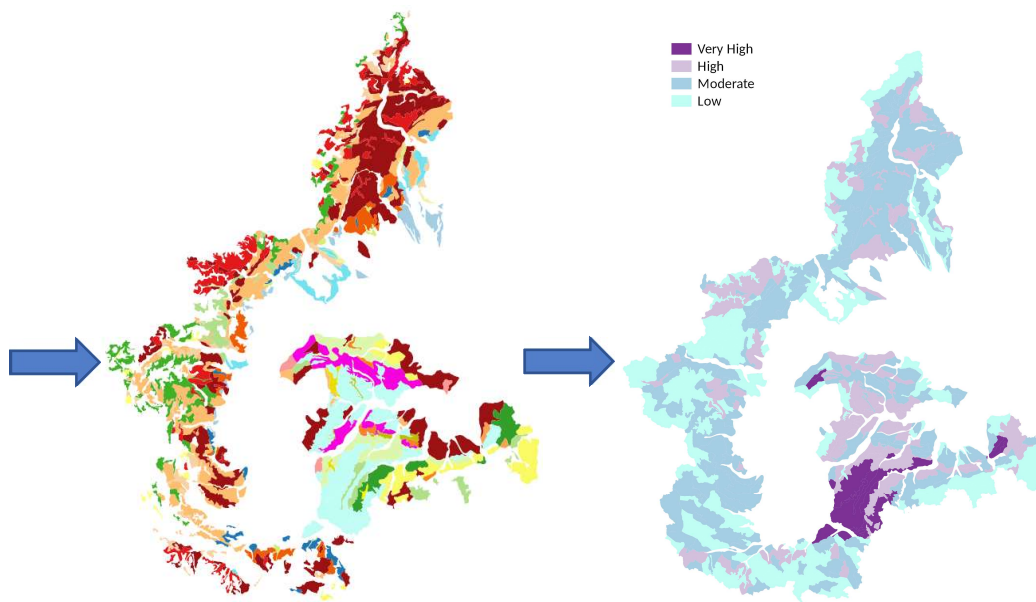
**SLOPS** (Shallow Landslides Occurrence Prediction System)

è un modello probabilistico empirico basato sull'identificazione delle soglie di pioggia che costituiscono l'indicatore quantitativo del pericolo indotto. Si basa sulla relazione statistica fra cause ed effetti.



**Distribuzione** della densità di frana superficiale su 33.000 frane

dove?



**Zonazione** da correlazione di parametri territoriali e densità FS

**Mappa di suscettibilità** risultante (probabilità di un evento FS diffuse)

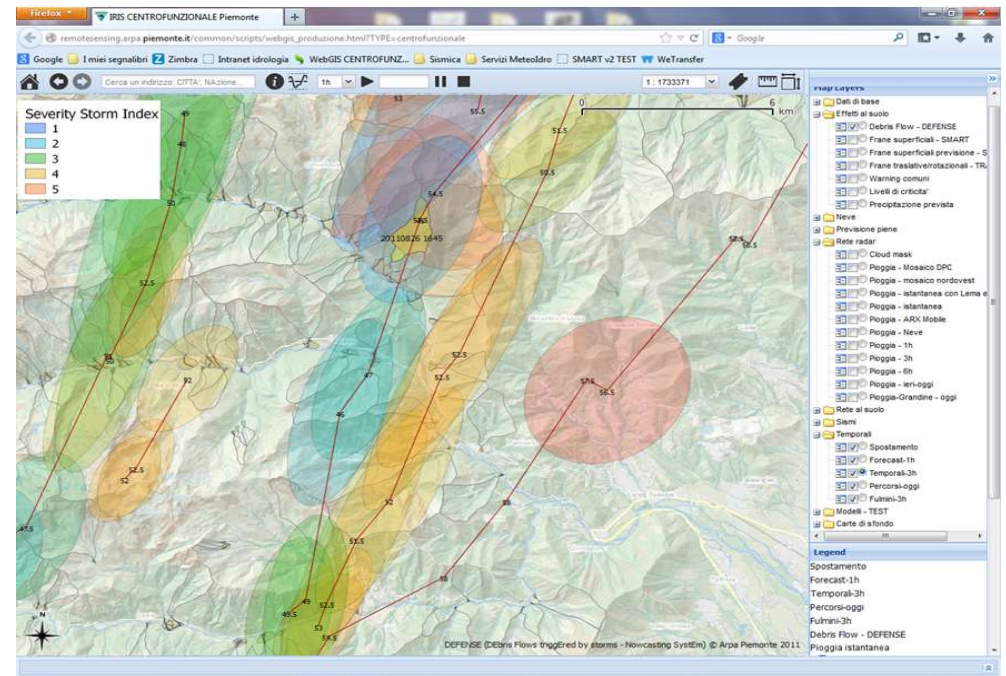


## Early Warning System per colate

**DEFENSE** (DEbris Flows triggEred by storms - Nowcasting SystEm)

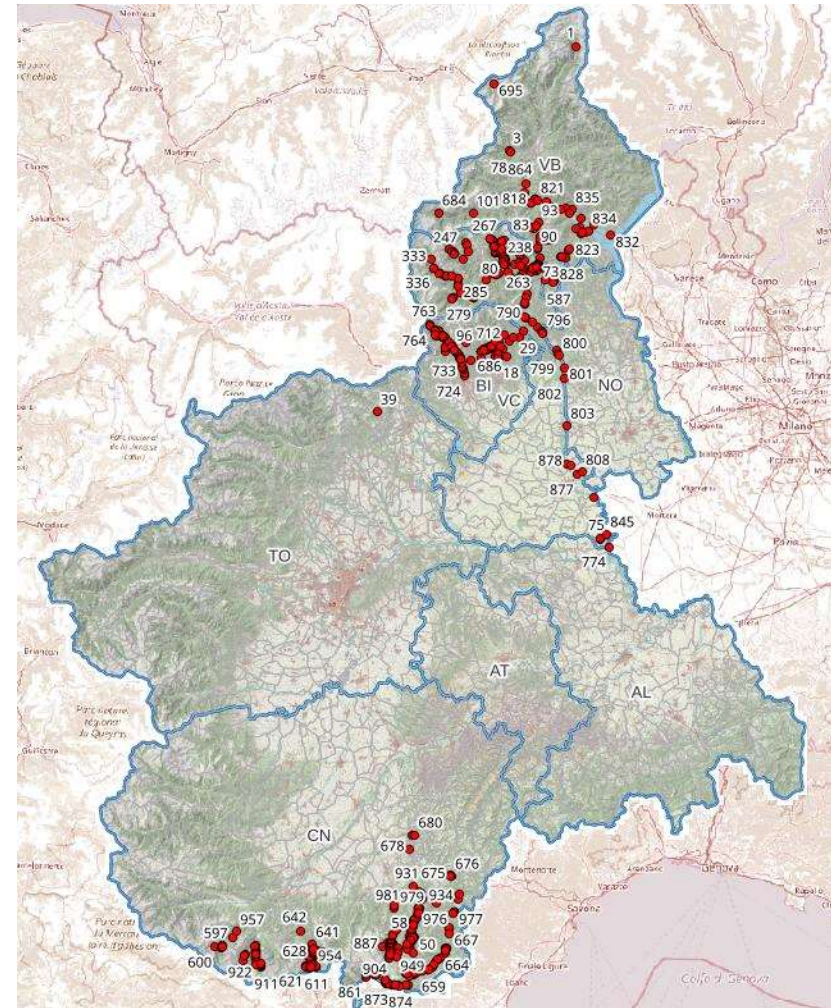
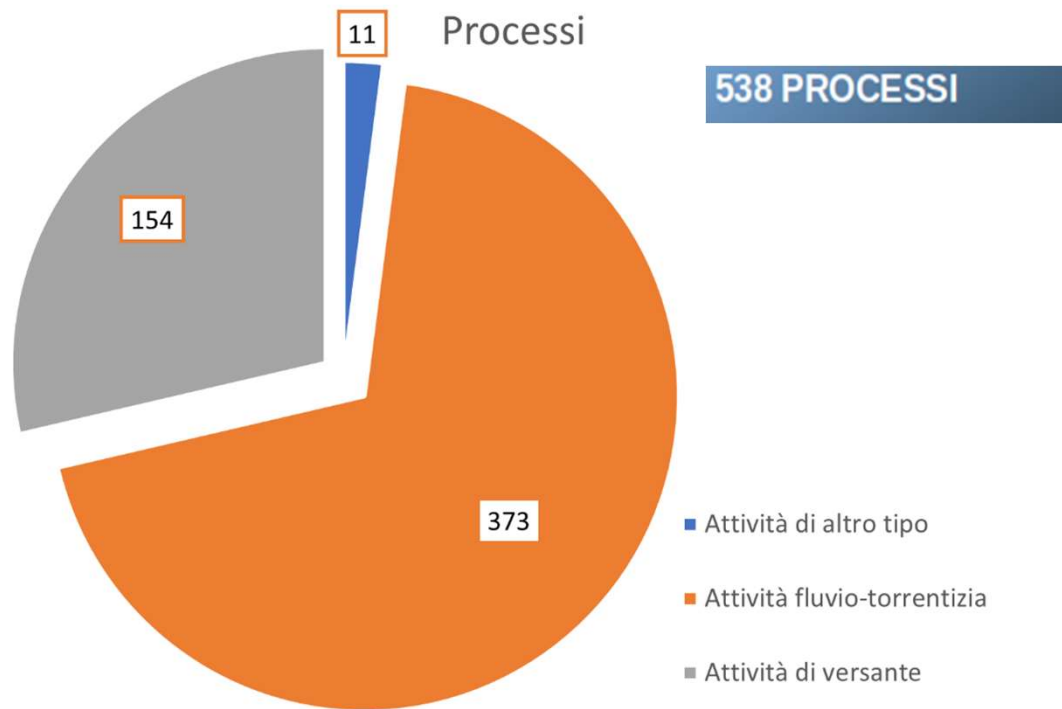
*Modello geologico + Radar Storm Tracking + QPE/QPF*

Il modello geologico si basa sulla **litologia dominante del substrato roccioso** in cui il bacino è modellato. Essa **influenza le caratteristiche e il comportamento dei processi torrentizi** e l'architettura dei conoidi alluvionali. I bacini sono stati classificati in **tre classi litologiche** principali attraverso l'utilizzo del **Clay Weathering Index (CWI)** che indica la propensione delle litologie a produrre quantità più o meno abbondanti di argilla o di altri sedimenti fini con **comportamento reologico simile all'argilla**



# Eventi alluvionali in Piemonte: ottobre 2020

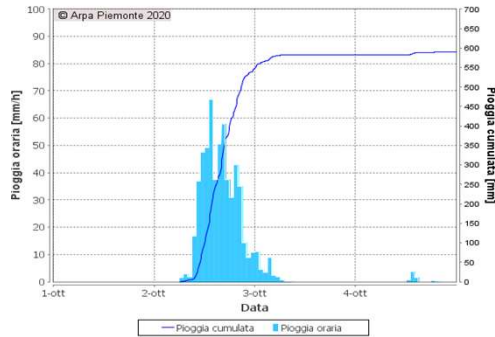
Descrizione dei **processi**, degli eventuali **danni** alle infrastrutture e sugli **interventi** effettuati



# Alluvione Ottobre 2020

517 mm caduti in sole 12 ore

LIMONE PANCANI (CN)  
TANARO

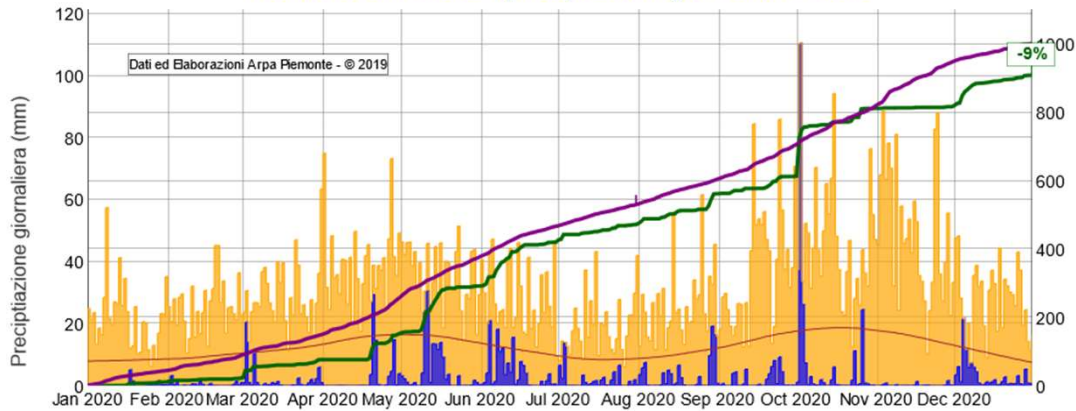


2 ottobre giorno più piovoso degli ultimi 60 anni con 112 mm

T. Vermenagna a Limone Piemonte



Piemonte anno 2020 : precipitazioni giornaliere medie



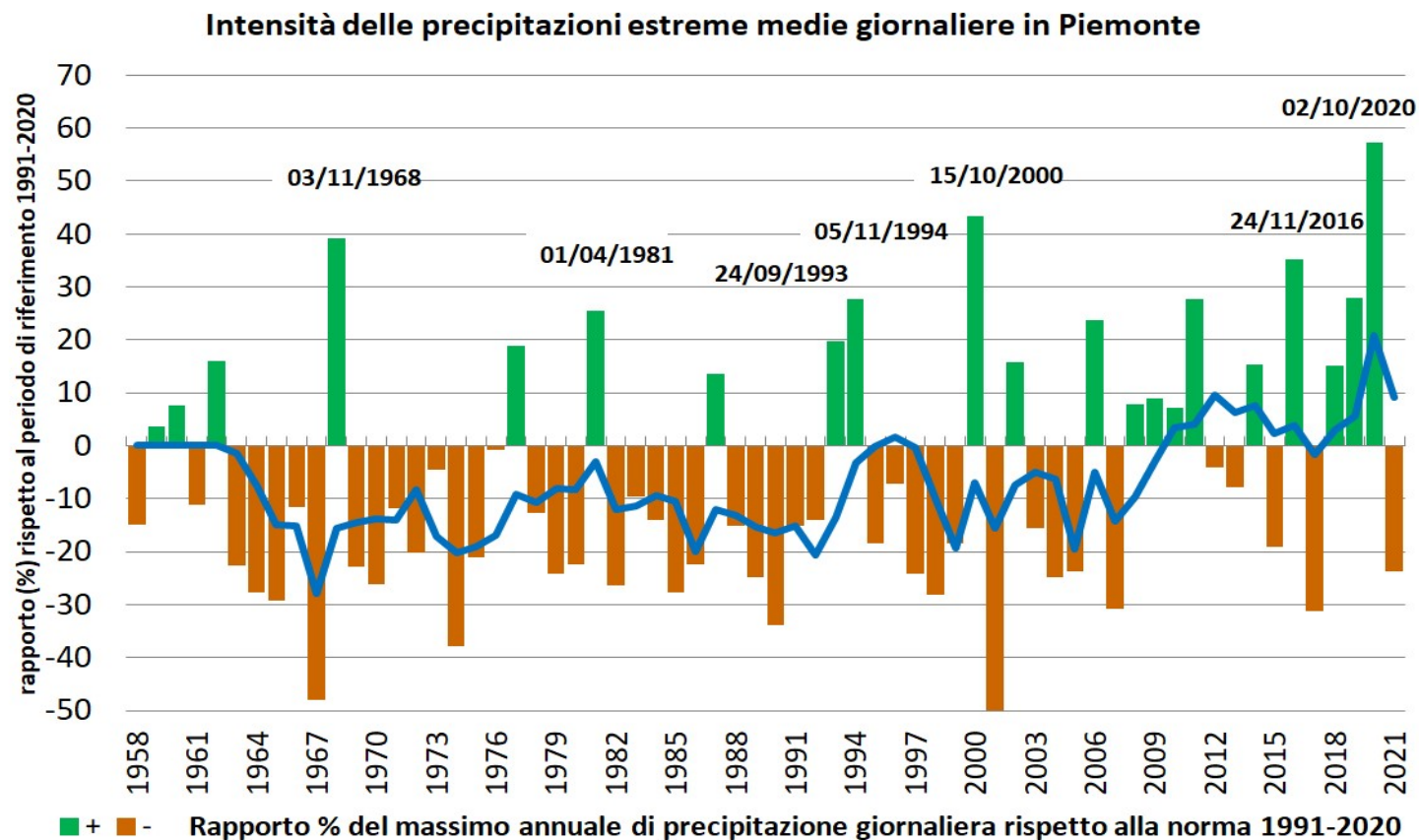
— Media giornaliera — Massimo giornaliero(1958-2021) — 95 percentile (1957-2021) — Cumulata media 2020 — Cumulata media 1991-2020



T. Tanaro a Garessio

# Cambiamenti Climatici ed eventi alluvionali

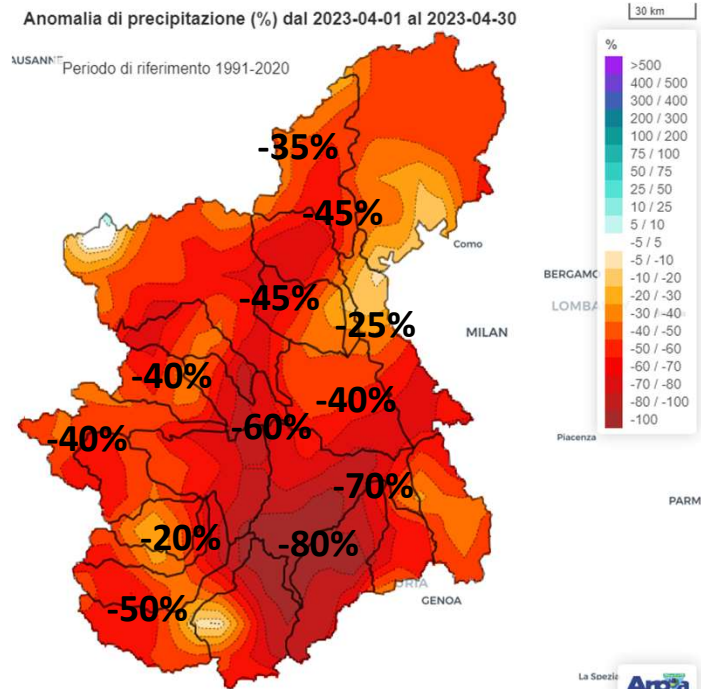
Trentennio	Media giorno più piovoso (mm)
1961-1990	62.5
1971-2000	64.2
1981-2010	66.5
1990-2020	<b>72.5</b>



# Cambiamenti Climatici ed eventi alluvionali

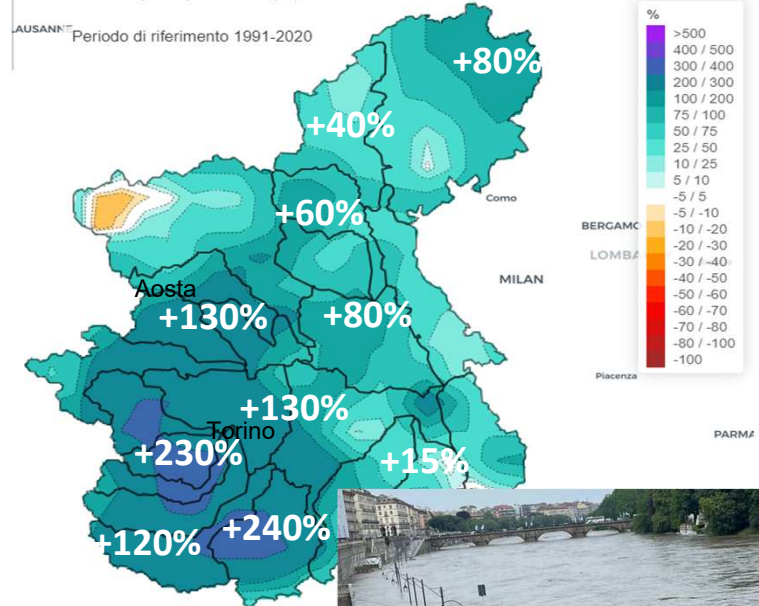
**GENNAIO-APRILE 2023: -50%**

della precipitazione media nel trentennio 1991-2020



**MAGGIO 2023: +90%**

Anomalia di precipitazione (%) dal 2023-05-01 al 2023-05-31



Po ai Murazzi,  
21 maggio 2023



# Cambiamenti Climatici frane e colate



Territorio predisposto all'occorrenza di debris flow

Precipitazioni brevi e intense, più frequenti nel periodo estivo  
(allungato)

Degradazione permafrost, alterazione ambienti  
glaciali/periglaciali che potranno determinare un aumento di  
questi tipi di fenomeni in alta quota  
(27 agosto a Macugnaga)

Aumento delle temperature che favoriscono le condizioni  
affinché incendi di maggior magnitudo possano interessare i  
bacini alpini  
(ricordo l'esempio di Bussoleno nel 2018 e a Pallanzeno nel 2005)

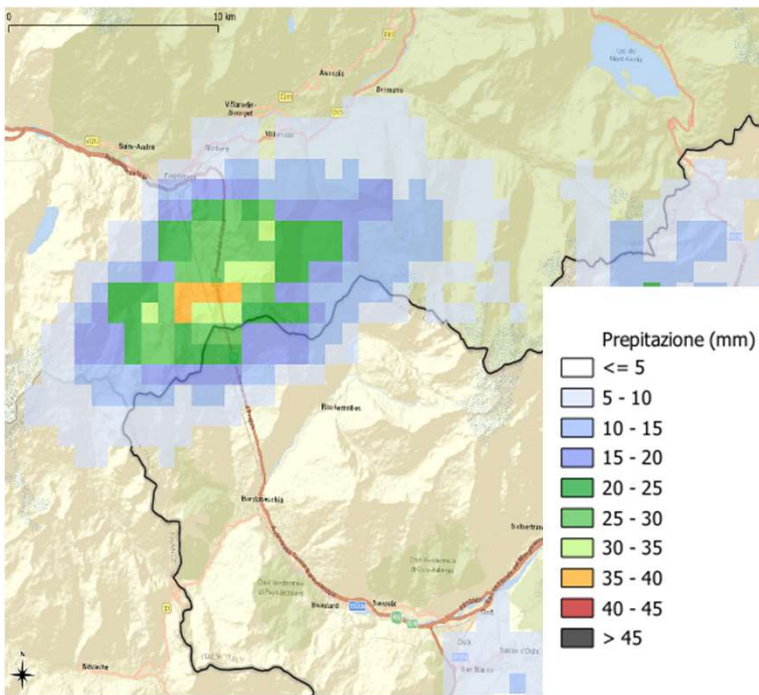
## Colata detritica Bardonecchia 13 agosto 2023



Nella serata del **13 agosto 2023**, una cella temporalesca collocata in testata del bacino del Torrente Frejus ha dato origine ad **una colata detritica** che ha interessato l'abitato di Bardonecchia (TO).

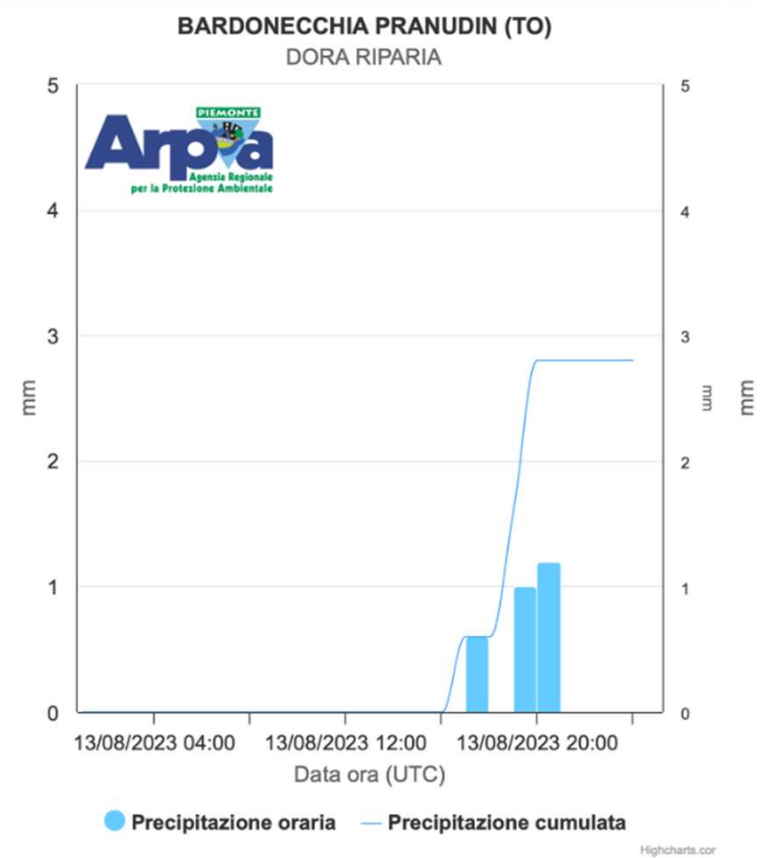
... causa di innesco

Cumulata totale di precipitazione stimata da radar meteorologico e corretta con pluviometri



NB: il radar Bric della Croce (TO), 90 km da Bardonecchia!

Rete a terra





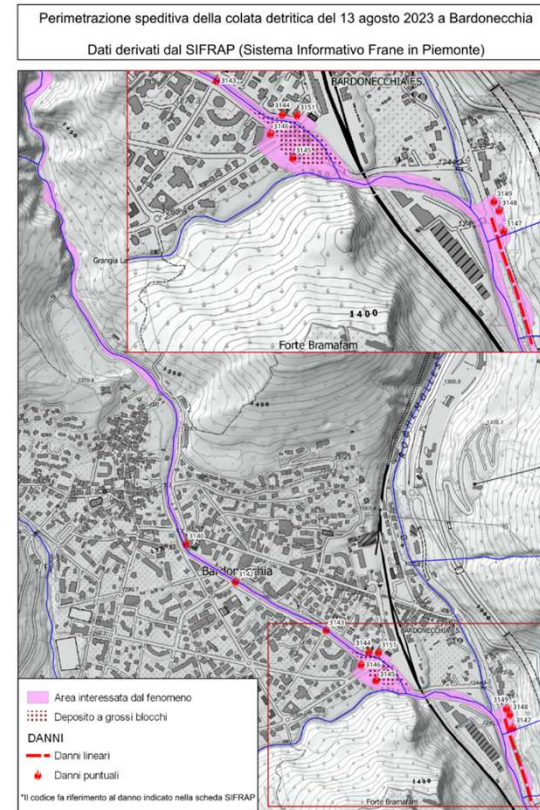
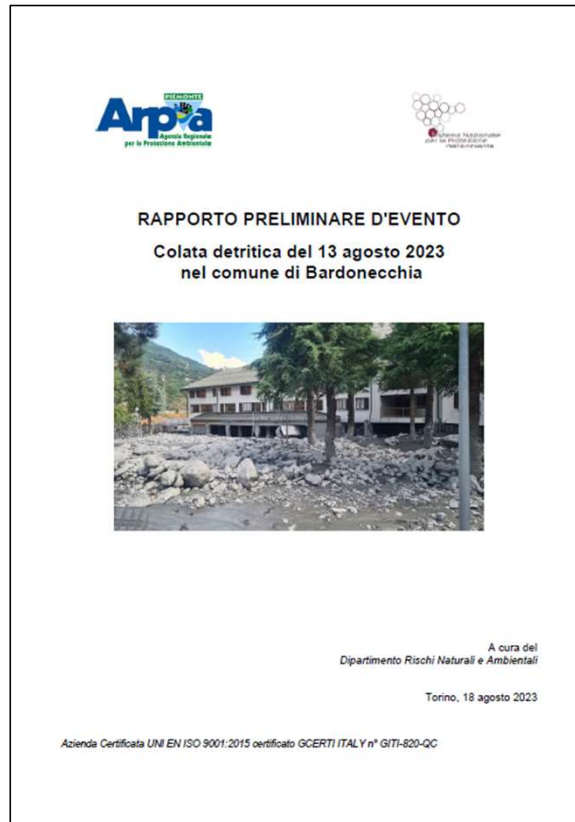
## Effetti

Il passaggio della colata è avvenuto in paese intorno dopo le 21: **nella parte più alta del paese** la miscela di acqua e detriti ha colmato completamente la sezione di deflusso, mantenendosi comunque all'interno dell'alveo e causando **danni più contenuti**; **nella zona più a valle**, compresa tra la rotonda di Via Torino e la confluenza con il Torrente Rochemolles, il materiale detritico è fuoriuscito dall'alveo causando **ingenti danni**.



**Volume di detrito rimosso circa 50 mila mc**

# Ricostruzione dei processi e degli effetti

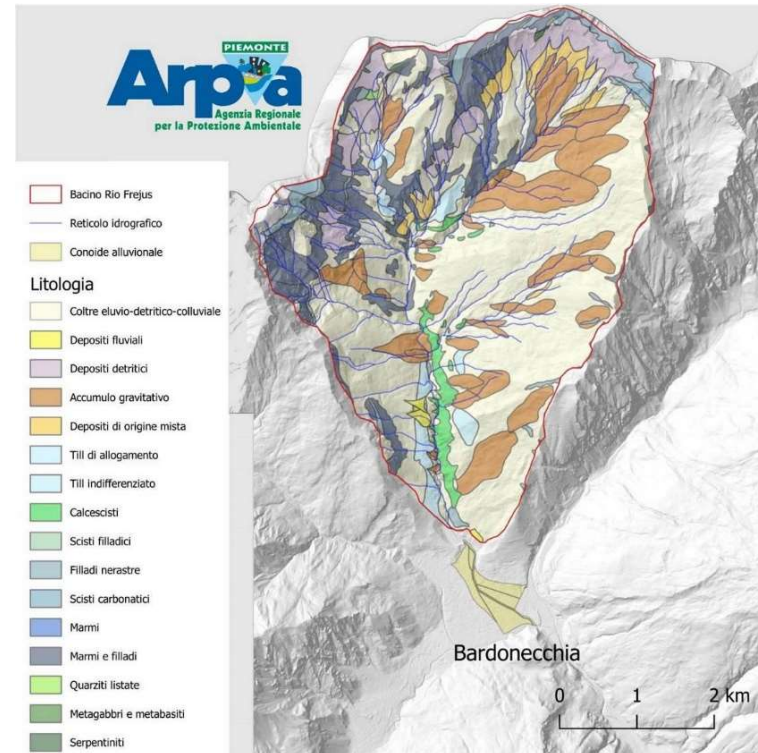
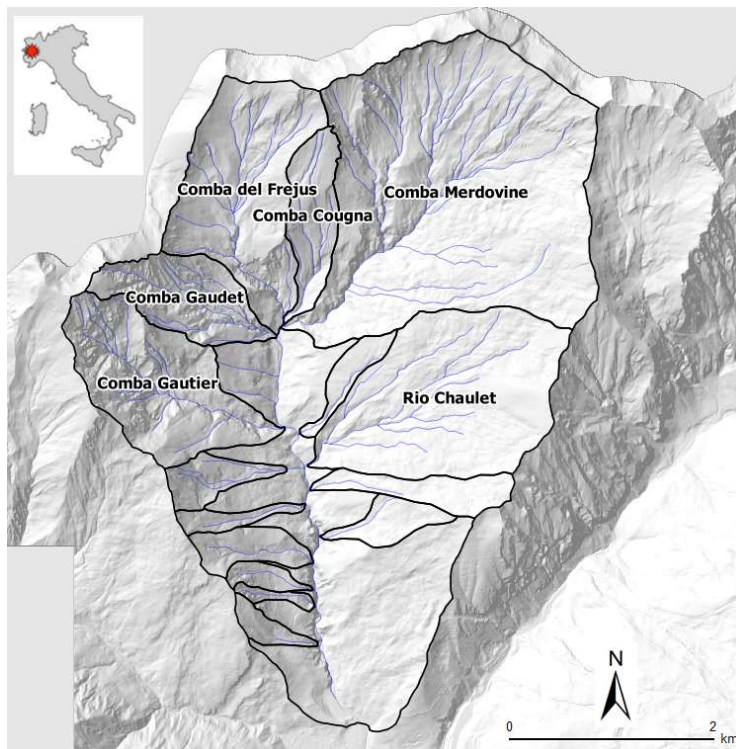


Relazione completa (5 giorni) a supporto della dichiarazione stato d'emergenza e prima perimetrazione e catalogazione

# Attivazioni nel passato

ATTIVAZIONI			
ID	Data	Attendibilità	Descrizione
1	2017/08/08	attendibile	Fra le ore 19 e le ore 20 lungo l'asta del T. Frejus si è sviluppata una lava torrentizia che ha percorso l'asta sino alla confluenza con la Dora di Melezet (Fonte: 334052)
2	2015/08/09	attendibile	
3	2013/07/17	attendibile	Il 17 luglio 2013, alle ore 19:15 una precipitazione piovosa prolungata ha innescato limitati fenomeni di debris flow lungo due aste torrentizie innominate parallele al Rio Gautier. I detriti hanno ostruito la strada di accesso ai Camini del Frejus.
4	2013/07/16	attendibile	Il 16 luglio 2013, alle ore 19:45, una piena del torrente Frejus, con elevato trasporto solido sabbioso-limoso, è transitata attraverso l'abitato di Bardonecchia; il fenomeno è durato per circa un'ora. Il fenomeno è stato causato da un forte temporale del tardo pomeriggio. La precipitazione è stata particolarmente intensa alla testata del bacino idrografico del Rio Gautier. La piena ha mobilizzato i detriti presenti sulle sponde (l'alveo è inciso nei calcescisti del substrato). Le sponde sono erose e le tracce della colata raggiungono, nella stratta incisione, l'altezza di una decina di metri dal fondo dell'alveo.
5	2009/08/07	attendibile	Il pomeriggio-sera del 7 agosto 2009, si sono attivati diversi fenomeni torrentizi parossistici lungo alcuni corsi d'acqua minori, tra cui dei processi di colata detritica nei bacini del T. Frejus, del T. Rho e del T. Dora di Valle Stretta. Lungo il canale attivo in conoide, in corrispondenza dell'abitato la colata in più punti ha colmato completamente la sezione libera del canale ed è tracimata nel tratto terminale in corrispondenza degli ultimi due ponti a monte della confluenza con la Dora di Valle Stretta. In particolare, in prossimità del ponte di Via Europa la colata è tracimata in destra idrografica invadendo con fango e detriti la strada adiacente al canale e la rotonda. Il ponte medesimo è stato sormontato con la completa occlusione della luce dell'impalcato ad opera di depositi ghiaioso-ciottolosi e blocchi. In sinistra idrografica tutta l'area compresa tra il distributore di carburante e il piazzale della stazione è stata coperta da depositi ghiaioso-sabbiosi in abbondante matrice siltoso-argillosa di spessore massimo superiore a 50 cm.
6	2006/08	attendibile	
7	2006/07/08	attendibile	
8	2004/08/06	attendibile	Il Rio Frejus è stato interessato tra le 20:00 e le 20:30 circa di venerdì 6 agosto 2004 da un processo di colata di fango e detriti che, innescatosi principalmente nella zona di testata dei bacini del Rio Merdovine e del Rio Comba Gautier, ha raggiunto l'abitato di Bardonecchia. Il passaggio della colata nell'area abitata ha provocato lievi danni alla viabilità ed alle opere, costituendo fonte di preoccupazione per i residenti che, in considerazione del periodo turistico, erano particolarmente numerosi. La colata ha colmato in alcuni tratti la sezione libera del canale, le cui sponde ed il fondo sono completamente artificiali, tracimando in più punti lungo la sponda destra, soprattutto nel settore distale
9	2002/06/21	attendibile	
10	1997/08/07	n.d.	
11	1968/11/04	n.d.	
12	1966/10/19	n.d.	
13	1957/06/14	n.d.	

## Bacino Frejus



In val susa il litogruppo più abbondante è rappresentato dalle **rocce metamorfiche scistose a grana fine**

La mappa litologica di dettaglio con i principali depositi superficiali, mostra la caratterizzazione geologica degli ammassi presenti con **bassa qualità geomeccanica**. Si nota anche un certa distribuzione anche di **accumuli gravitativi** che possono concorrere a fornire il materiale che alimenta le colate detritiche.

# Valle Argentera 24 agosto 2023

## Frane, strade chiuse e un torrente esondato

La situazione più critica a Sauze di Cesana, in località Valle Argentera. Due frane hanno bloccato la strada per il campeggio. Almeno dieci veicoli intrappolati e una trentina di turisti bloccati

25/08/2023 Tgr Piemonte



La frana che ha bloccato la via di accesso a Sauze di Cesana

<https://www.rainews.it/tgr/piemonte/articoli/2023/08/frane-strade-chiuse-e-un-torrente-esondato-8624d9d6-51bf-4b1b-a378-ebb78beeadc6.html>

[https://www.ansa.it/piemonte/notizie/2023/08/25/frane-in-valle-di-susa-turisti-bloccati\\_e22775c7-94e1-4598-913c-676ad2247326.html](https://www.ansa.it/piemonte/notizie/2023/08/25/frane-in-valle-di-susa-turisti-bloccati_e22775c7-94e1-4598-913c-676ad2247326.html)

Regione Piemonte

Naviga

## Frane nelle vallate torinesi, turisti bloccati



Nella zona di Sauze di Cesana

TORINO, 25 agosto 2023, 15:03  
Redazione ANSA

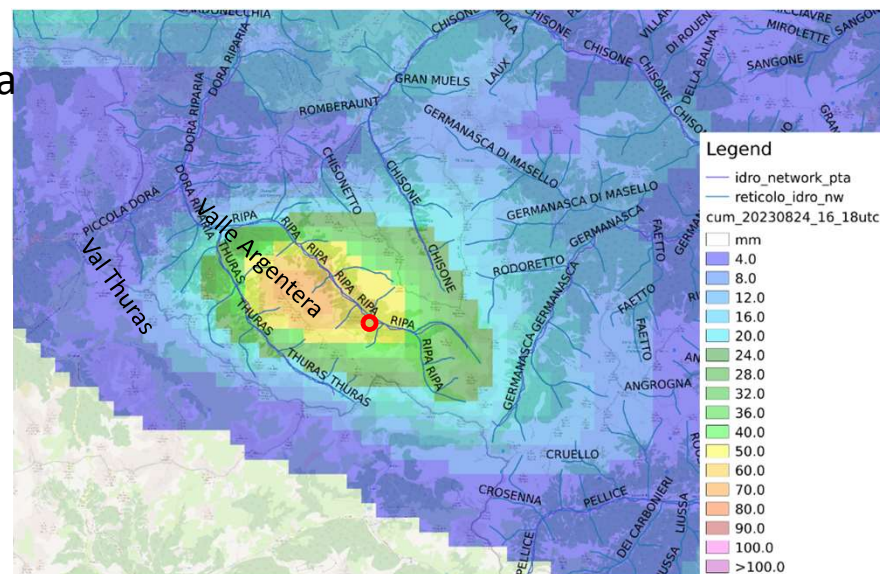
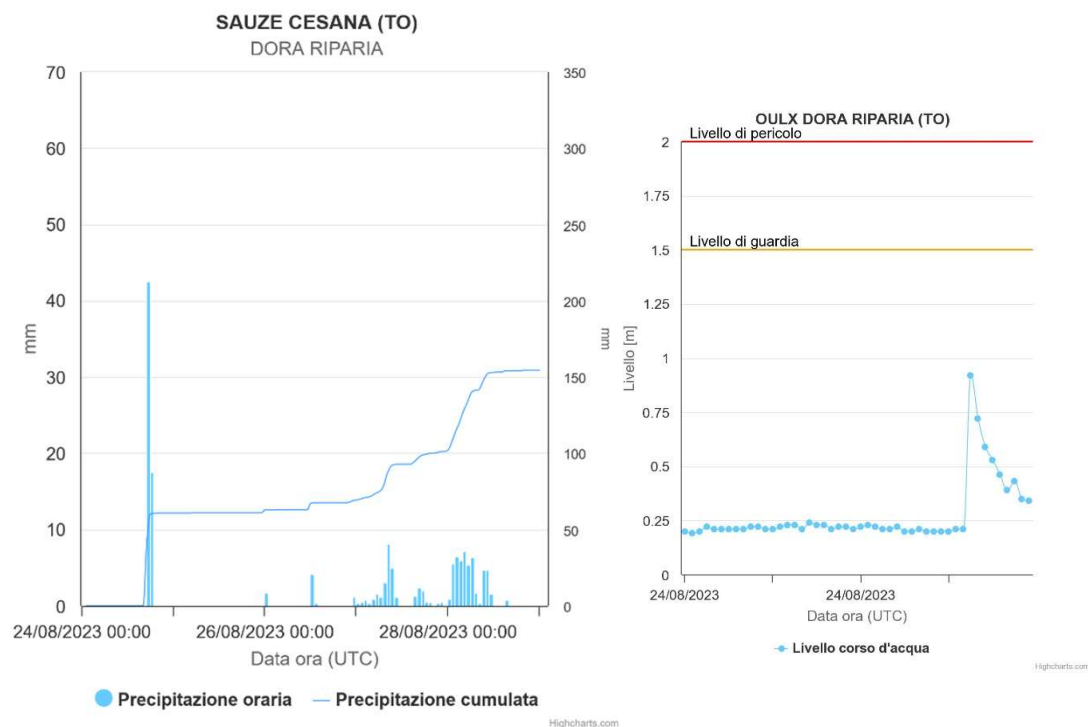
ANSAcheck  
notizie d'origine certificate

← RIPRODUZIONE RISERVATA

Il 24 agosto 2023, dopo giorni di temperature molto elevate, una saccatura fredda determina la formazione di celle temporalesche sparse.

Nel tardo pomeriggio un intenso rovescio interessa la dorsale tra Val Thuras e Valle Argentera, in Alta Valle di Susa

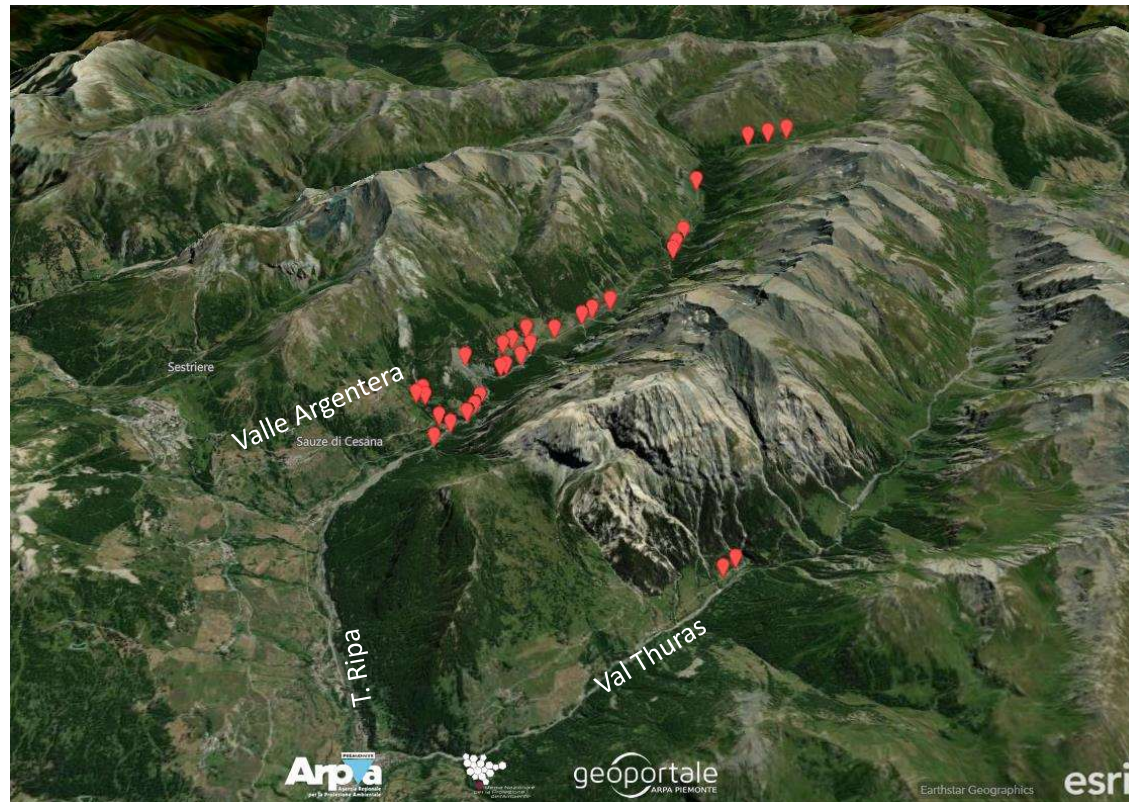
## ... precipitazione



Tra le 18 e le 20 locali, si raggiungono i 70 mm di pioggia cumulata (● 60.8 mm al pluviometro di Sauze di Cesana), evento di intensità insolita per un così breve intervallo di tempo (TR > 50 anni)

## Area coinvolta

Interferenze con viabilità



A seguito della precipitazione si sono verificate **colate detritiche** lungo la quasi totalità delle aste torrentizie lungo il versante sinistro della Valle Argentera, con **diffuso coinvolgimento della strada** comunale della valle. **eventi minori sul versante destro** della stessa valle e nell'adiacente Val Thuras.

Sul fondovalle gli effetti si sono tradotti in una **sequenza di colate detritiche** che hanno interessato i conoidi alluvionali o i bassi versanti, coinvolgendo ampiamente la viabilità locale.



## Effetti al suolo

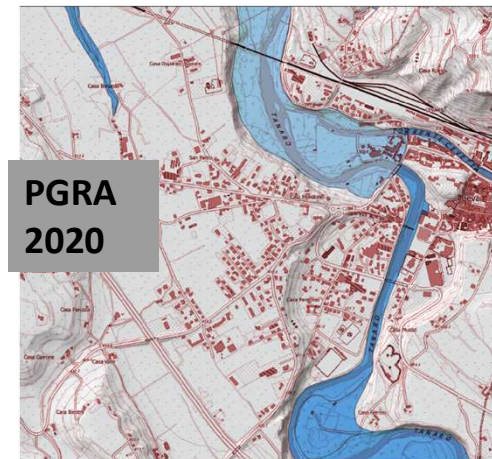
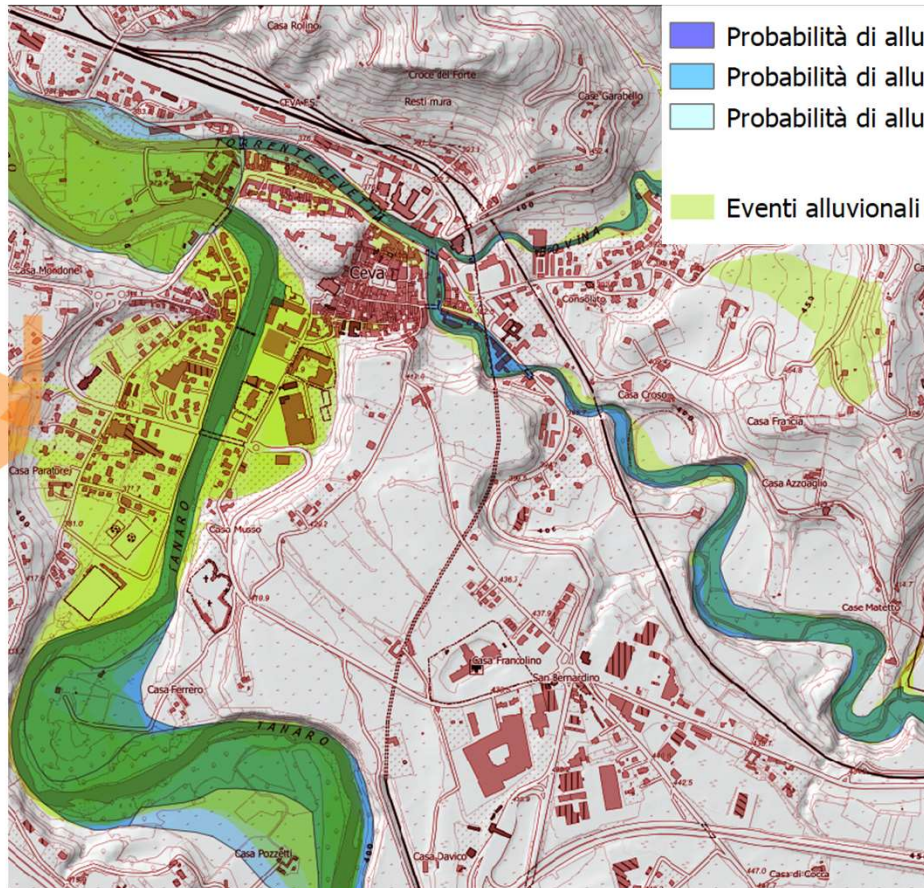


Non sono stati coinvolti edifici, ma a seguito dell'evento **centinaia di persone sono rimaste isolate** lungo la Valle Argentera, frequentata meta estiva.

L'evacuazione è stata portata a termine il mattino successivo, 25 agosto, grazie all'intervento degli elicotteri dei VVFF.

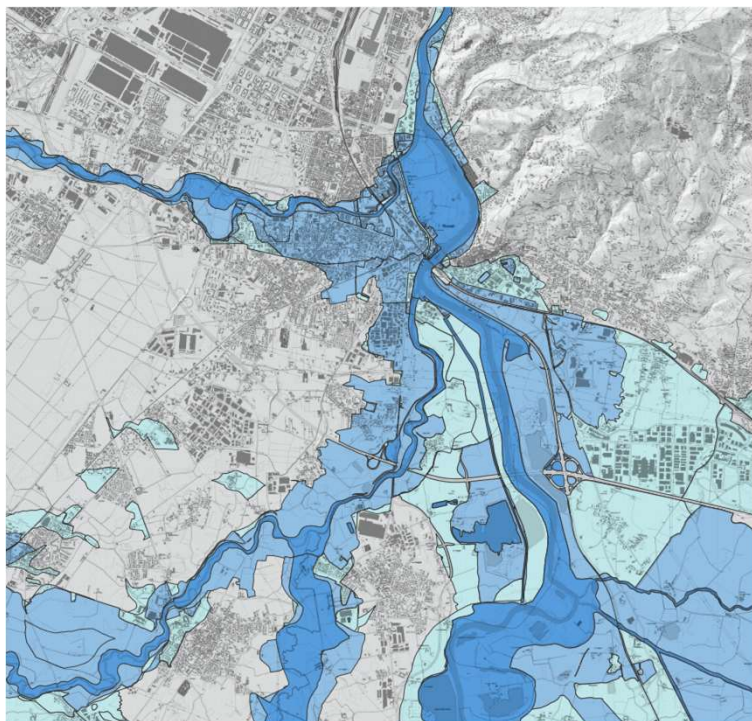


# Dagli eventi storici alla gestione del territorio

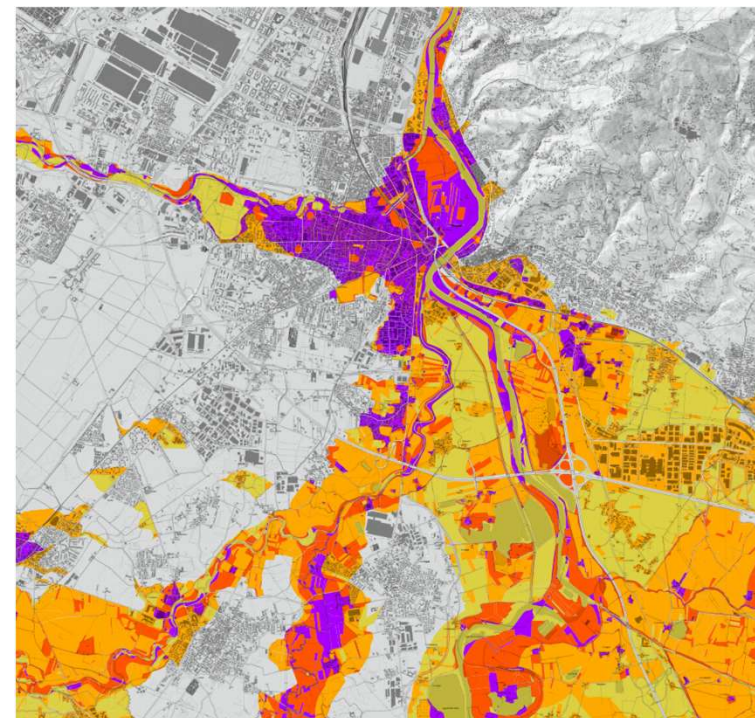


Il confronto tra dati degli eventi storici presenti in banca dati e gli strumenti di pianificazione consente di effettuare verifiche, approfondimenti e ricerche mirate.

## Alluvioni: cartografia della pericolosità e rischio



		Classi di Danno			
		D1	D2	D3	D4
Classi di Pericolosità	L	R1	R1	R2	R2
	M	R1	R2	R3	R4
	H	R1	R3	R4	R4



La definizione delle aree di pericolosità messe in relazione con la base dati geografica regionali forniscono le indicazioni del rischio e dei beni esposti per l'intero territorio regionale

# Valanghe (Processi di versante): cartografia della pericolosità e rischio

Dall'incrocio geografico tra pericolosità ed elementi esposti è stato ricavato, **per ogni elemento esposto**, un **grado di rischio** ("R1", "R2", "R3", "R4"), utilizzando un approccio matriciale derivato dalla metodologia propria della "Direttiva Alluvioni".

		Danno			
		D1	D2	D3	D4
Pericolosità	L	R1	R1	R2	R2
	M	R1	R2	R2	R3
	H	R1	R2	R3	R4

- RISCHIO
- siva2020\_pnt
- \* R3
  - \* R4
- siva2020\_lin
- R2
  - R3
  - R4
- siva2020\_pol
- R1
  - R2
  - R3
  - R4



## Considerazioni conclusive

- Arpa Piemonte è impegnata, nell'ambito delle proprie attività istituzionali, nella definizione del **quadro del dissesto e del monitoraggio dei fenomeni naturali** a livello regionale.
- La gestione delle **reti di monitoraggio** e la ricostruzione puntuale degli eventi consente di disporre di un quadro delle conoscenze a **supporto della gestione** degli eventi alluvionali e della pianificazione del territorio
- L'intensificarsi di eventi estremi nel quadro del **cambiamento climatico** impongono di mettere in campo strumenti innovativi e nuovi approcci gestionali

grazie per l'attenzione

 **Restructura.**

segui ci sulle nostre pagine **social** e su **restructura.com**