

*Arpa Piemonte*  
SC22 – SC15 – SC05

*Regione Piemonte*  
Settore Protezione Civile e Sistema  
Anti Incendi Boschivi (A.I.B.)

## **LA FRANA DI GRANGE ORGIERA NEL COMUNE DI SAMPEYRE (CN)**



## Indice

0 – INTRODUZIONE .....	2
1 – ANALISI METEOROLOGICA .....	3
2 – LA FRANA DI GRANGE ORGIERA, COMUNE DI SAMPEYRE .....	8
Inquadramento geografico-geomorfologico .....	8
Inquadramento geologico.....	9
Descrizione della frana.....	10
Cause del dissesto .....	15
Dati storici.....	15
Dati interferometrici.....	15
Danni.....	19
Interventi realizzati .....	19
Possibile evoluzione dei processi.....	19
3 – MONITORAGGIO DEL FENOMENO FRANOSO .....	21
Sistema di controllo della frana mediante capisaldi GPS e distanziometrici.....	21
Acquisizione dati meteo e sistema di monitoraggio topografico .....	28
Acquisizione dati meteo e sistema di monitoraggio topografico .....	28
Analisi dei dati topografici acquisiti dal 4 agosto al 17 settembre 2009 .....	30
Allegato 1 – Riprese da elicottero del 5 agosto 2009.....	33

### 0 – INTRODUZIONE

La presente relazione riassume alcuni elementi relativi alla frana di Grange Orgiera, nel Comune Di Sampeyre (CN), ampio fenomeni franoso che ha subito un'evoluzione parossistica nel corso della primavera-estate del 2009.

Il primo paragrafo presenta un inquadramento delle condizioni meteorologiche dell'area nel periodo agosto 2008 – agosto 2009. Il secondo paragrafo descrive il fenomeno sulla base di una serie di rilievi effettuati da tecnici di Arpa Piemonte nel corso del 2008 ed il terzo paragrafo riporta le risultanze dei sistemi di monitoraggio messi in opera da Arpa Piemonte e dal Settore Protezione Civile della Regione Piemonte. La relazione è integrata da una documentazione fotografica con riprese aeree, effettuata da funzionari Arpa grazie ad un elicottero messo a disposizione dal Settore Protezione Civile della Regione Piemonte.

## 1 – ANALISI METEOROLOGICA

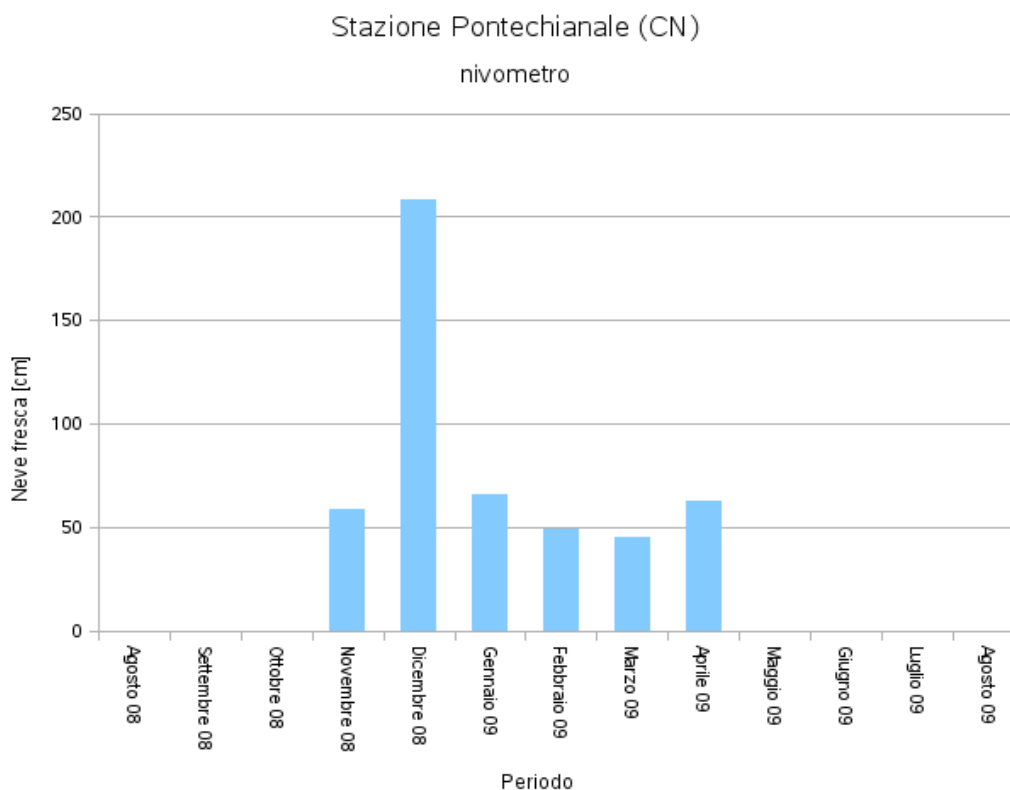
Arpa Piemonte – SC05 Area Previsione e Monitoraggio Ambientale

L'analisi dei dati pluviometrici e nivometrici registrati dalle stazioni meteorologiche limitrofe dell'Arpa Piemonte, permette di ottenere un inquadramento climatico dell'area comprendente il sito di interesse. Grazie infatti al confronto delle serie storiche di dati, per un intervallo di tempo compreso tra il primo agosto del 2008 e la fine di agosto 2009, provenienti da due stazioni della rete Arpa (Pontechianale e Pian delle Baracche) è possibile ricostruire le variazioni spazio-temporali dei fattori pioggia e neve verificatesi nell'arco di tempo considerato e le loro interazioni. Ciò si rivela estremamente utile al fine di comprendere, ad esempio, il contributo idrico offerto dalla fusione del manto nevoso, oppure se e come le caratteristiche pluviometriche possano variare in funzione della quota all'interno del tratto di bacino considerato, sia lungo le sezioni trasversali che lungo quella longitudinale.

In particolare, le stazioni sono distribuite come segue, dalla testata della Val Varaita verso la pianura:

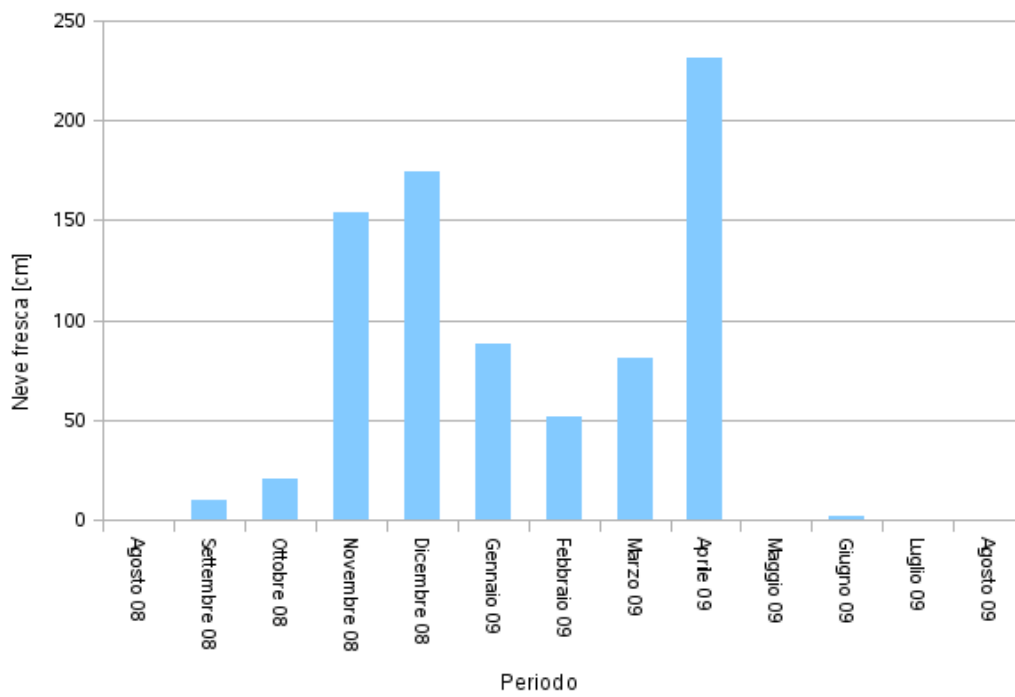
1. la stazione di Pontechianale (località Castello, Comune di Pontechianale) si trova ad una quota di 1575 m slm nel tratto di fondovalle a monte del sito in frana a circa 6,8 km in linea d'aria;
2. la stazione di Pian delle Baracche (località Pian delle Baracche, Comune di Sampeyre) sita a quota 2135 m slm sul versante opposto a quello del sito in frana a una distanza in linea d'aria di 6 km.

I grafici seguenti rappresentano lo stato di innevamento dell'area espresso come variazione del massimo spessore del manto nevoso osservato a cadenza mensile e come altezza di neve fresca al suolo accumulatasi mensilmente.



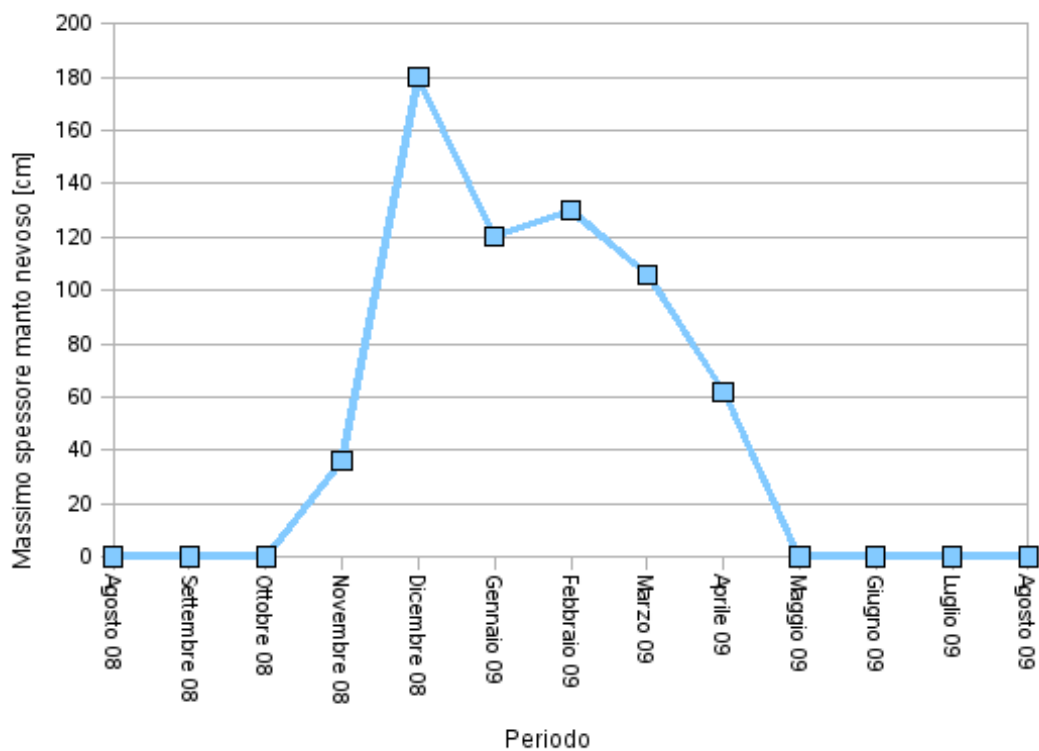
### Stazione Pian delle Baracche (CN)

nivometro

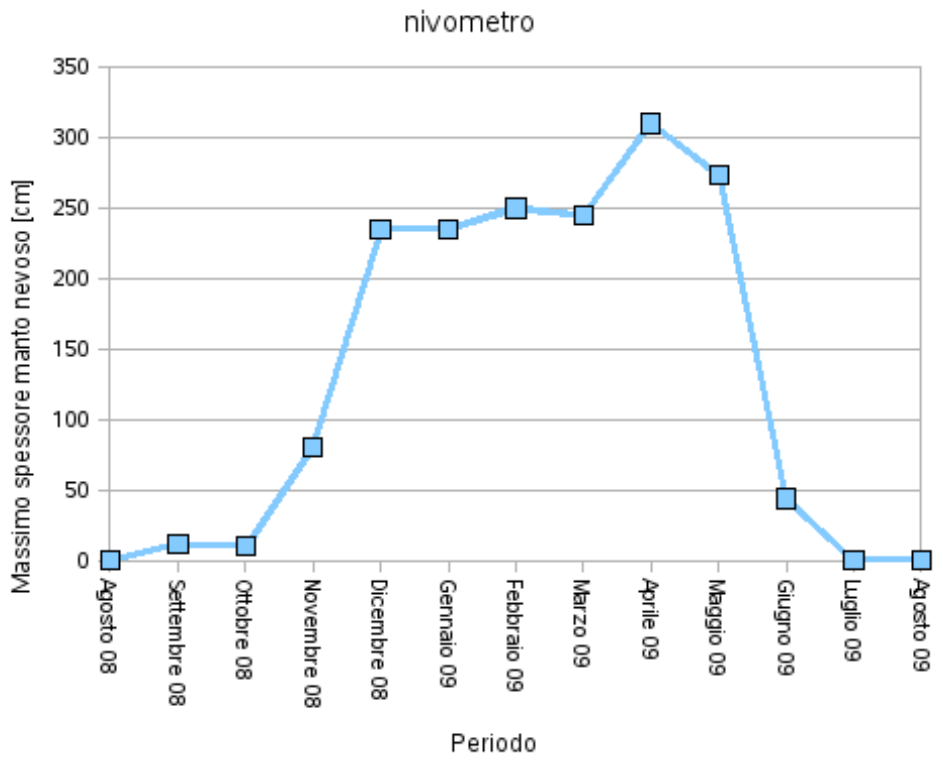


### Stazione Pontechianale (CN)

nivometro

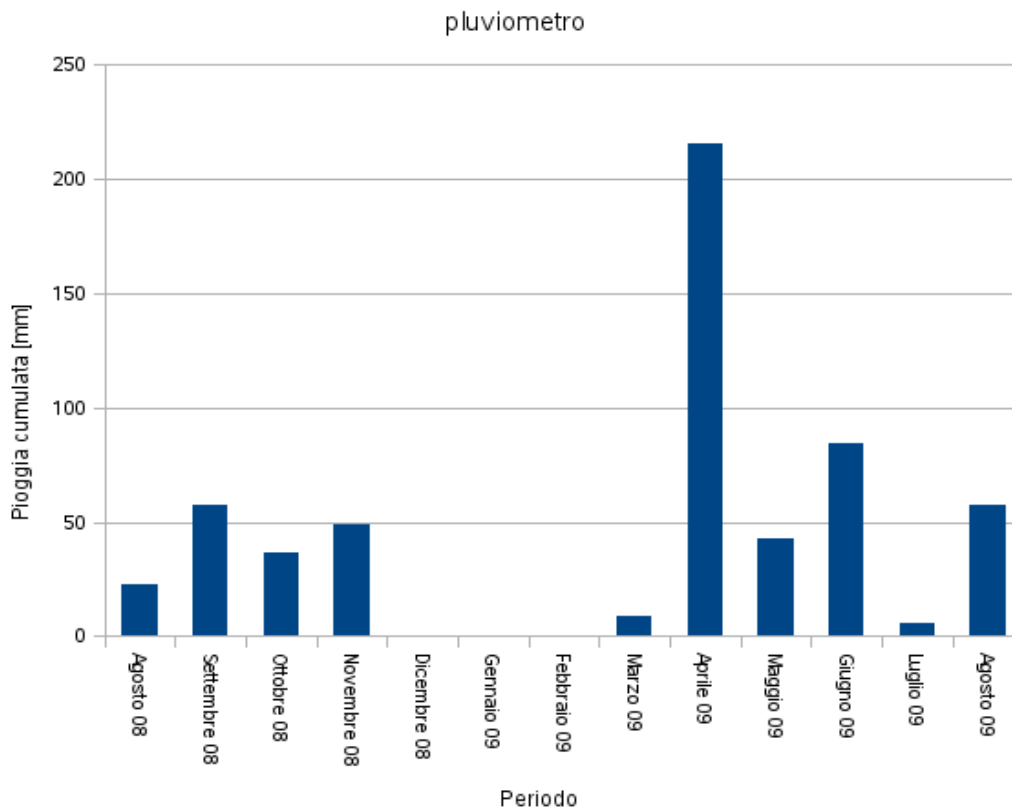


### Stazione Pian delle Baracche (CN)

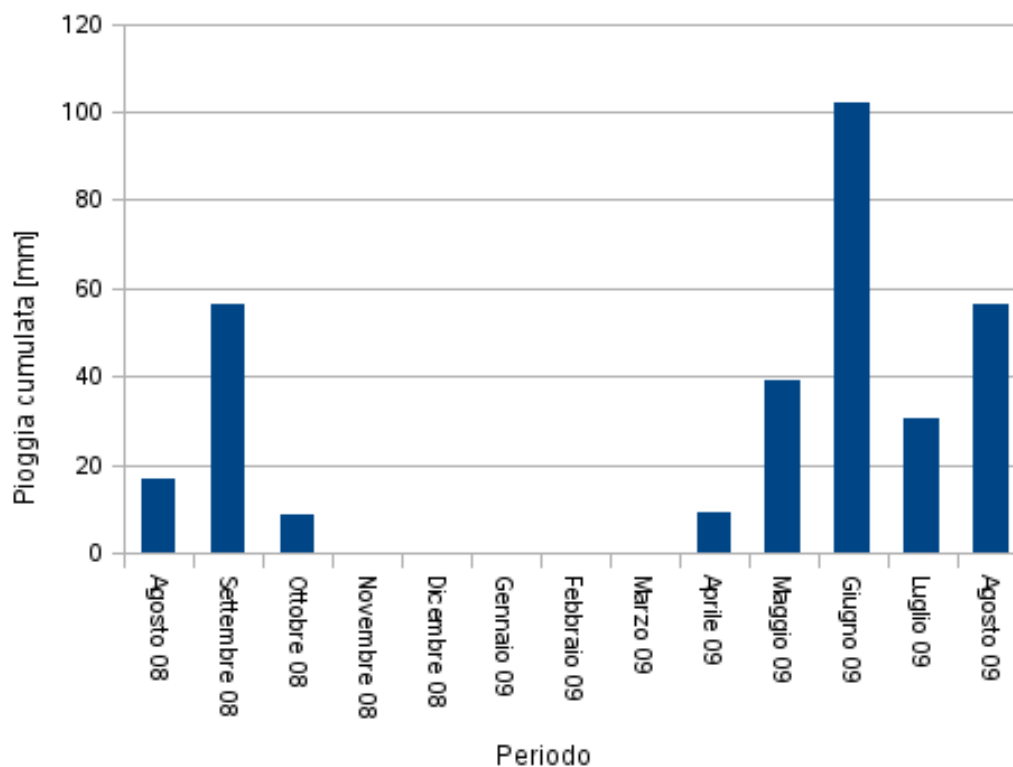


Di seguito sono riportati invece gli istogrammi delle cumulate mensili di pioggia.

### Stazione Pontechianale (CN)



## Stazione Pian delle Baracche pluviometro



Dal confronto dei grafici derivano alcune considerazioni di carattere generale utili ad una maggiore comprensione delle condizioni che hanno contribuito alla mobilitazione della frana di Grange Orgiera.

I diagrammi inerenti al massimo mensile dello spessore di neve al suolo danno un'indicazione, seppure con valenza puntuale, sul quantitativo di acqua che è stato immagazzinato nel manto nevoso e, alla fusione di questo, restituito al versante come acqua equivalente. A tal proposito si ricorda che la fusione di un 1 cm di neve compattata equivale a 2 mm di pioggia circa. L'acqua derivante dalla fusione del manto nevoso si infiltra nel terreno giocando il ruolo di pioggia antecedente, un'importante causa predisponente per i fenomeni franosi della tipologia qui trattata.

Le piogge hanno subito una validazione ragionata di secondo livello tramite il confronto dei valori di pioggia registrati ed i valori di neve fresca misurata dai sensori appartenenti alla medesima stazione. Così facendo è possibile distinguere la natura dell'acqua misurata dai pluviometri, cioè se derivante da pioggia o dalla fusione di neve accumulatasi sulla bocca dello strumento. L'acqua derivante dalla neve fresca viene dunque sottratta alla cumulata mensile di pioggia ottenendo così il valore reale del contributo idrico delle piogge. A tal proposito si ricorda che alla fusione di 1 cm di neve fresca corrisponde 1 mm di acqua circa.

Il valore reale dell'acqua antecedente è ricavabile sommando il valore di acqua equivalente deducibile dalla variazione mensile del massimo spessore del manto nevoso

sommato al valore della cumulata del mese considerato. Per un intervallo comprendente più mesi, tali risultanti valori vanno sommati.

Ciò premesso, considerando come periodo di influenza dell'acqua antecedente i 60 giorni precedenti, prassi utilizzata in letteratura, l'acqua presente nel terreno, nell'intorno delle stazioni di riferimento, alla fine del mese di luglio 2009 si aggirava verosimilmente intorno ai seguenti valori:

- Pontechianale: 89,6 mm;
- Pian delle Baracche: 680 mm.

Il valore più significativo per il sito in frana è sicuramente quello di Pian delle Baracche, data la minor distanza da questo e vista la maggior similitudine di quota. Tuttavia il versante in cui è sita la stazione meteorologica è esposto a Nord in opposizione al versante del sito in frana, di conseguenza i valori calcolati di acqua antecedente potrebbero essere leggermente sovrastimati.

## 2 – LA FRANA DI GRANGE ORGIERA, COMUNE DI SAMPEYRE

Arpa Piemonte – SC22 Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche  
Arpa Piemonte – SC15 Prevenzione Territoriale del Rischio Geologico della Provincia di Cuneo

### Inquadramento geografico-geomorfologico

La frana è ubicata sul versante esposto a meridione sottostante la dorsale di spartiacque tra la valle Po e la valle Varaita, individuata dai rilievi di Punta delle Guglie (q. 2753 m) e Punta Rasciassa (q. 2664 m), in sinistra idrografica del torrente Varaita, a monte dell'abitato di Villar (q. 1090 m) (cfr. Figura 2.1).

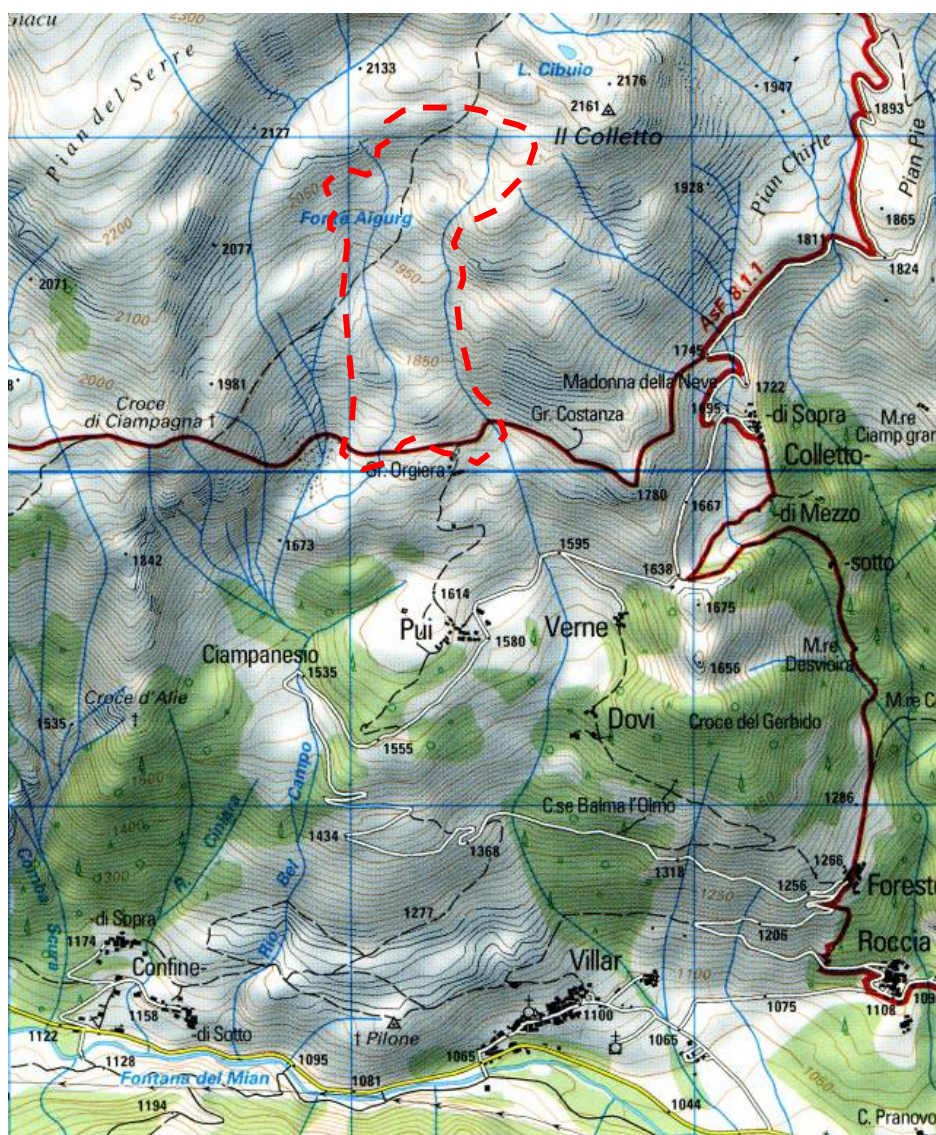


Figura 2.1 – Stralcio cartografia IGN scala 1:25.000 (progetto Alpi senza Frontiere) con localizzazione indicativa del dissesto (linea tratteggiata rossa). Figura non in scala

Il pendio, nel tratto compreso tra il fondovalle Varaita (q. 1080 m) e la cresta soprastante il Pian delle Serre (q. 2300 m), è caratterizzato da una pendenza media di 20°; le pendenze maggiori pari a circa 25° si riscontrano nel tratto compreso tra il fondovalle e la quota di 1550 m, individuabile immediatamente a valle della borgata di Pui mentre il settore attualmente in frana si contraddistingue per un'inclinazione media di 18°.



La copertura vegetale del versante è rappresentata da arbusti e alberi ad alto fusto nel settore inferiore, più acclive e detritico; nel settore medio-alto prevale nettamente il prato-pascolo.

Per quanto riguarda gli insediamenti urbani nel settore medio-inferiore sono presenti piccole borgate e grange utilizzate in funzione dell'attività di malgaria: Orgiera, Costanza, Pui, Ciampanesio, Vernè, Dovi.

L'area è già nota per eventi franosi avvenuti in passato e ancora ben riconoscibili sia sul terreno sia attraverso lo studio delle foto aeree. A scala di versante il settore sinistro idrografico della valle, a monte degli abitati di Villar e Casteldelfino, è interessato da una estesa deformazione gravitativa profonda che coinvolge circa 20 km<sup>2</sup> di territorio. In questo contesto si inserisce la frana di Grange Orgiera che rappresenta la riattivazione di un movimento gravitativo più esteso, ma analogo per tipologia, a sua volta sovrapposto ad una frana di tipo complesso il cui accumulo ha raggiunto in passato il fondovalle. Sulla base dell'esame aereo-fotogrammetrico si può affermare che le riattivazioni più recenti, i cui accumuli risultano ancora ben visibili sul terreno, si sono sempre arrestate a monte delle frazioni di Pui e Ciampanesio.

### **Inquadramento geologico**

Le informazioni di carattere geologico sono reperibili sulla cartografia geologica nazionale alla scala 1:100.000, foglio 79 – Dronero e delle relative tavolette di dettaglio a scala 1:25.000 (cfr. Figura 2.2).

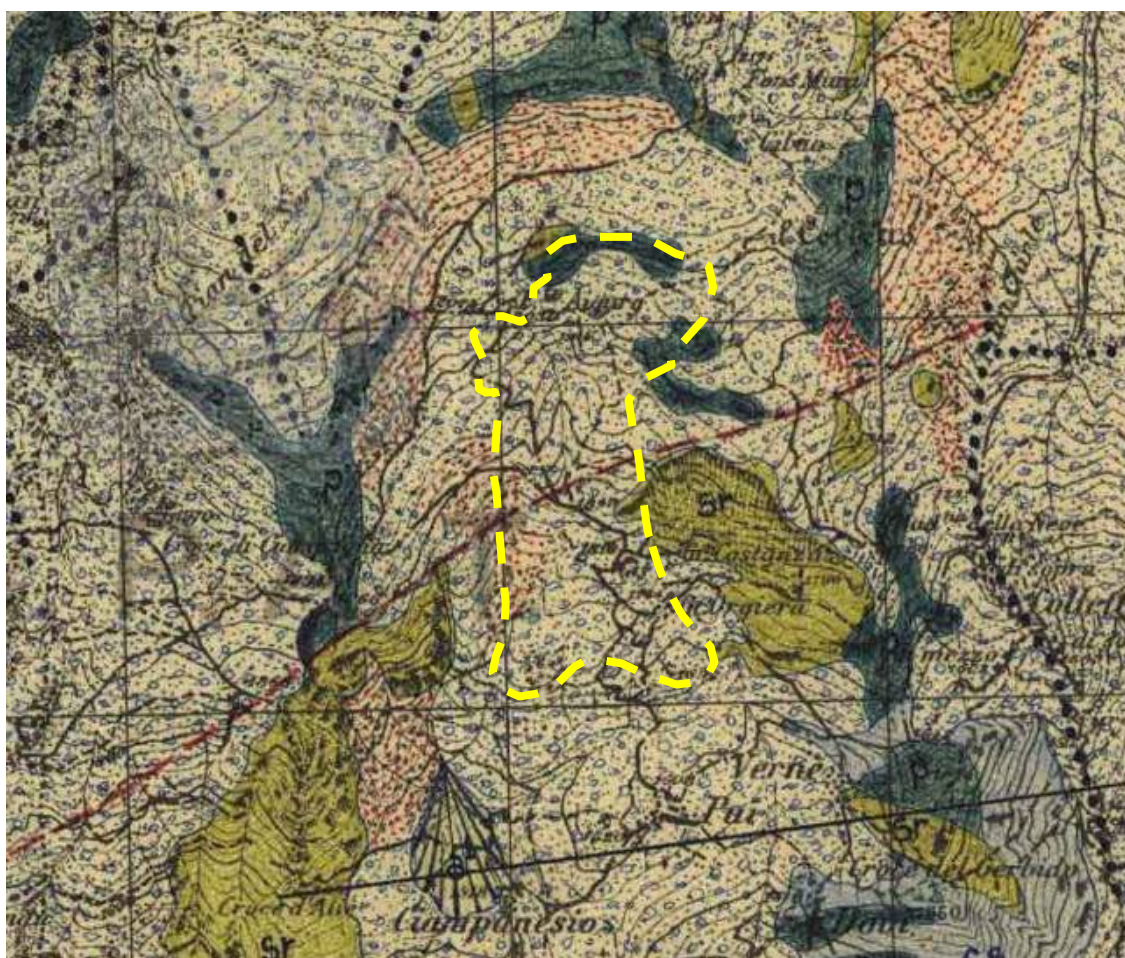


Figura 2.2 – Stralcio cartografia IGM scala 1:25.000 con rilevamento geologico di dettaglio dell'area interessata dalla frana; la localizzazione del dissesto è indicativa (linea tratteggiata gialla). Figura non in scala

Il substrato che costituisce il versante a monte dell'abitato di Villar è riferibile interamente al Complesso dei Calcescisti Ofiolitiferi. Nel settore inferiore, indicativamente nel tratto compreso tra il fondovalle Varaita e i 1900 m di quota, a monte delle Grange Orgiera, sono presenti serpentiniti, serpentinoscisti e cloritoscisti; le stesse litologie affiorano più a monte, in una scaglia in prossimità della Fonte Aigurg (detta localmente "Girula"). Nel settore superiore le rocce che costituiscono l'ossatura del versante sono rappresentate da prasiniti anfiboliche, clorotiche ed epidotiche e da masse di metagabbri, metaporfiriti e metadiabasi. Le due zone litologiche sono poste in contatto da una faglia.

Ampi settori di versante sono caratterizzati dalla presenza di estesi depositi detritici di natura principalmente gravitativa e secondariamente di origine glaciale, contraddistinti da un avanzato processo di argillificazione.

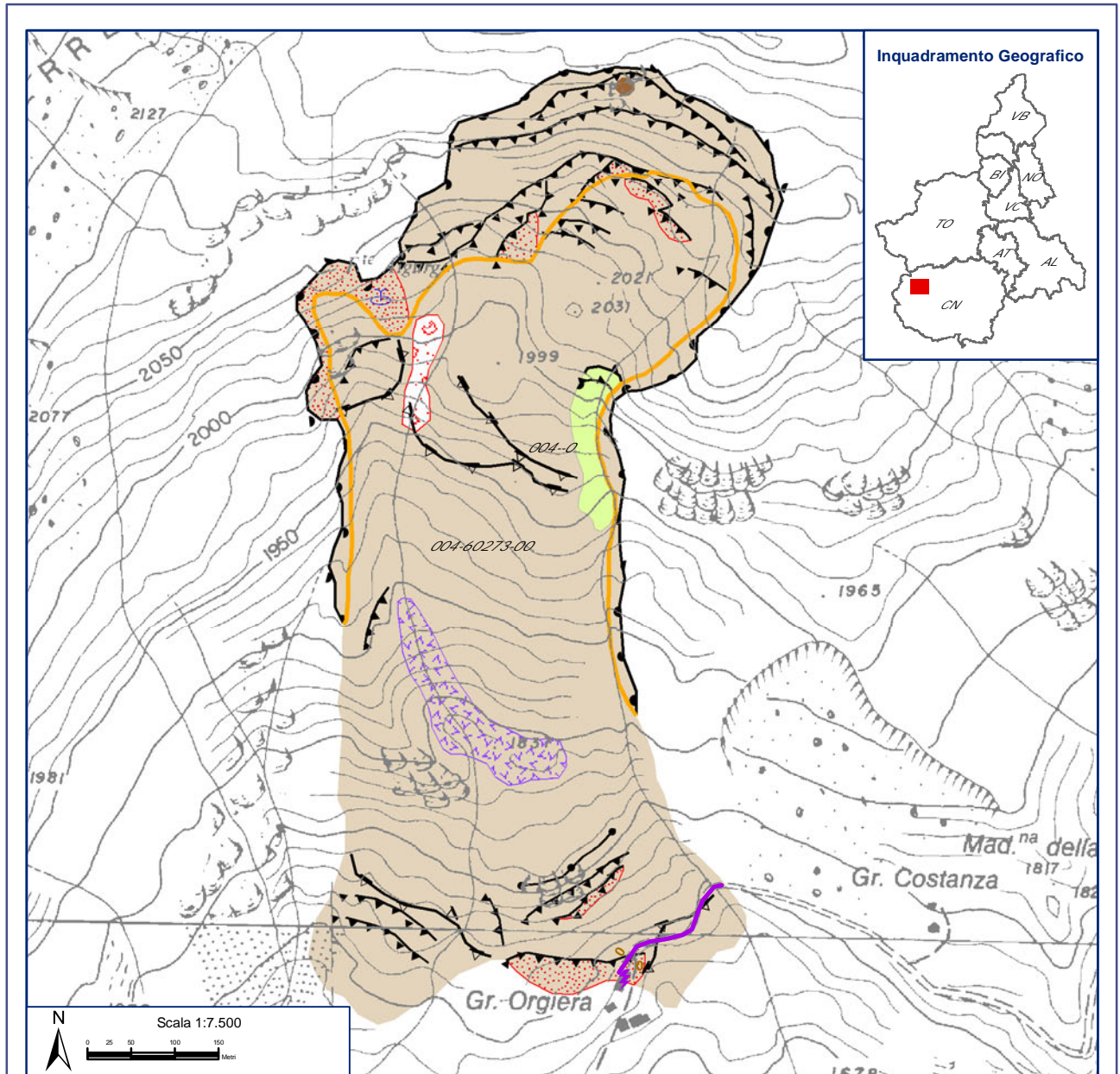
Sulla base delle osservazioni di terreno si può sostanzialmente confermare il quadro riportato dalla cartografia geologica ufficiale, così come la presenza di scaglie di rocce cataclosate, localmente argillificate, confermerebbe la presenza del lineamento tettonico citato.

### **Descrizione della frana**

Si tratta di un fenomeno franoso complesso, inquadrabile come scivolamento rotazionale con evoluzione in colamento, che coinvolge materiale detritico di varia pezzatura in abbondante matrice argillosa, corrispondente ad estesi accumuli di precedenti movimenti gravitativi; complessivamente il dissesto, perimetrato mediante l'utilizzo del GPS, copre una superficie di circa 0,40 km<sup>2</sup> (cfr. cartografia SIFRAP, Figura 2.3). La zona di distacco è situata ad una quota di circa 2140 m e presenta uno sviluppo di circa 850 m; il fronte dell'accumulo è posizionato alla quota di 1720 m, in corrispondenza delle Grange Orgiera, e si estende per circa 650 m (cfr. Figure 2.4 a/b).

La nicchia principale è in continuo e progressivo arretramento (cfr. Figure 2.5 a/b), mentre il fronte dopo aver fatto registrare velocità di avanzamento di 4-5 metri al giorno, ha rallentato in modo significativo, attestandosi a spostamenti quantificabili in pochi decimetri al giorno. Segni di attività della frana sono stati osservati a partire dalla fine del mese di giugno ma i primi dati certi di movimenti risalgono al 7 luglio. In 20 giorni, a partire da tale data, si è registrato uno spostamento del fronte tra i 60 e gli 80 metri, di cui la maggior parte tra il 15 e il 25 di luglio (cfr. Figure 2.6 a/b).

Per quanto riguarda la dinamica di spostamento della massa in frana in prossimità del coronamento si ha una prevalenza di movimenti di tipo rotazionale, mentre l'accumulo si comporta come un colamento lento pur essendo caratterizzato da una velocità di avanzamento estremamente elevata per questo tipo di fenomeni. Localmente, in particolare lungo il margine laterale sinistro orografico, si è osservata una parziale evoluzione in colamento veloce; tale situazione si ritrova anche sul fronte in destra orografica ma con fenomeni molto più ridotti.



**LEGENDA**

**Strumentazione**

- Topografico/GPS
- Clinometro
- Distometro a nastro
- Estensimetro a filo
- Inclinometro
- Inclinometro fisso
- TDR
- Misuratore di giunti
- Piezometro

**Sondaggi**

- Sondaggi

**Danni**

- Danni puntuali
- Danni lineari

**Frane**

- n.d.
- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslattivo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- DGPV
- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree soggette a sprofondamenti diffusi
- Aree soggette a frane superficiali diffuse
- Settore CARG
- Frane puntuali
- Frane lineari

**Elementi morfologici puntuali**

- Blocco mobilizzato per caduta massi
- Elemento lapideo di dimensioni rilevanti
- Emergenza idrica
- Punto di assorbimento idrico

**Elementi morfologici lineari**

- Scarpa principale
- Scarpa secondaria
- Scarpa antropica
- Contropendenza
- Depressione allungata
- Frattura/trincea
- Margine di frattura/trincea
- Limite di accumulo secondario

**Elementi morfologici poligonali**

- Area con indizi di instabilità
- Area con ondulazioni
- Area con ruscellamento concentrato
- Campo di detrito
- Depressione chiusa
- Accumulo detritico alla base del versante
- Scarpa

- 001-00058-00* Codice identificativo frana
- I6SZPA1** Codice identificativo strumento
- 181** Codice identificativo danno

**Fig. 2.3**

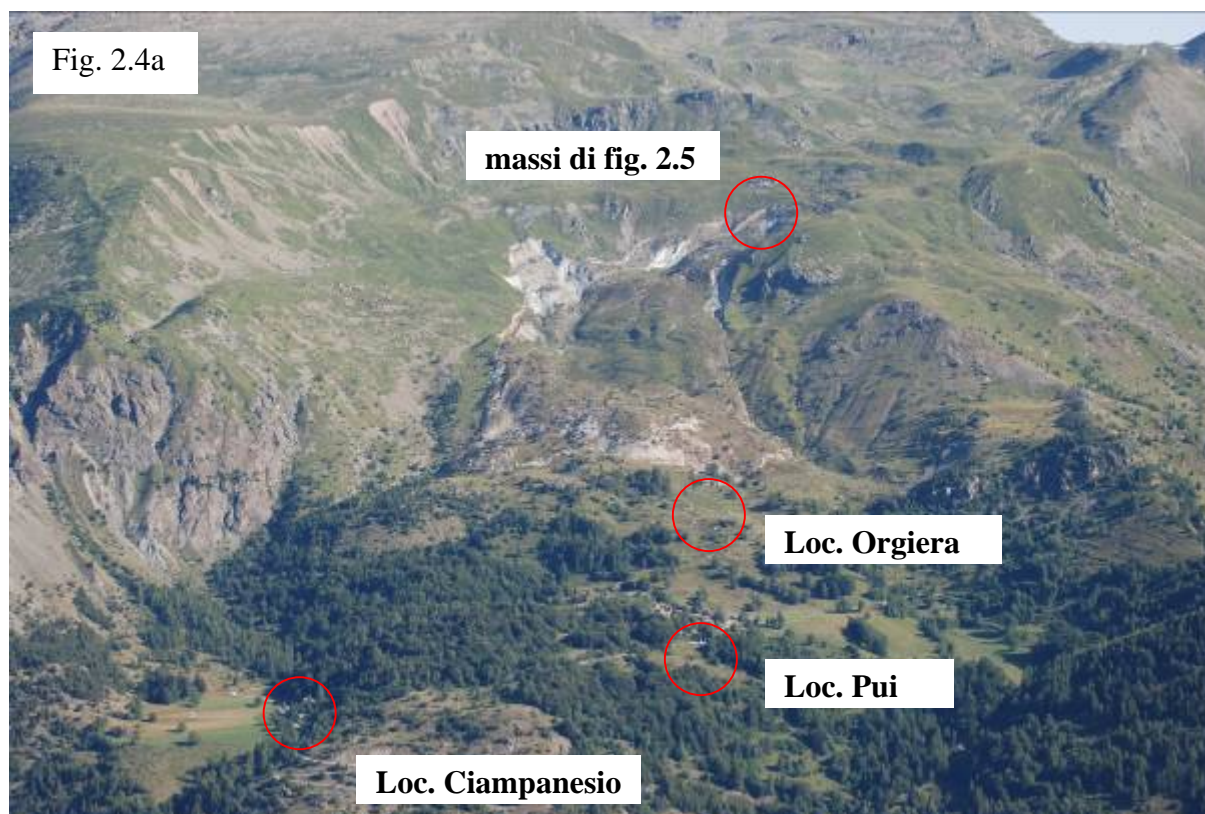


Figura 2.4 – Foto panoramica del versante interessato dalla frana (fig. 2.4a) e particolare dell'area in dissesto (fig. 2.4b). Le foto sono state scattate dal versante opposto nei pressi del colle di Sampeyre.



*Figura 2.5 – Massi in corrispondenza del coronamento della frana che evidenziano la dislocazione avvenuta tra il 15/07/09 (fig. 2.5a) e il 25/07/09 (fig. 2.5b).*



*Figura 2.6 – Vista panoramica verso ovest del fronte della frana; è ben visibile l'avanzamento avvenuto tra il 15/07/09 (fig. 2.6a) e il 25/07/09 (fig. 2.65b)*

## **Cause del dissesto**

Le cause predisponenti al movimento franoso in atto sono da ricercare nella costituzione litologica del versante e nella presenza di estesi e potenti accumuli di materiale fine, limoso-argilloso che possono essere collegati alla presenza del lineamento tettonico già citato; le cause innescanti sono individuabili nelle intense precipitazioni nevose dell'inverno 2008/2009 e nelle successive piogge primaverili che hanno determinato una completa saturazione degli orizzonti a componente argillosa presenti nel sottosuolo.

## **Dati storici**

Negli archivi dell'Arpa Piemonte non sono presenti notizie relative all'attivazione di dissesti franosi nel settore medio-alto del versante. La sola notizia storica attinente con il settore preso in considerazione riguarda l'attivazione di una frana nel 1665 che investì l'abitato di Villar provocando gravi danni al nucleo abitato (codice Sifrap 0046027200).

## **Dati interferometrici**

Arpa Piemonte, negli ultimi anni sta utilizzando per il monitoraggio del territorio una nuova tecnologia che consente, mediante tecniche esclusive (tecnica radar interferometrica – PSInSAR<sup>TM</sup>) di telerilevamento, di individuare i punti fisici, denominati permanent scatterers (PS), di monitoraggio di spostamenti dell'ordine di grandezza del millimetro su tutto il territorio regionale.

I PS vengono individuati sulle immagini con metodi statistici e corrispondono generalmente a bersagli quali edifici, oggetti metallici, antenne, pali, rocce esposte, per i quali le caratteristiche di riflessione dell'onda radar si mantengono stabili nella maggior parte delle immagini radar utilizzate. Questo consente di confrontare quantitativamente le riflessioni dello stesso oggetto in diverse immagini e, operando sulle differenze di fase dell'onda riflessa, di misurare gli spostamenti millimetrici del bersaglio rispetto al sensore del satellite lungo una direzione denominata linea di vista. Essendo la tecnica (PSInSAR<sup>TM</sup>) particolarmente idonea all'identificazione ed alla definizione delle deformazioni ad evoluzione lenta, essa offre un importante mezzo di analisi nello studio dei fenomeni franosi. Per l'area in esame sono state elaborate le immagini radar relative al periodo di osservazione compreso tra il 1992 e il 2001 (piattaforme satellitari ERS1 ed ERS2 dell'Agenzia Spaziale Europea). Il dataset di elaborazione da cui derivano le successive interpretazioni è Fossano ERS1 discendente e l'area in studio si trova ad una distanza lineare di circa 25 km dal punto di riferimento del dataset, posto presso il comune di Piasco e con una deviazione standard media di  $\pm 0,4$  mm. La morfologia e l'esposizione del versante coinvolto dal fenomeno gravitativo si presentano molto favorevoli per l'applicabilità della tecnica, invece la copertura del suolo limita considerevolmente la probabilità di reperire buoni bersagli nell'area.

Ciò nonostante, l'analisi eseguita ha messo in evidenza alcune porzioni, visibilmente più decorticate rispetto all'insieme del sistema versante, di notevole interesse e cariche di significato per l'interpretazione evolutiva del fenomeno in studio (cfr. Figure 2.7 e 2.8). Tali aree successivamente confermate a seguito di un rilievo di terreno (cfr. Figure 2.9 e 2.10) si posizionano sulla spalla sinistra della zona di coronamento del fenomeno dove una considerevole nuvola di bersagli identificati da porzioni lapidee esposte presentano indizi di deformazione continua nell'arco temporale 92/01 dell'ordine dei 6 - 8 mm/a. La distribuzione dei bersagli lungo questa parte del fenomeno è oltremodo interessante poiché, da quanto emerso da rilievo di terreno, mettono in evidenza la porzione che ha avuto il collasso più evidente durante l'evento dello scorso luglio.

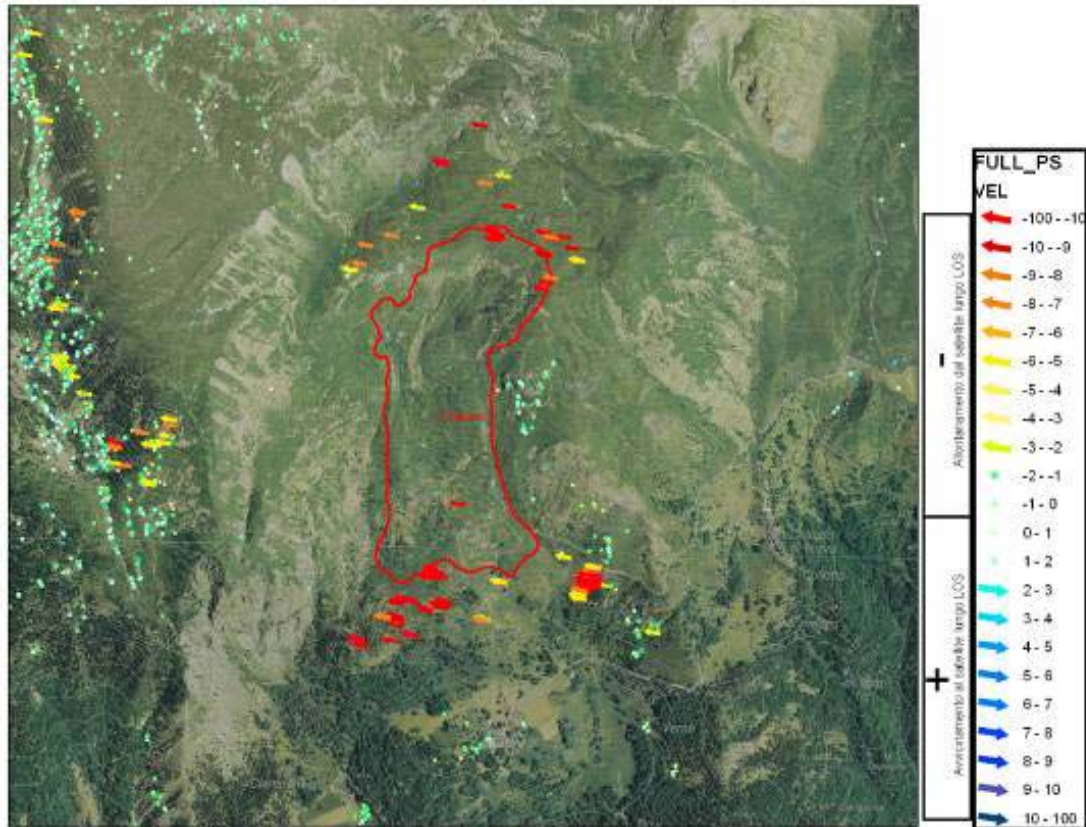


Figura 2.7 – Inquadramento generale e diffusione del seminato PS nell’area in studio



Figura 2.8 – Panoramica dell’area del coronamento a seguito dell’evento del luglio 2009



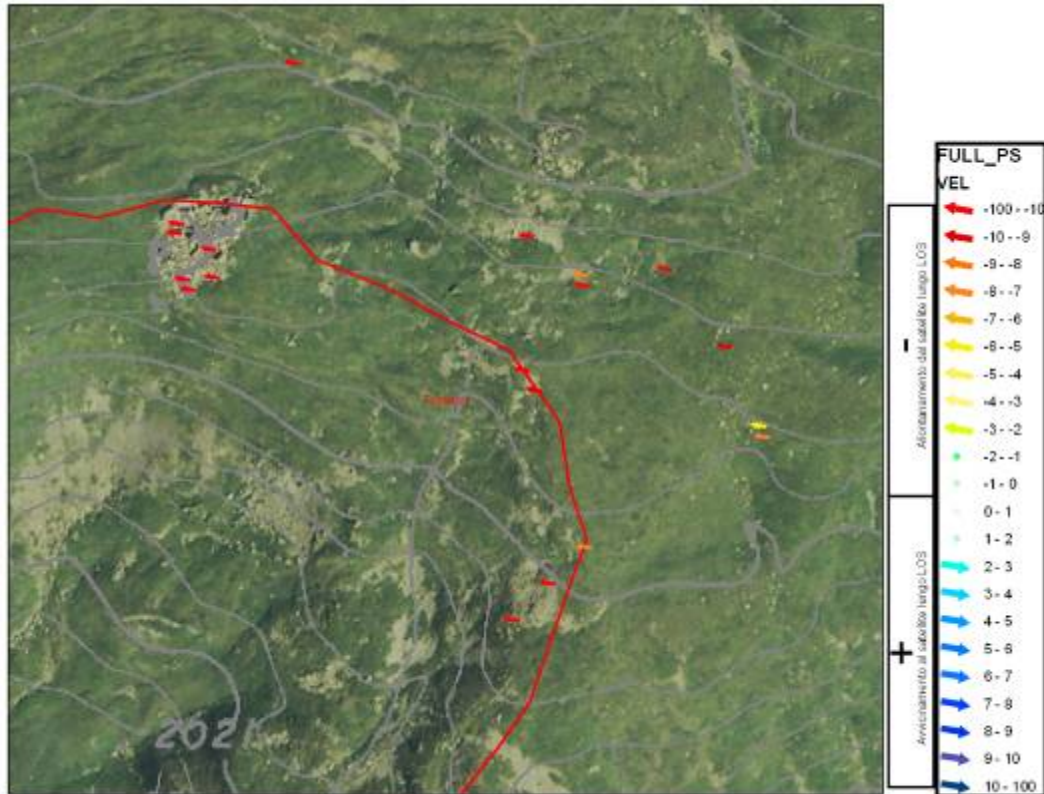


Figura 2.9 – Particolare della spalla sinistra del coronamento dove si evidenziano i maggiori movimenti caratterizzati dai più evidenti segni precursori.



Figura 2.10 – Identificazione di una porzione dell'ammasso disarticolato segnalata come bersaglio interferometrico

Degno di nota è il fatto che all'interno dell'area in frana, seppur considerevole la diffusione di elementi fisici deputabili a bersagli interferometrici, il dataset analizzato non presenta alcun PS. La perdita di coerenza di superfici esposte presenti nel corpo di frana può essere giustificata dal fatto che la velocità di deformazione dell'intero corpo di frana, nel periodo antecedente l'accelerazione oggetto della presente relazione, si attestava su valori superiori alla soglia di rilevamento della tecnica interferometrica ( $>$  di 2.8 cm tra due acquisizioni consecutive). Tale soglia, infatti, produce un cambiamento delle condizioni di riflettività dell'oggetto tale da non essere più distinto nell'acquisizione successiva. Il seminato in deformazione posto al piede del fenomeno invece, a seguito dell'approfondimento eseguito sul terreno, è stato valutato del tutto estraneo e non connesso con l'evento franoso in oggetto ma ricollegabile a delle deformazioni di alcune piccole coltri di detrito superficiale che si detensionano continuamente a causa dei cicli di gelo e disgelo (cfr. Figure 2.11 e 2.12).

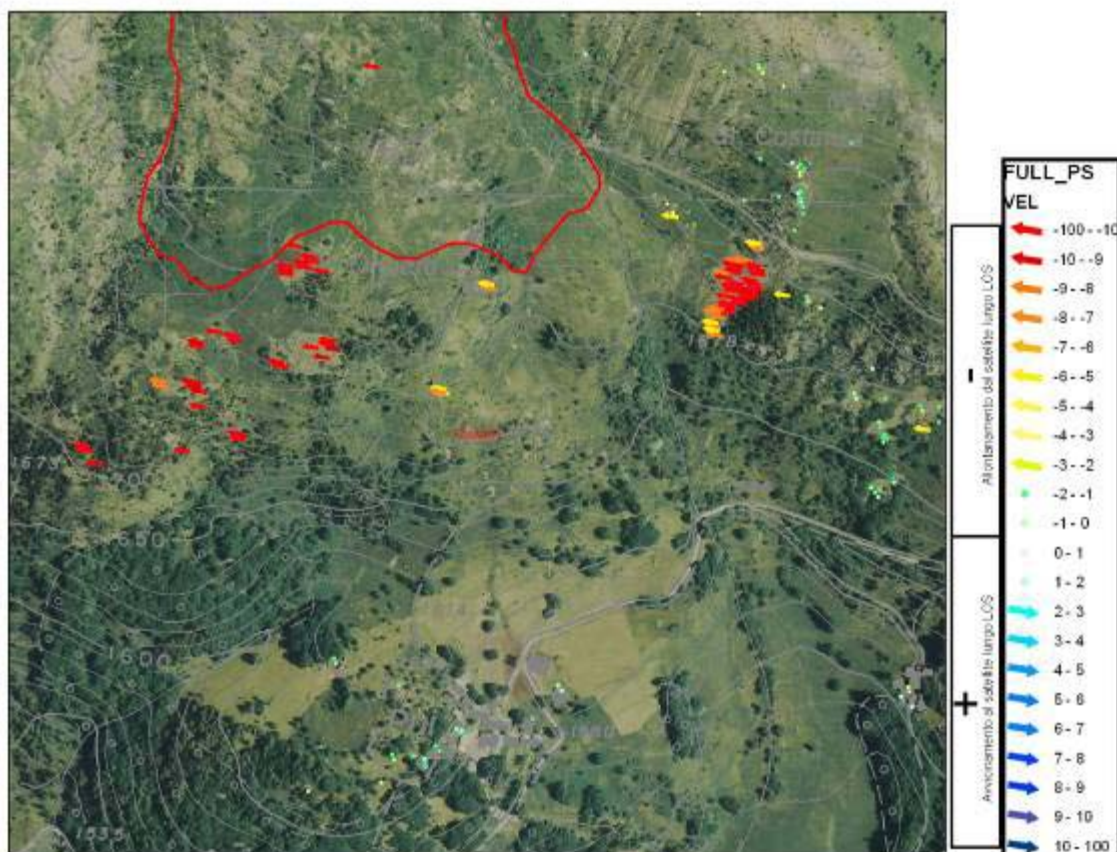


Figura 2.11 – Particolare ingrandimento dell'area al piede del fenomeno. I PS sono posti tutti all'esterno dell'effettivo perimetro di frana.



*Figura 2.12 – Panoramica che rappresenta i bersagli della zona al di sotto dell'unghia del fenomeno. I bersagli sono rappresentati da porzioni lapidee in posto o campi di detrito poco coerente.*

### **Danni**

Il fronte dell'accumulo ha sormontato una stalla, la cui costruzione risale al 1984, caratterizzata da struttura in cemento armato con tetto in lamiera ubicata poco a nord del nucleo storico di Grange Orgiera (cfr. Figure 13 a/b). La strada di accesso alle Grange Orgiera è stata asportata per un tratto di circa 170 m.

### **Interventi realizzati**

A far data dal 22 luglio le borgate di Ciampanesio, Pui, Vernè e Dovi sono state soggette ad ordinanza di evacuazione, progressivamente revocata nel mese di agosto in relazione al rallentamento della frana stessa. Nel corso della fase parossistica di movimento è stato effettuato un monitoraggio visivo giornaliero; i movimenti in corrispondenza del fronte sono stati valutati mediante misure con bindella metrica tra il fronte stesso e allineamenti di picchetti disposti immediatamente a valle.

### **Possibile evoluzione dei processi**

L'evoluzione del settore è ipotizzabile dall'attuale comportamento della frana e dalle osservazioni morfologiche effettuate mediante studio fotointerpretativo. Allo stato attuale delle conoscenze si ritiene che il dissesto possa continuare ad avanzare lentamente con possibili nuove accelerazioni in caso di piogge intense e prolungate. In tal caso si sottolinea che, a causa della vastità del fenomeno, l'eventuale risposta ad una ulteriore apporto di acqua piovana potrebbe avvenire con un ritardo temporale, peraltro difficilmente quantificabile. Per ora non si ritiene che tali movimenti possano interessare direttamente le borgate sottostanti, in particolare Pui, fatta eccezione per l'eventuale rotolamento di massi dal fronte della frana, la cui pericolosità comunque non deve essere sottovalutata.

Temporalmente intensi ma di breve durata potrebbero invece causare locali colamenti veloci per la fluidificazione dei terreni smossi dalla frana, in particolare in corrispondenza dei margini laterali del dissesto. Tali fenomeni pur pericolosi in quanto molto rapidi, dovrebbero comunque avere dimensioni contenute.



*Figura 2.13 – Dettaglio della stalla in loc. Orgiera, ancora integra il 15/07/09 (fig. 2.13a) e quasi completamente distrutta dalla frana il 25/07/09 (fig. 2.13b)*

### 3 – MONITORAGGIO DEL FENOMENO FRANOSO

#### Sistema di controllo della frana mediante capisaldi GPS e distanziometrici

*Arpa Piemonte – SC22 Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche*

Nell'ottica di porre sotto controllo strumentale il fenomeno franoso e di ottenere quindi informazioni sulle velocità di movimento di alcuni settori del versante, in seguito ai sopralluoghi svoltisi nei mesi di luglio ed agosto 2009, è stata proposta all'Amministrazione comunale la realizzazione e la gestione da parte dell'Agenzia di una rete di capisaldi topografici GPS e distanziometrici.

Nel corso di un ulteriore verifica sul terreno, il giorno 25 agosto i tecnici Arpa hanno individuato i settori in dissesto più significativi ai fini del monitoraggio. In tale occasione sono inoltre stati individuati e segnalati all'Ufficio Tecnico comunale i luoghi ove realizzare due dei tre capisaldi GPS esterni di riferimento. Per la realizzazione degli stessi sono state fornite adeguate specifiche e raccomandazioni. L'installazione dei capisaldi topografici GPS e distanziometrici sul fenomeno franoso è avvenuta in tre distinti momenti:

27/08/2009: installazione di 12 capisaldi GPS (denominati con n° progressivo da 1 a 12) e di 2 capisaldi distanziometrici (denominati A e B), costituenti la base AB;

19/10/2009: installazione di 3 capisaldi GPS (denominati con n° progressivo da 13 a 15);

30/10/2009: installazione, ad opera del Comune, di un ulteriore caposaldo GPS (denominato 16).

Al momento la rete di controllo risulta così costituita:

- 16 capisaldi topografici GPS posti sul fenomeno franoso;
- 3 capisaldi topografici GPS di riferimento, esterni al fenomeno franoso;
- 1 base distanziometrica.

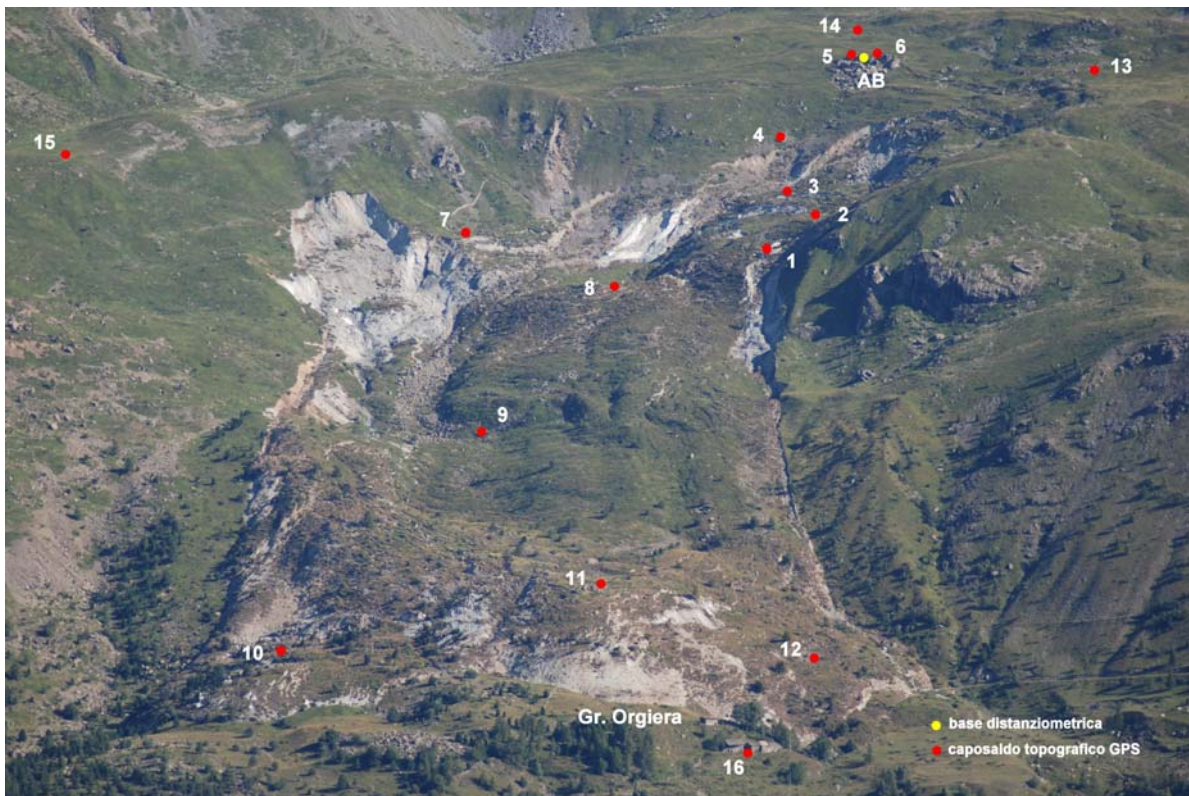


Figura 3.1 – Ubicazione dei capisaldi su fotografia panoramica scattata dal versante opposto

I capisaldi topografici GPS sono costituiti da supporti filettati infissi su affioramenti rocciosi e/o su manufatti, sui quali viene posizionata, in occasione delle misure, un'antenna GPS, la quale rileva le coordinate del punto. Tramite accurate elaborazioni è possibile confrontare le coordinate acquisite in campagne successive e valutare quindi l'eventuale spostamento subito dal punto nel tempo intercorso.

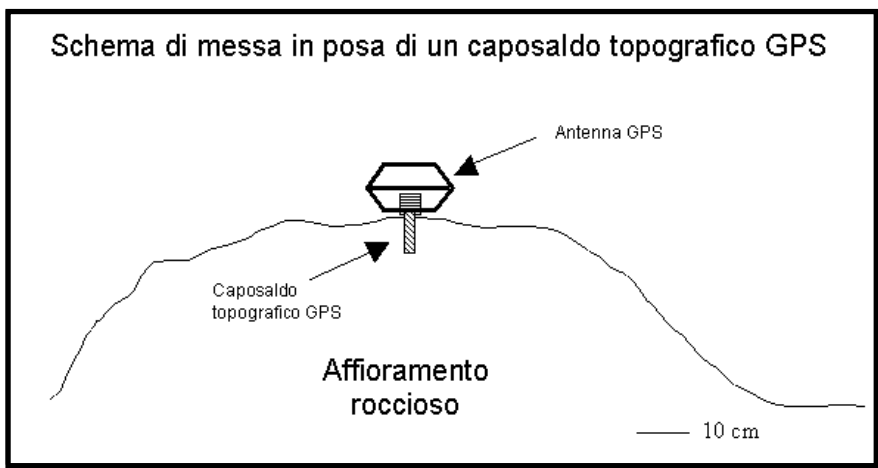


Figura 3.2 – Caposaldo GPS

Le basi distanziometriche consistono in due supporti filettati, infissi alle pareti opposte di una frattura; la loro distanza viene misurata manualmente tramite un apposito strumento (distanziometro). Il confronto tra misure eseguite in epoche successive permette di determinare eventuali variazioni della distanza tra le pareti opposte della discontinuità posta sotto controllo.

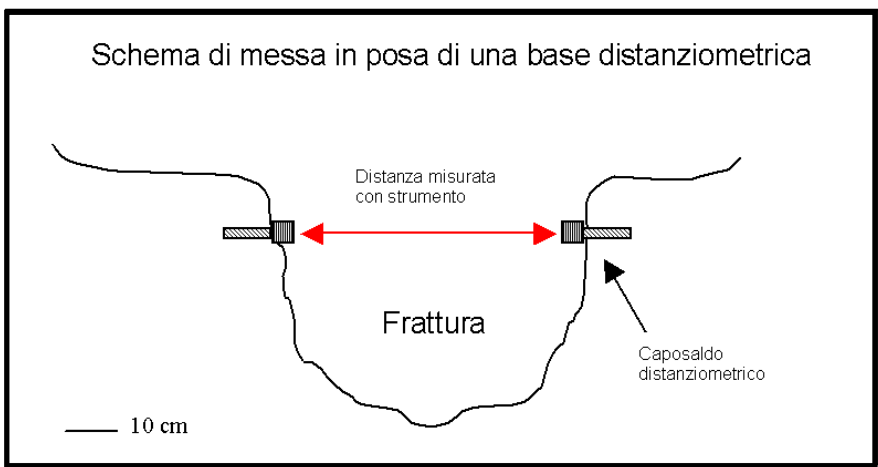


Figura 3.3 – Capisaldi distanziometrici

Nel corso dei prossimi anni, in base a quelle che saranno le risultanze strumentali, tale rete potrà essere integrata con ulteriori capisaldi.



*Figura 3.4 – Installazione del caposaldo G4SMPAC in località Pian Piè ad opera dei tecnici di Arpa Piemonte*



*Figura 3.5 – Caposaldo G4SMPAB realizzato dall'Ufficio Tecnico Comunale in località Confine di Sopra*

Il giorno 9 settembre 2009 è stata effettuata la lettura di origine dei capisaldi installati nel mese di agosto (12 GPS e 1 base distanziometrica); a tale misura verranno riferite tutte le successive letture di esercizio che su di essi verranno effettuate.



*Figura 3.6 – Ricevitore GPS in fase di acquisizione sul caposaldo G4SMPA7*

Su tali punti nelle giornate 15 e 19 ottobre 2009 è stata effettuata la prima lettura di esercizio.

Le elaborazioni dei dati rilevati, effettuate previa verifica di stabilità dei tre punti esterni di riferimento, evidenziano che nel periodo considerato i dodici capisaldi installati alla fine del mese di agosto si sono spostati di un'entità compresa fra i 6.50 cm del caposaldo 10 ed i 59.55 cm del caposaldo 3.

I dati indicano che tali punti si sono mossi coerentemente con la direzione di massima pendenza locale del versante.

Infine è stata effettuata la misurazione della base distanziometrica AB che, nel periodo compreso tra il 10 settembre 2009 e il 15 ottobre 2009, ha evidenziato un aumento della distanza tra le pareti opposte della frattura posta sotto controllo di 2.60 cm.

L'insieme delle risultanze ha evidenziato come tutta l'area posta sotto controllo manifesti tuttora movimenti in atto, in particolare il settore medio-alto del fenomeno franoso dove tali movimenti sono particolarmente significativi (figura 3.7).



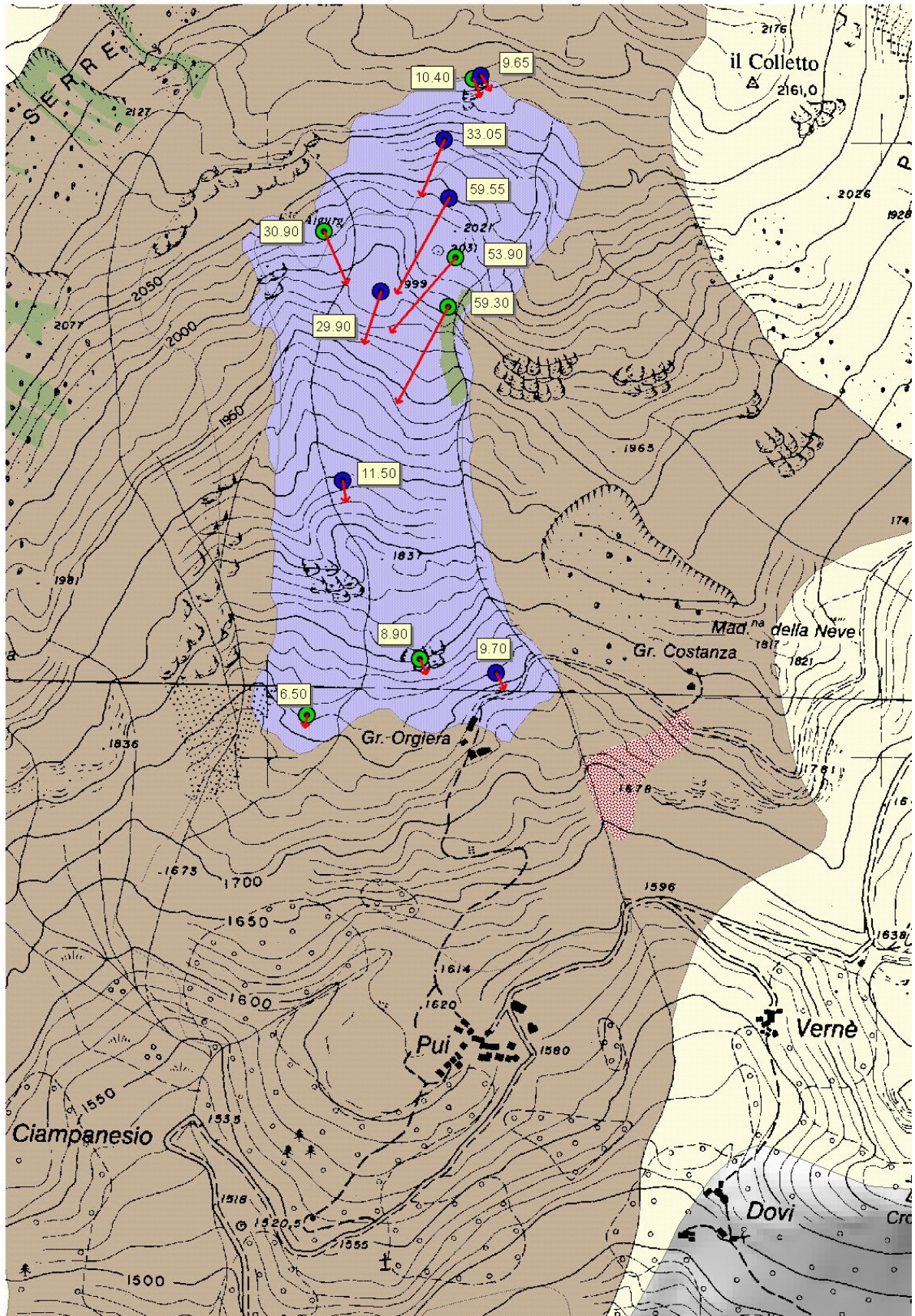


Figura 3.7 – Entità (cm) e direzione dei movimenti rilevati dai capisaldi topografici GPS nel periodo 9 settembre 2009 – 15/19 settembre 2009 (in verde i capisaldi misurati il 15 settembre, in blu i capisaldi misurati il 19 settembre)

Il giorno 25 novembre 2009 è stata organizzata una campagna di misure al fine di effettuare la lettura di origine dei capisaldi GPS 13, 14, 15 e 16, installati nel corso del mese di ottobre. In tal modo sarà possibile, nella primavera 2010, poter effettuare anche su questi punti una lettura di esercizio.

In tale giornata si è inoltre colta l'occasione per effettuare la seconda lettura di esercizio dei capisaldi GPS 4, 5, 8 e 12, in quanto ritenuti particolarmente significativi ai fini del monitoraggio per via della loro ubicazione, e della base distanziometrica AB.

Le elaborazioni dei dati rilevati, effettuate previa verifica di stabilità dei tre punti esterni di riferimento, evidenziano che nel periodo compreso tra la prima (ottobre 2009) e la seconda (novembre 2009) lettura di esercizio, i 4 capisaldi si sono spostati di un'entità compresa fra i 6.15 cm del caposaldo 12 ed i 22.10 cm del caposaldo 4 (figura 3.8).

I dati indicano che tali punti si sono mossi coerentemente con la direzione di massima pendenza locale del versante. Tali dati confermano ancora un significativo stato di attività del fenomeno franoso.

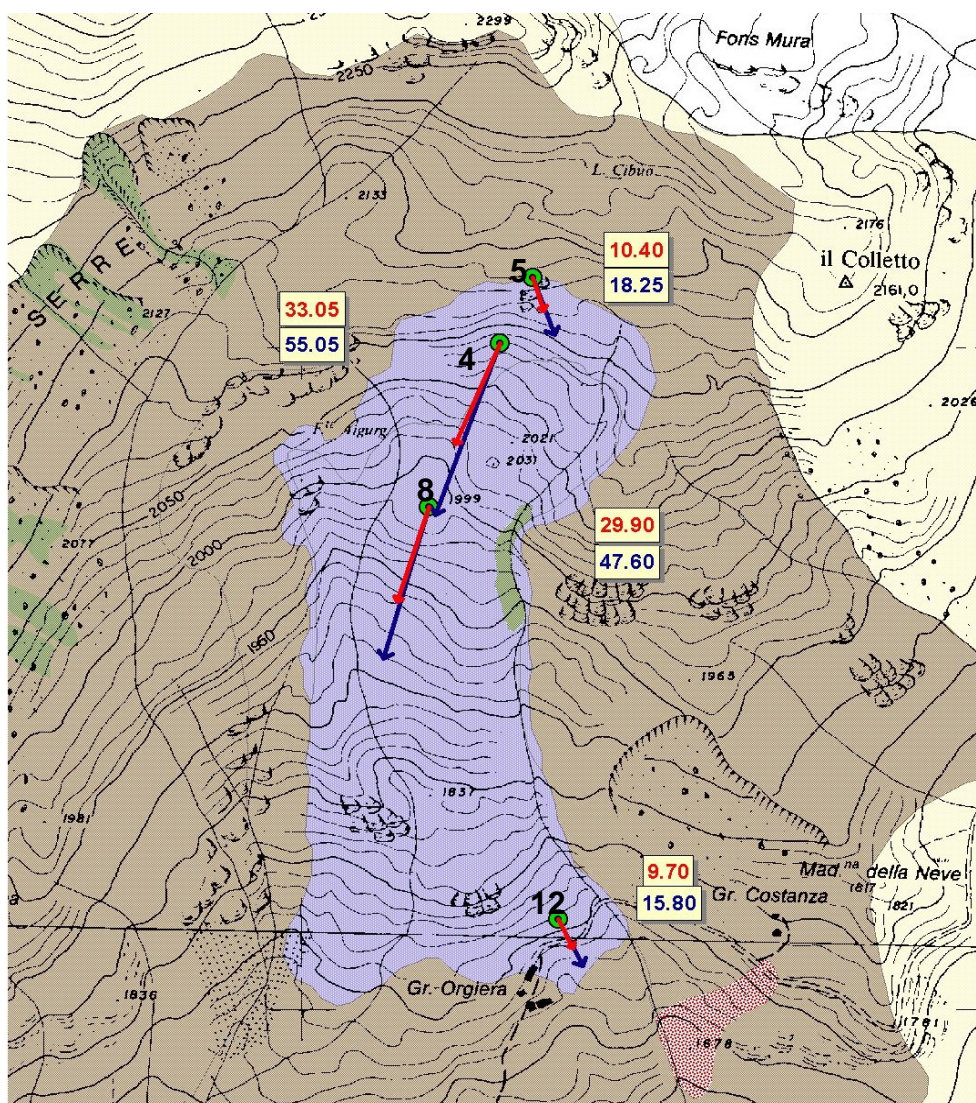


Figura 3.8 - Entità (cm) e direzione dei movimenti rilevati dai capisaldi GPS 4, 5, 8 e 12, rispetto alla lettura di origine (settembre 2009); i vettori rossi si riferiscono ai valori registrati durante la prima lettura di esercizio (ottobre 2009), i vettori blu si riferiscono ai valori registrati durante la seconda lettura di esercizio (novembre 2009). I vettori non sono in scala con la carta.

La lettura di esercizio effettuata il giorno 25 novembre sulla base distanziometrica AB indica che, rispetto alla lettura di origine (settembre 2009), la distanza fra le pareti opposte della frattura posta sotto controllo è aumentata di 4.2 cm.



*Figura 3.9 - Frattura presente alla quota di 2130 m circa, posta sotto controllo mediante l'installazione della base distanziometrica AB. Tra il 10 settembre e il 25 novembre 2009, la distanza (linea tratteggiata gialla) tra i punti A e B è aumentata di 4.2 cm.*

Salvo particolari esigenze, Arpa Piemonte effettuerà le prossime letture di esercizio con cadenza semestrale.

## Acquisizione dati meteo e sistema di monitoraggio topografico

Regione Piemonte – Settore Protezione Civile e Sistema Antincendi Boschivi

CNR IRPI di Torino

A seguito di segnalazione del Settore Regionale Decentrato OOPP di Cuneo e richiesta di intervento avvenuta da parte del Comune di Sampeyre il giorno 29 luglio 2009, il Settore Protezione Civile e Sistema Antincendi Boschivi (A.I.B.) in stretta collaborazione con gruppo di Geo-monitoraggio del CNR IRPI di Torino, nell'ambito della convenzione in essere con il suddetto Ente di Ricerca, ha provveduto, a partire dal 31 luglio 2009, all'allestimento di un monitoraggio di protezione civile, attraverso l'istallazione di un sistema di acquisizione dati meteo e di un sistema di monitoraggio topografico.

La centralina meteo, posizionata per motivi logistici nel margine sinistro della frana in prossimità della stazione totale, è predisposta per l'acquisizione di dati barometrici, termici e pluviometrici, con sistema di comunicazione GPRS e aggiornamento continuo dei dati su un server fruibile via WEB da tutti gli Enti istituzionali interessati. L'istallazione di tale centralina, che ha la possibilità di essere configurata con sistema di allarmi inviati SMS al superamento di determinate soglie pluviometriche, si è resa utile per lo studio sull'evoluzione del movimento franoso vista l'assenza nelle vicinanze di stazioni meteorologiche automatiche della rete Arpa Piemonte.

Il monitoraggio topografico è stato realizzato attraverso l'istallazione di una stazione totale robotizzata alimentata da pannello solare e batteria tampone e di una rete di prismi. I dati vengono acquisiti tramite modem GSM attraverso un sistema di controllo remoto. L'acquisizione, l'analisi e la successiva validazione dei dati viene effettuata periodicamente dal CNR IRPI di Torino che redige reports con cadenza settimanale in condizioni ordinarie e cadenza giornaliera in condizioni di moderata e elevata criticità per rischio idrogeologico.



Figura 3.10 – Stazione meteo



Figura 3.11 – Stazione totale

La rete dei prismi, posizionata dallo stesso CNR IRPI di Torino, è al momento composta da 9 riflettori nella quasi totalità posizionati su pali metallici infissi nel terreno: 3 sono in posizione esterna all'area in frana, mentre i restanti 6 si trovano in corrispondenza del lobo sinistro del corpo di frana. Il prisma n. 6 è stato appositamente installato fuori frana oltre il piede della stessa con l'intento di verificare l'assenza di movimenti significativi di tale tratto di versante e per controllarne un eventuale coinvolgimento futuro. La scelta sull'ubicazione dei prismi in frana è stata fatta in considerazione del fatto che tale porzione di frana minaccia direttamente la borgata di Pui, che, ad una distanza di circa 500 m dall'unghia, ospita stagionalmente alcuni nuclei familiari.

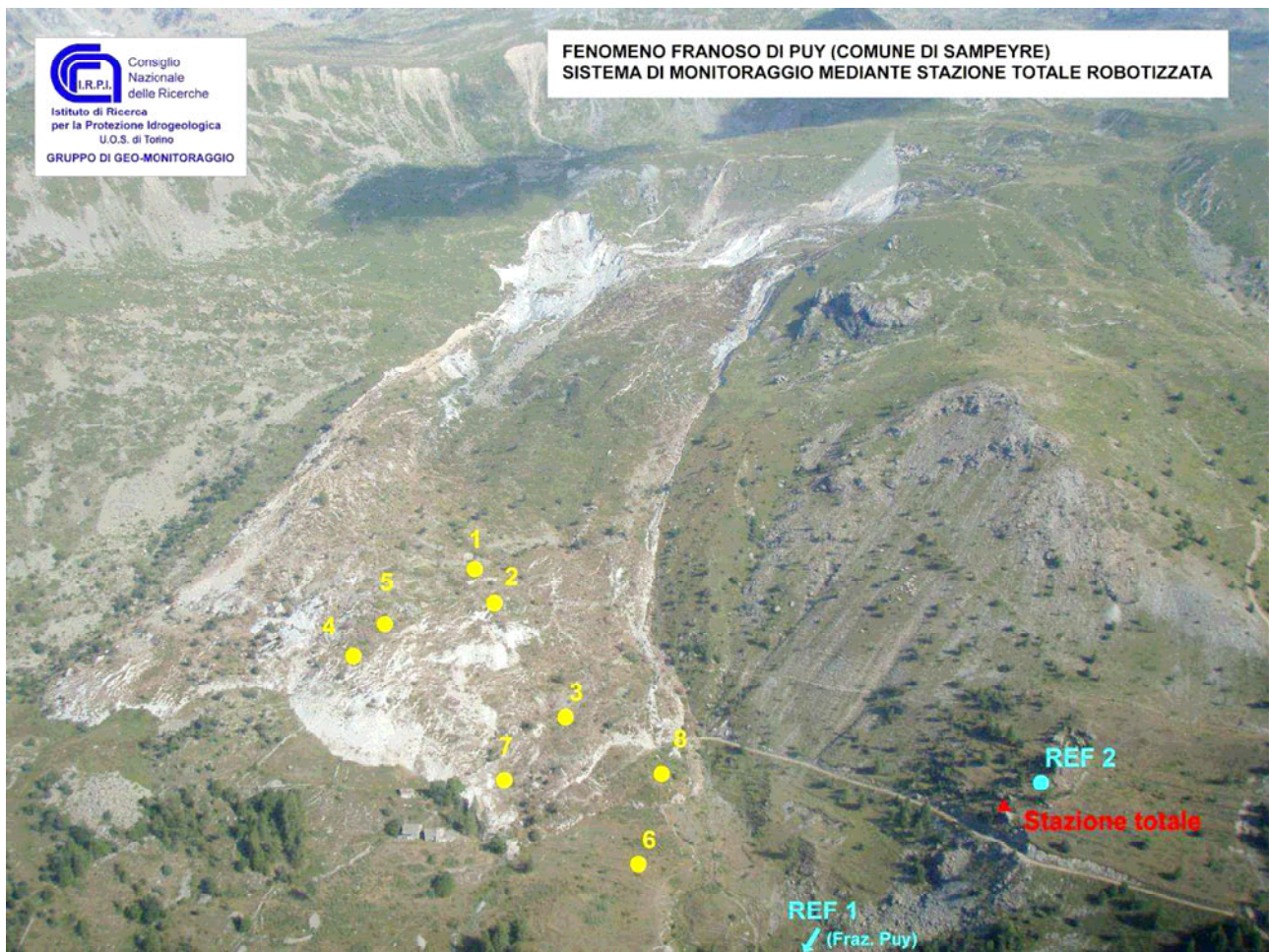


Figura 3.12 – Schema di posizionamento dei prismi

Il monitoraggio topografico eseguito con la stazione totale si affianca ad un'attività di controllo di campagna effettuata fin dai primi giorni di movimento della frana da personale del Comune di Sampeyre mediante l'uso di *pali* in legno infissi al piede della frana, dai quali viene misurato periodicamente la distanza dal fronte di frana.

L'attività in campo è stata infine arricchita, oltre che da sopralluoghi a piedi sul corpo di frana e nella zona di distacco, da un sorvolo in elicottero eseguito al fine monitorare visivamente l'evoluzione del fenomeno attraverso l'acquisizione di riprese fotografiche dell'intera zona interessata dal movimento franoso.

## **Analisi dei dati topografici acquisiti dal 4 agosto al 17 settembre 2009**

I tassi di movimento registrati si basano sui valori di spostamento registrati a partire dal 4 agosto, dopo un periodo di messa a punto del sistema. Tale fase di setup si è resa necessaria per risolvere alcuni inconvenienti tecnici e per eseguire una serie di prove finalizzate alla definizione del miglior compromesso tra frequenza di misura e durata della batteria del sistema.

I tassi di movimento registrati variano da 80 cm/giorno nei giorni del 5 e 6 agosto a  $0.5 \div 1$  cm/giorno nella prima settimana di settembre, in cui anche considerando le tolleranze strumentali e di metodo, è osservabile ancora un movimento residuo, sebbene di piccola entità.

I prismi 4 e 5, ubicati in un settore della frana ricco di apporti idrici, sono risultati essere i più attivi con circa 70-75 cm di spostamento a partire dal 12/08/2009. Sempre per il medesimo periodo, i prismi 1 e 2 hanno subito uno spostamento di circa  $50 \div 55$  cm, mentre il 3 e il 7 circa 45 cm. L'intervallo temporale preso come riferimento è dovuto al fatto che il 12/08/2009 si sono svolte una serie di operazioni tecniche di manutenzione ordinaria sui bersagli.

Tali risultanze sono decisamente inferiori ai picchi di movimento registrati manualmente da parte degli incaricati del Comune di Sampeyre durante la fase parossistica di evoluzione del fenomeno: la velocità di movimento registrata risulta aver superato in questa fase anche i diversi metri al giorno con un massimo di circa 7 metri/giorno.

Come osservabile dai grafici la velocità media registrata nel periodo agosto-prima metà settembre presenta un andamento decisamente decrescente registrando, almeno nei settori monitorati, un rallentamento del fenomeno franoso. Tale rallentamento è da ricondursi anche a condizioni meteorologicamente favorevoli, con una quasi totale assenza di precipitazioni significative nel periodo monitorato.

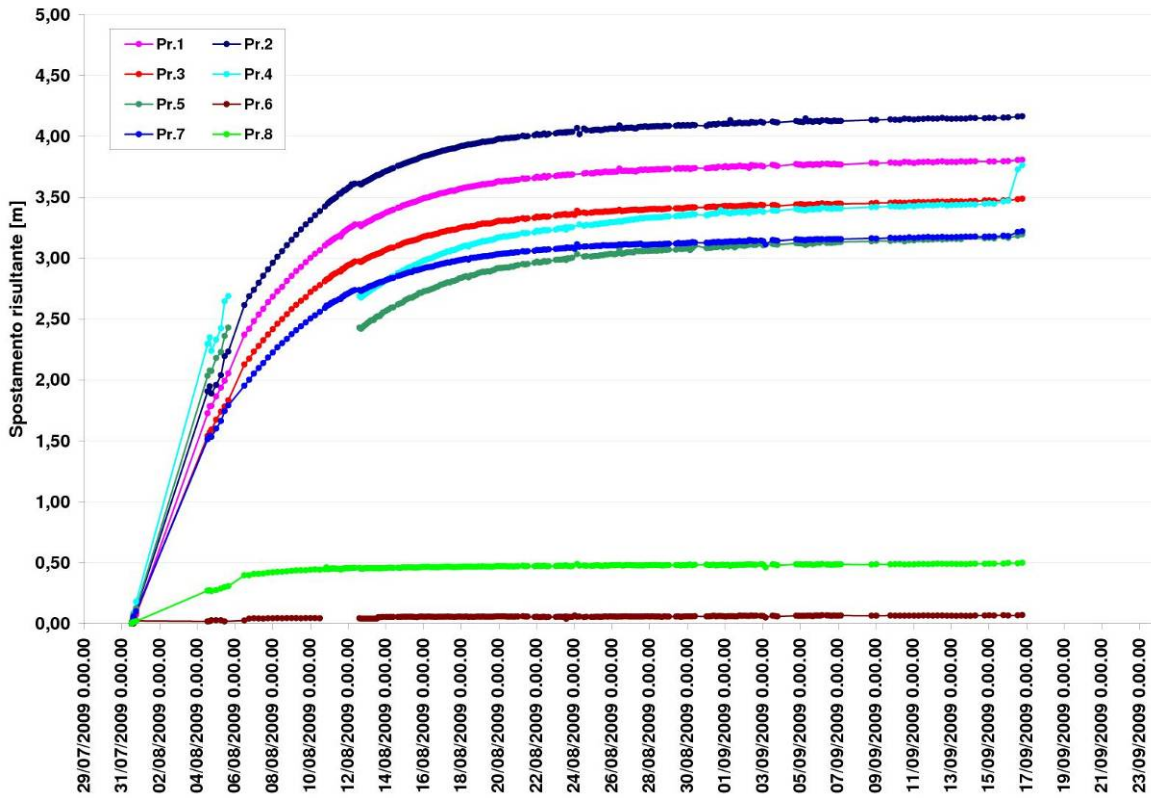


Figura 3.13 - Grafico della risultante di spostamento

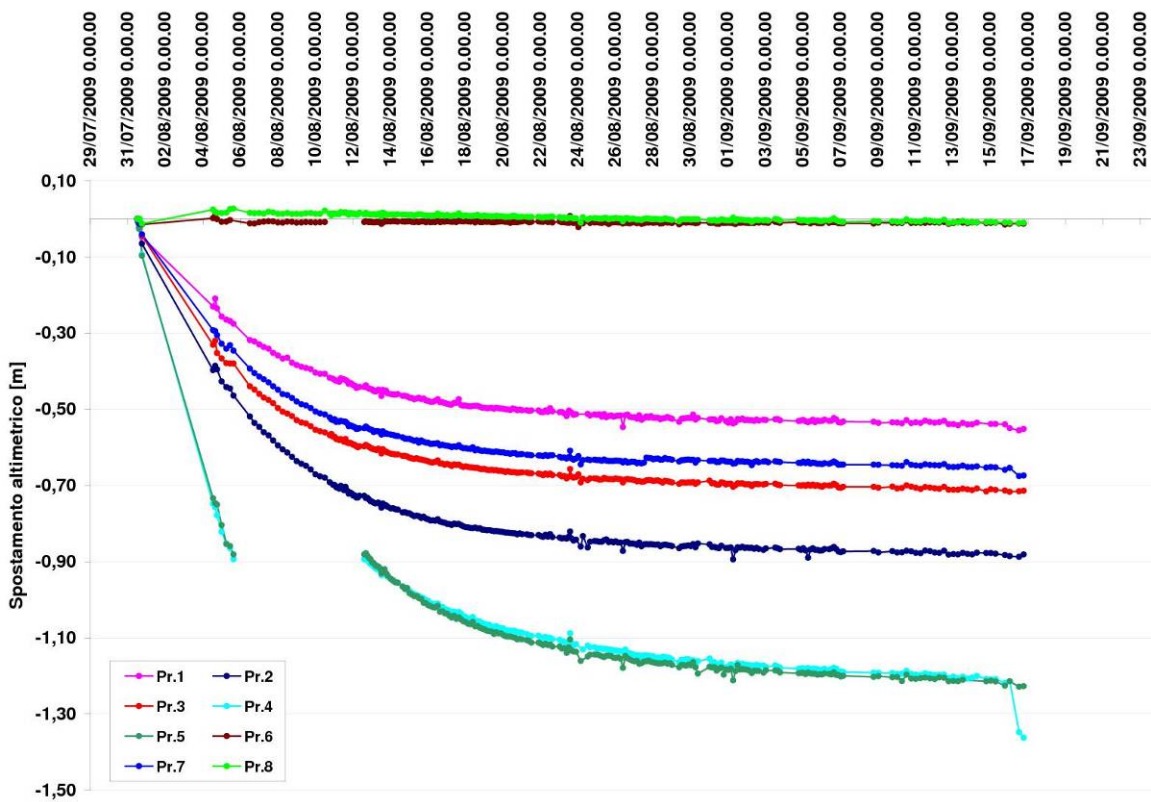


Figura 3.14 - Grafico della componente verticale di spostamento

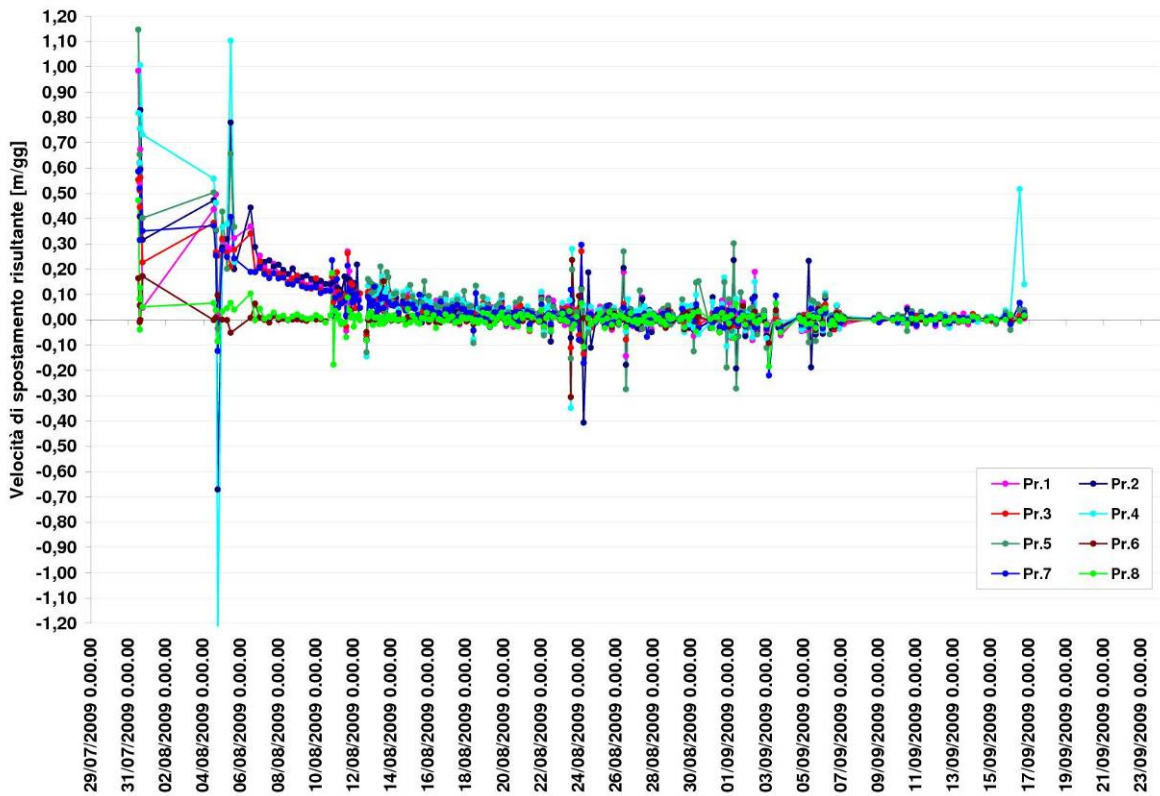


Figura 3.15 - Grafico della velocità di movimento risultante

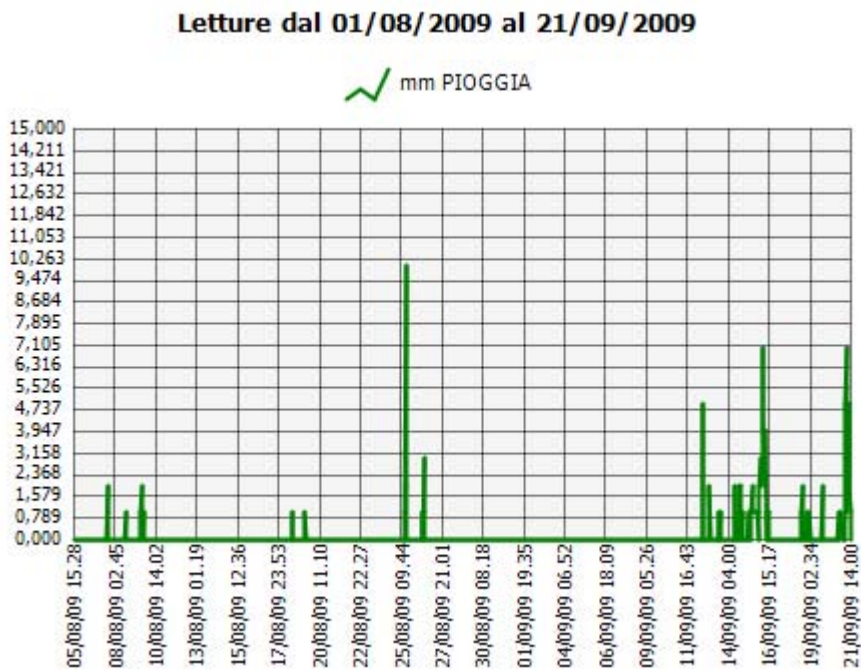


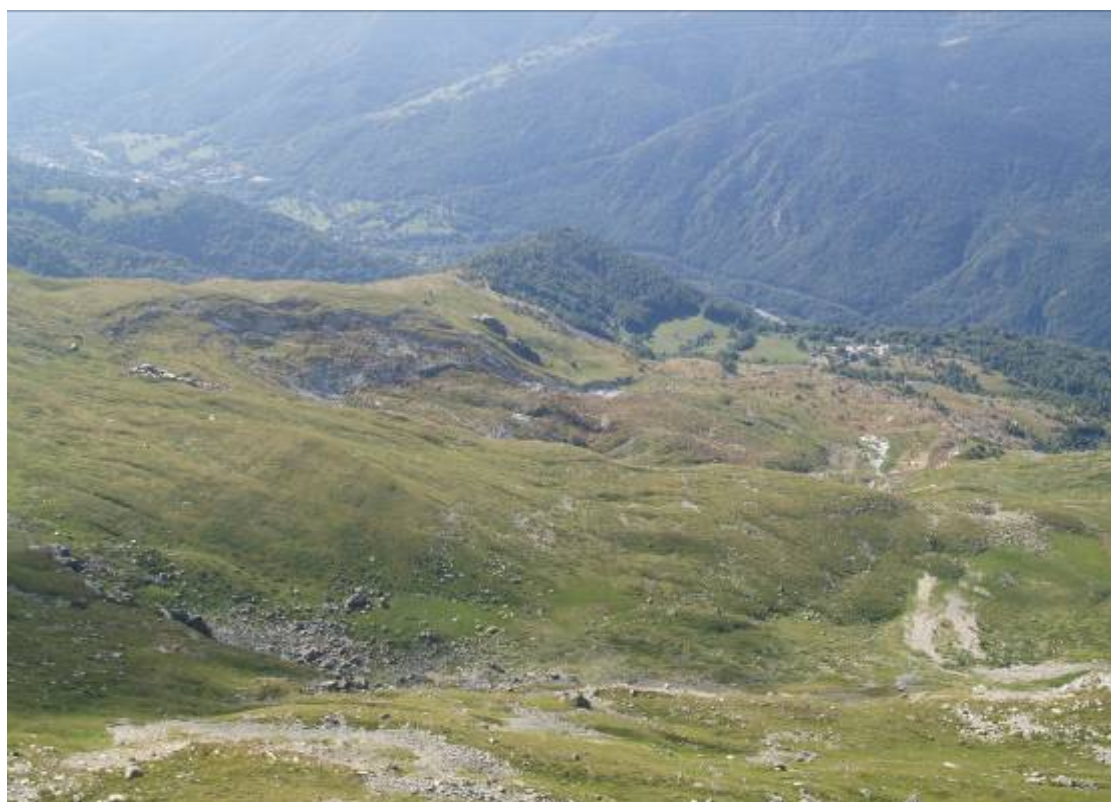
Figura 3.16 – Dati pluviometrici



## Allegato 1 – Riprese da elicottero del 5 agosto 2009



*Panoramica frontale del settore in frana; circa al centro della foto Grange Orgiera*



*Panoramica da monte del coronamento del settore in frana; nella parte centro-destra della foto la borgata Pui*



*Settore medio-alto della frana*



*Settore di coronamento della frana*



*Settore medio-basso della frana*



*Accumulo di frana; in alto a sinistra Grange Orgiera, in alto a destra la borgata Pui*



*Accumulo di frana*



*Accumulo di frana; in basso a destra Grange Orgiera*