

NUOVE TECNICHE DI RILIEVO PER IL MONITORAGGIO E ANALISI DEL  
TERRITORIO.  
INTEGRAZIONE COI DATI PROVENIENTI DAI SISTEMI TRADIZIONALI PER  
L'ELABORAZIONE DI UN MODELLO INTERPRETATIVO CON APPROCCIO  
MULTIDISCIPLINARE

**Dott. Geol. Andrea Tamburini**  
*ImaGeo s.r.l. di Torino*

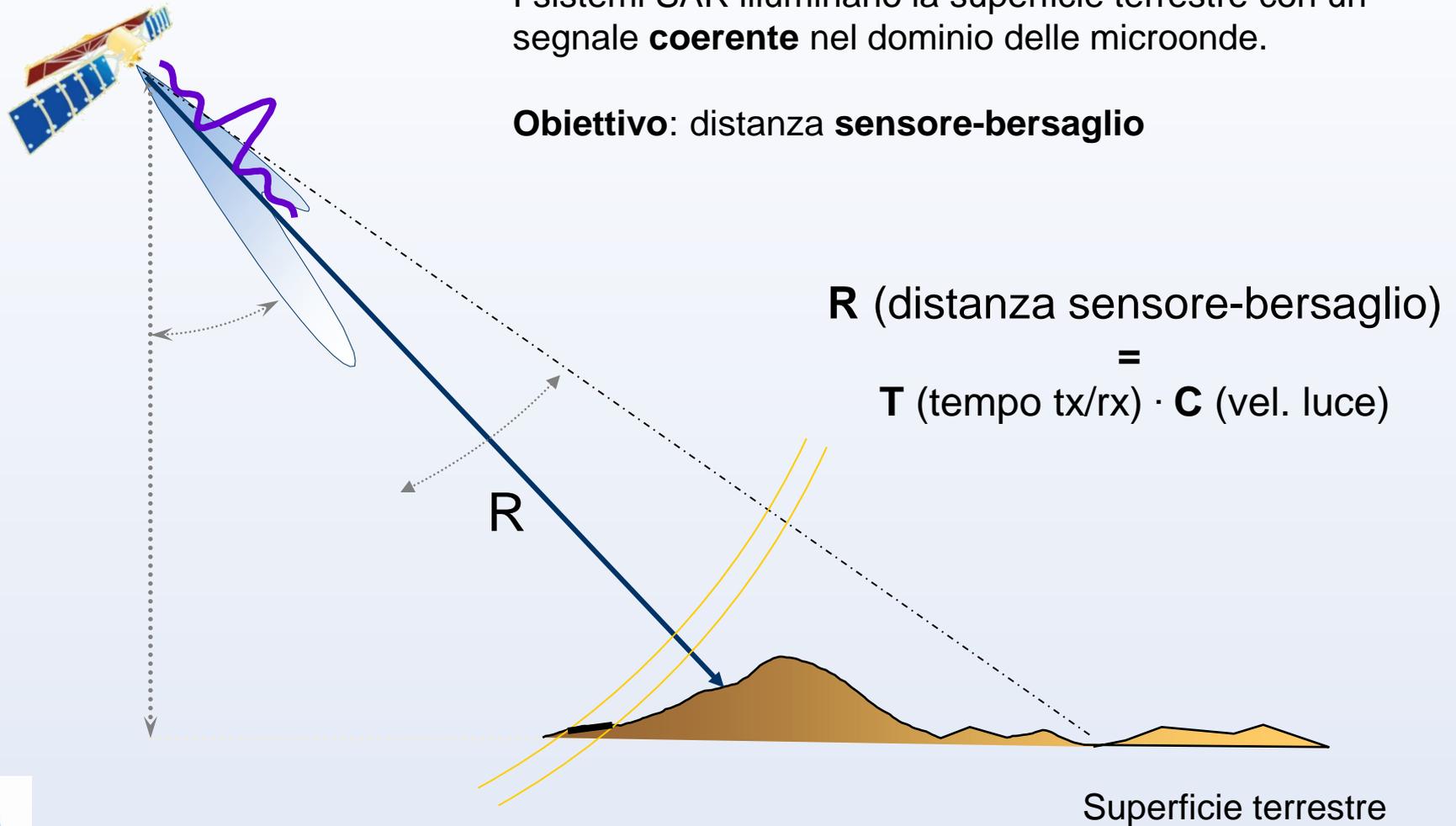
**Dott. Geol. Massimo Broccolato**  
*Capo Servizio geologico – Regione Autonoma Valle d'Aosta*

2010

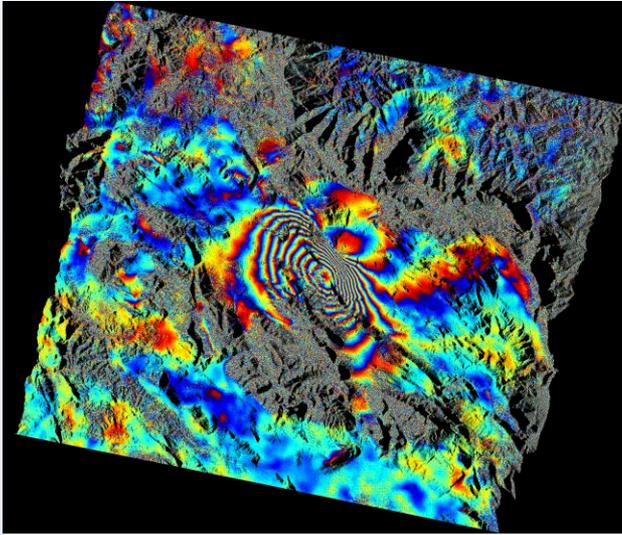
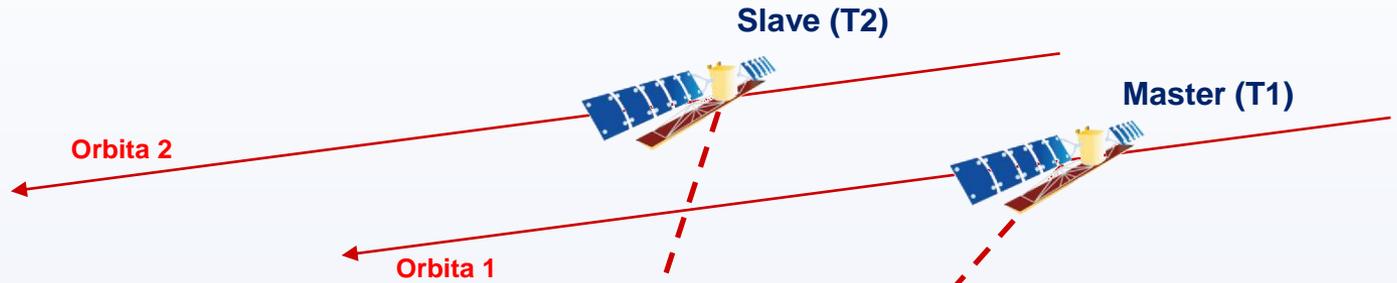
# Sistemi SAR: principio di base

I sistemi SAR illuminano la superficie terrestre con un segnale **coerente** nel dominio delle microonde.

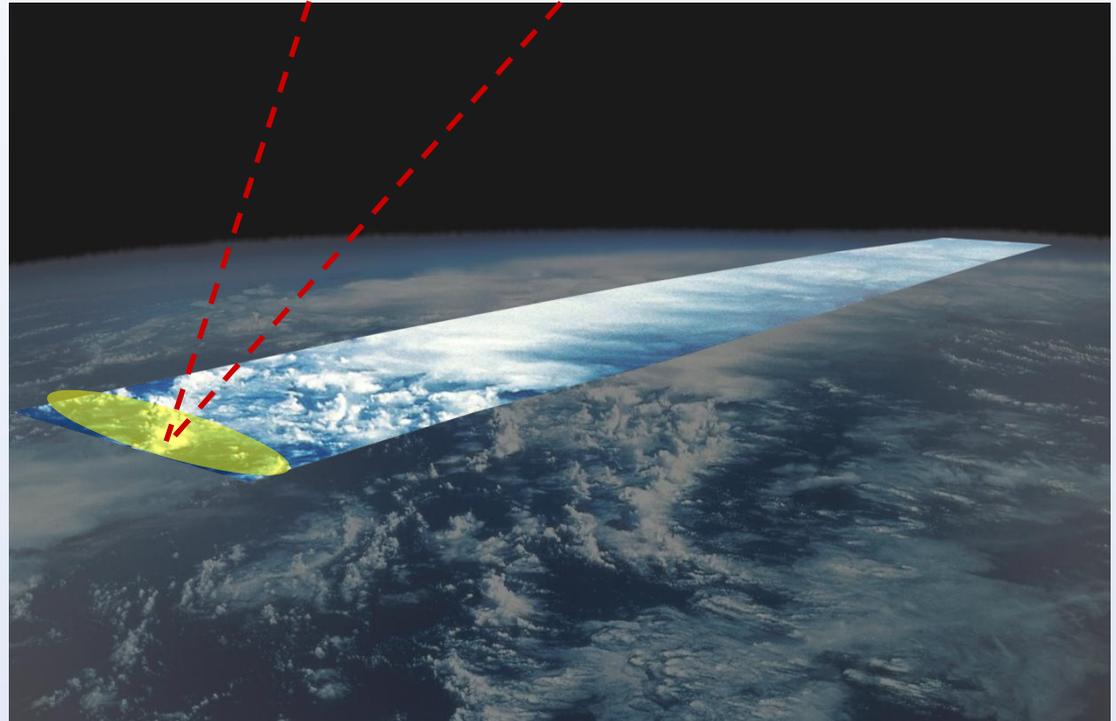
**Obiettivo:** distanza **sensore-bersaglio**



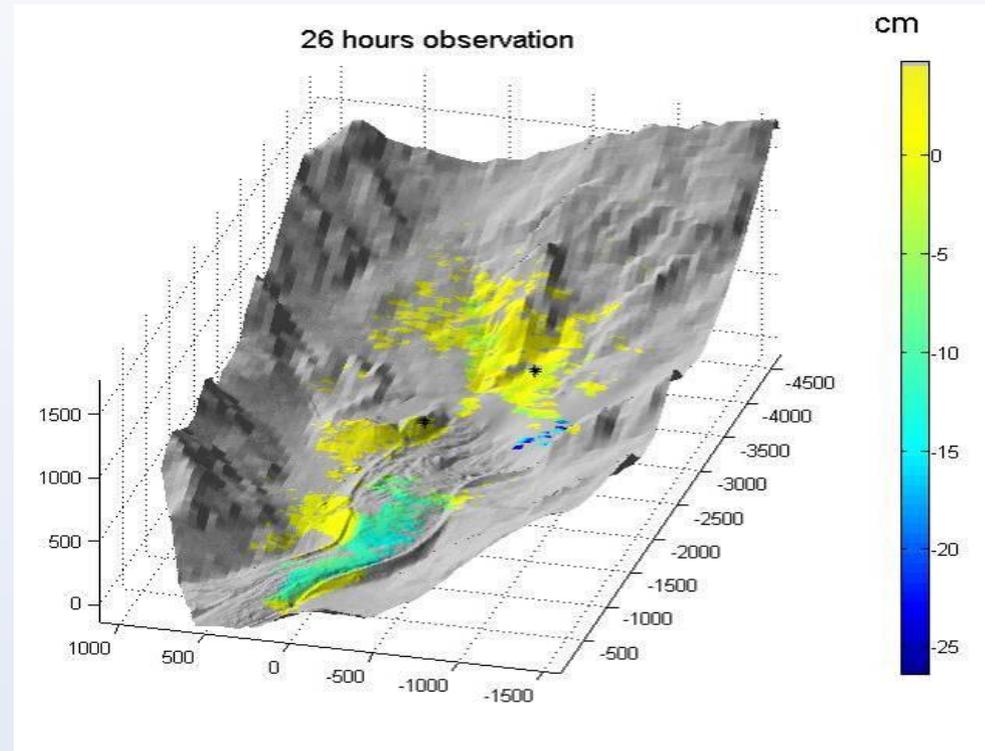
# SAR da satellite



Terremoto dell'Aquila, 6 Apr. 2009

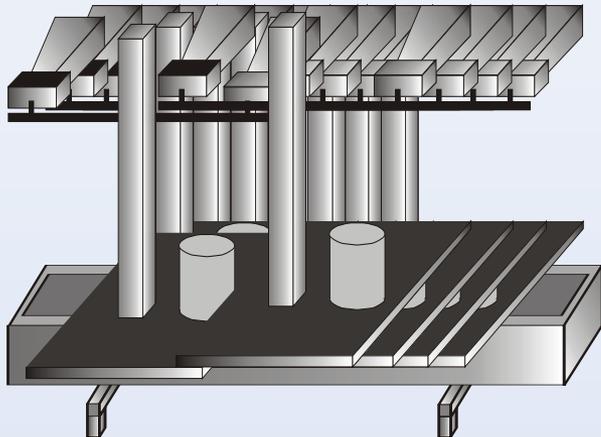
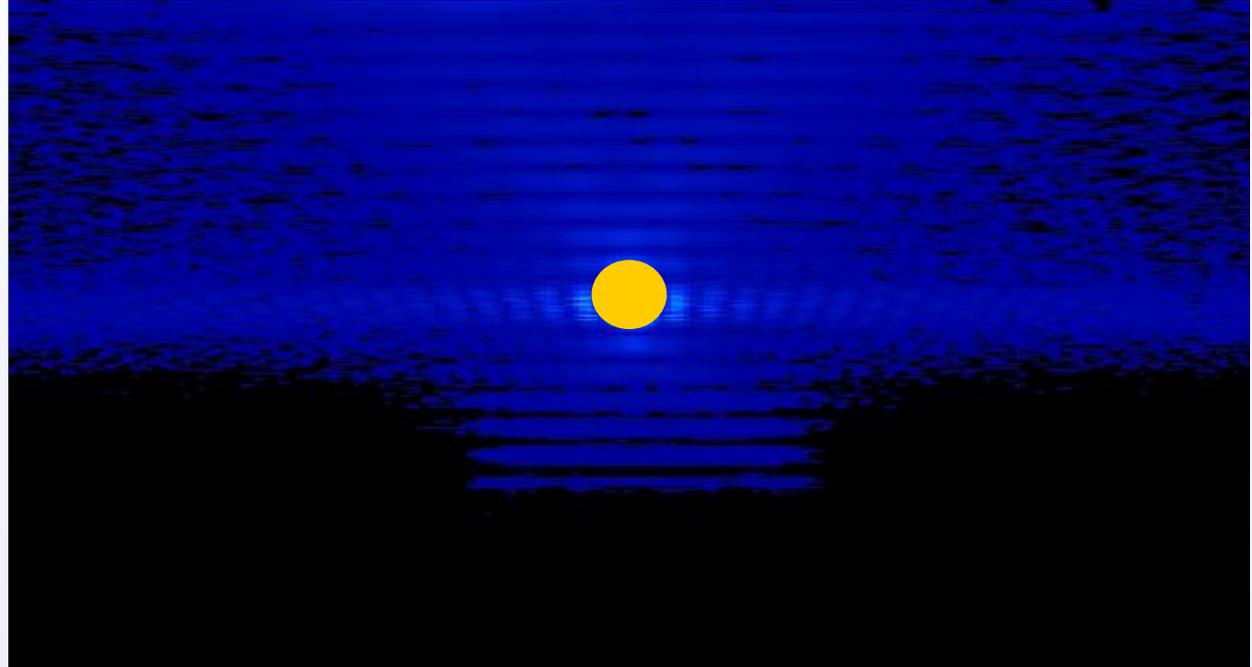


# SAR da terra

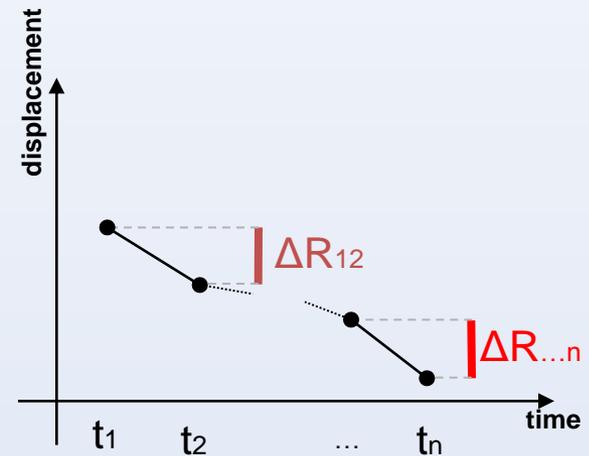
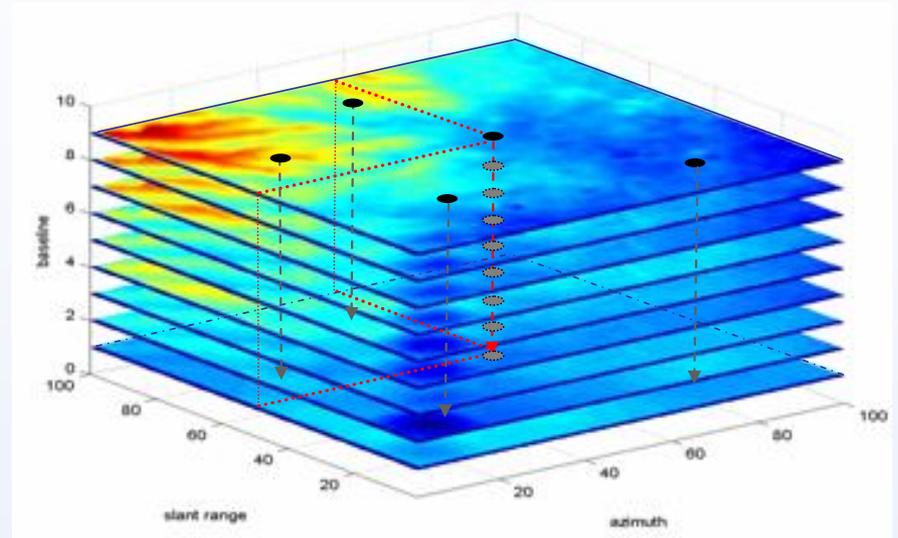
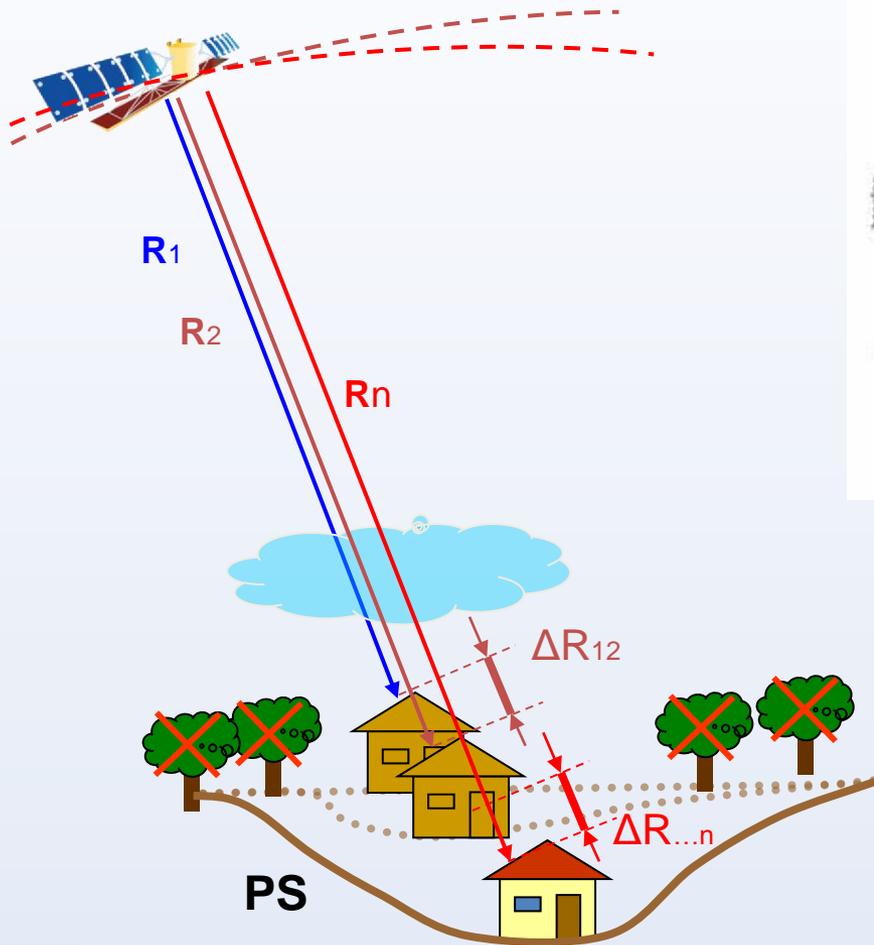


Ghiacciaio del Belvedere (Macugnaga), 2007

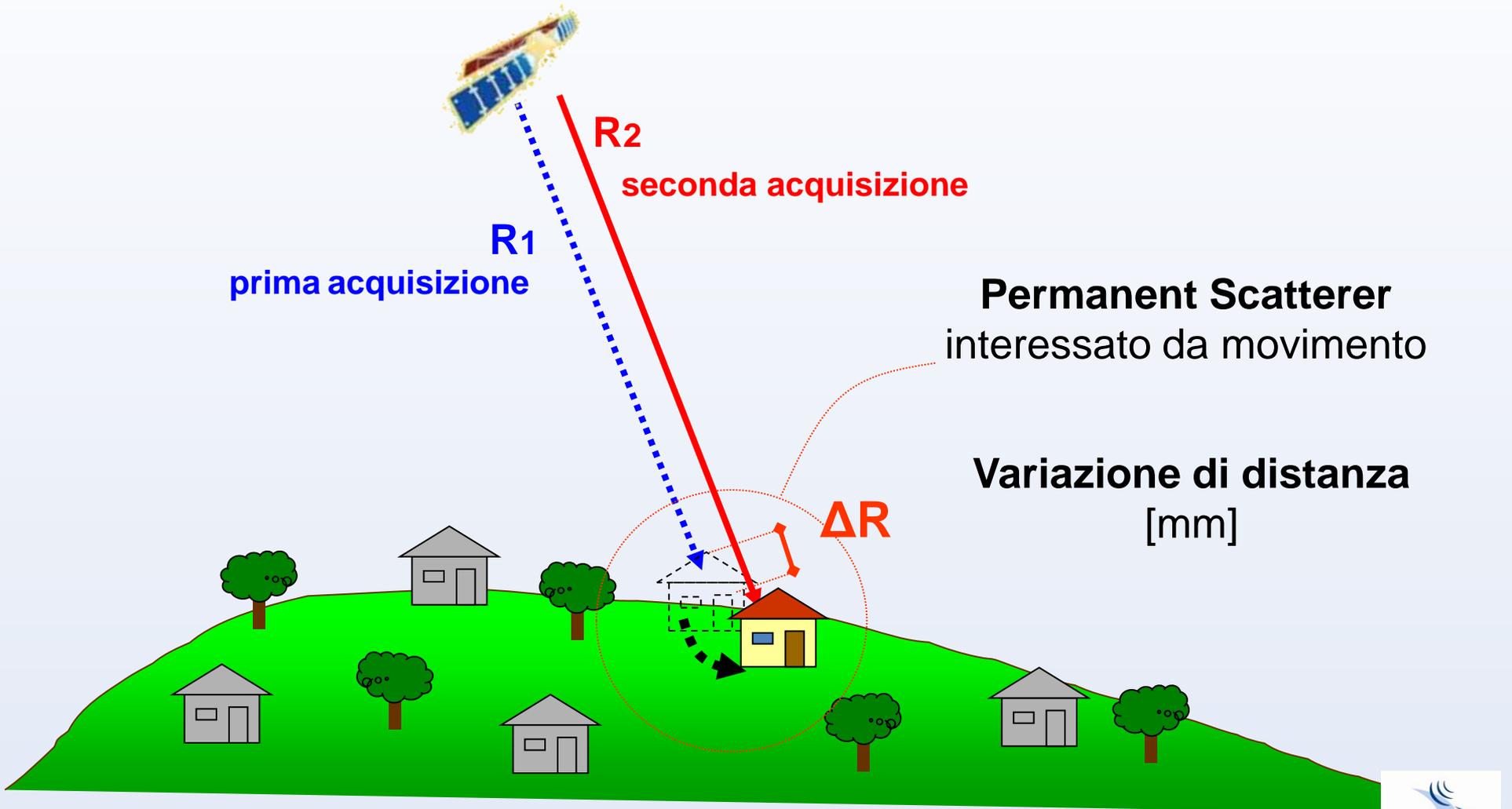
# SAR = Synthetic Aperture Radar



# PSInSAR<sup>TM</sup>: un approccio multi-immagine



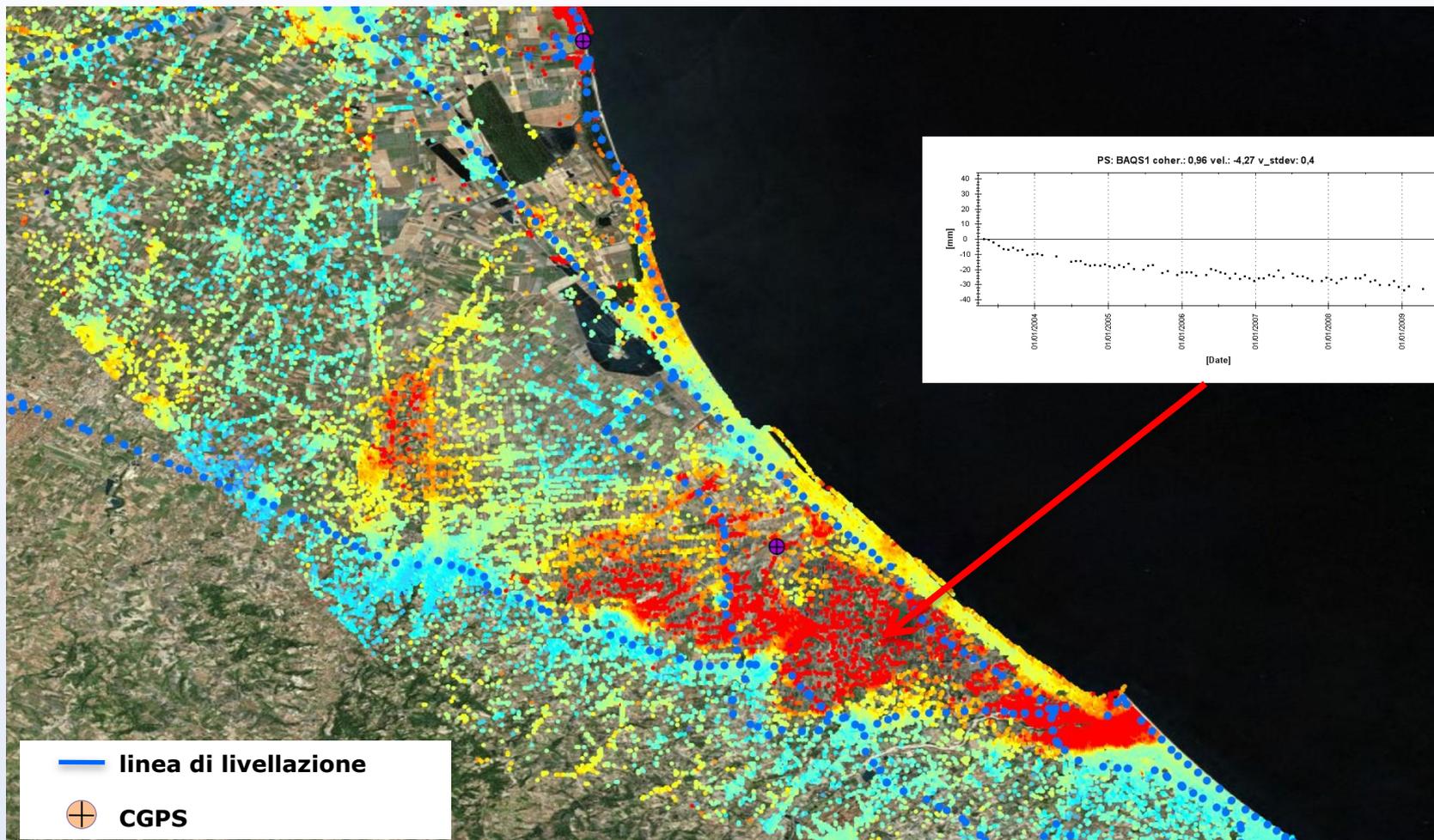
# Misura degli spostamenti superficiali con il SAR



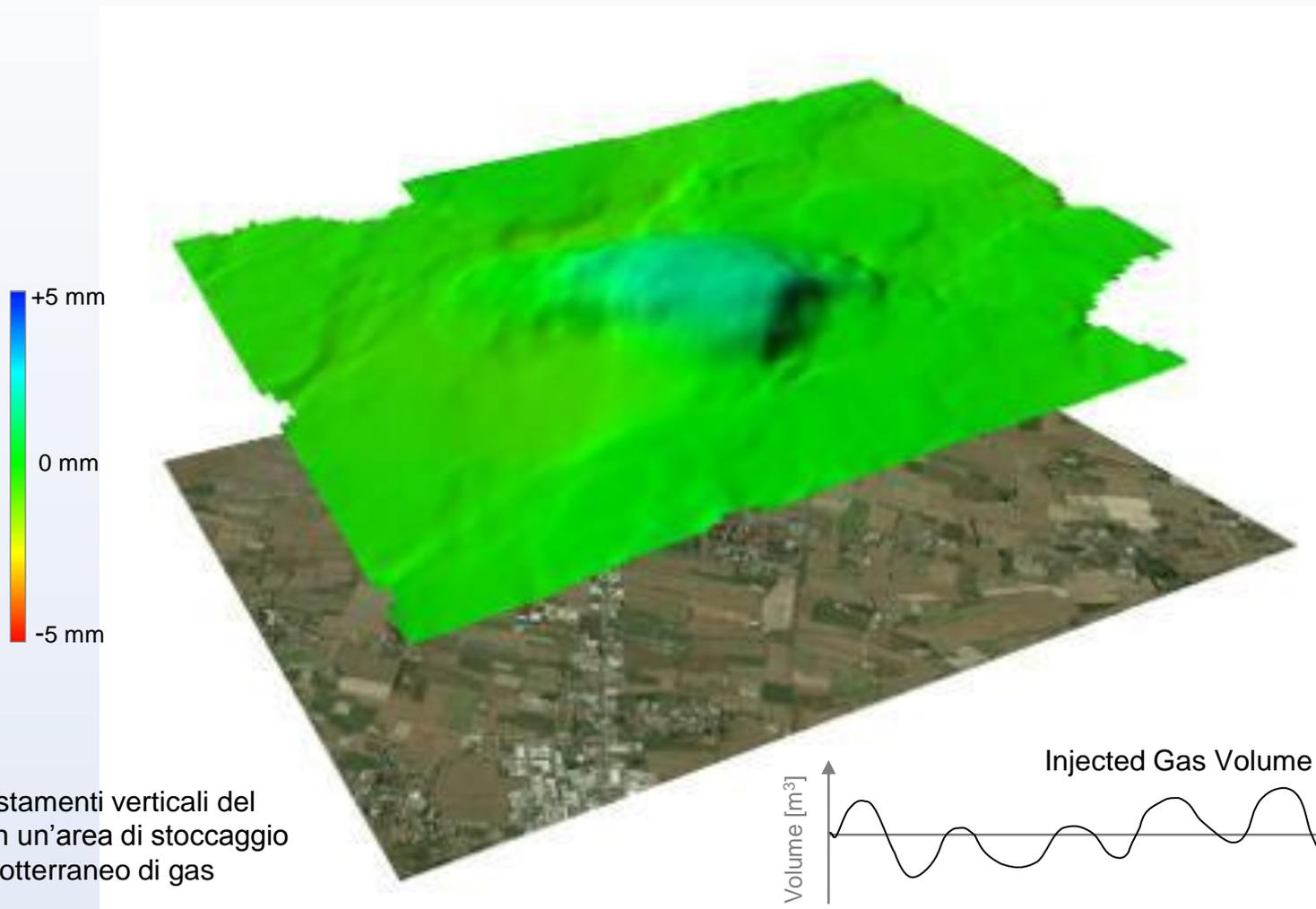
# Monitoraggio subsidenza costa Adriatica



TRE  
Sensing the Planet



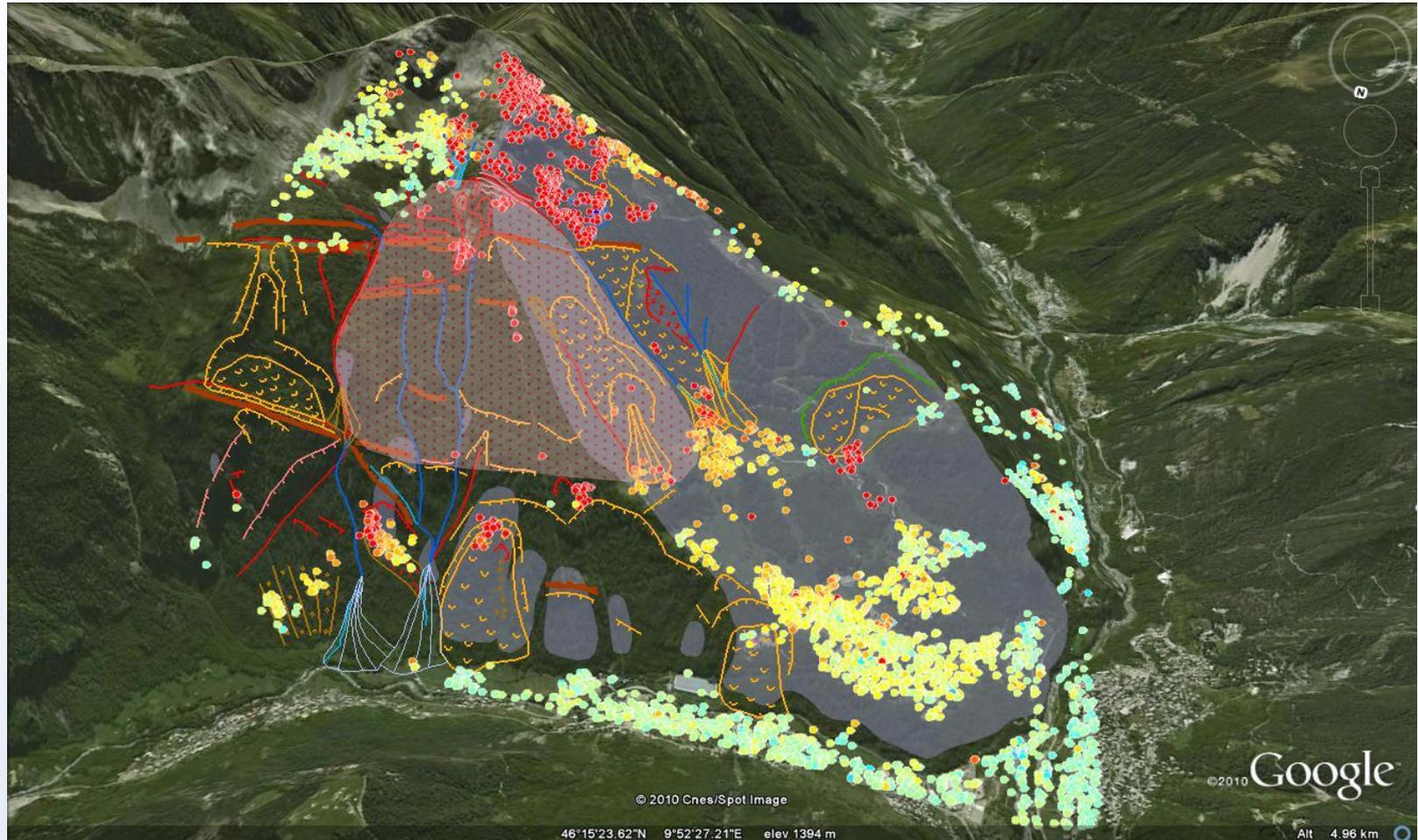
# Stoccaggio sotterraneo di gas



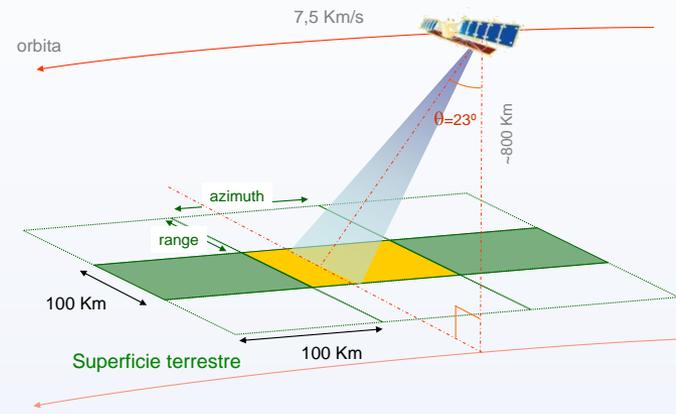
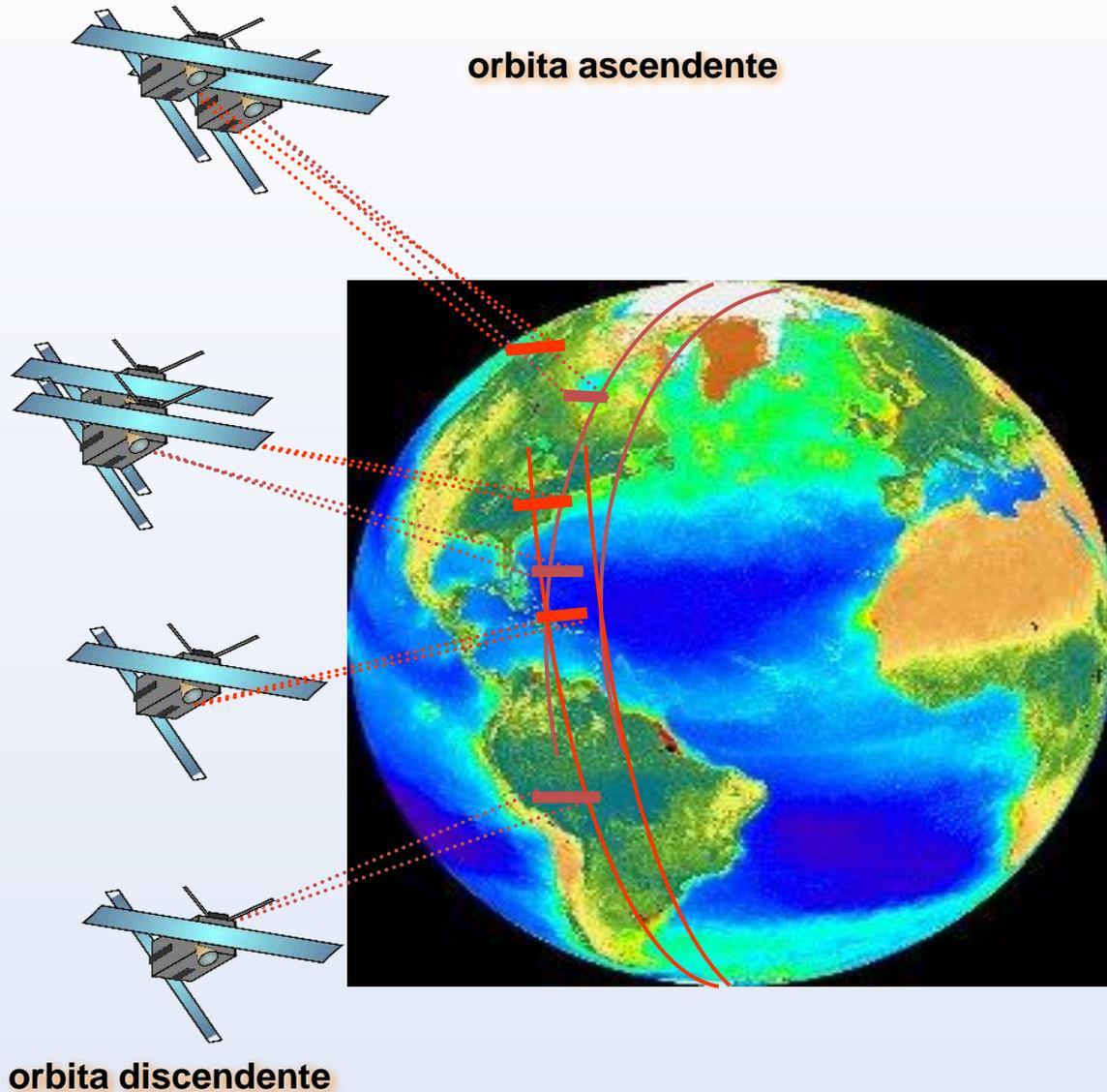
Spostamenti verticali del suolo in un'area di stoccaggio sotterraneo di gas

Injected Gas Volume  
Volume [m<sup>3</sup>]  
Time

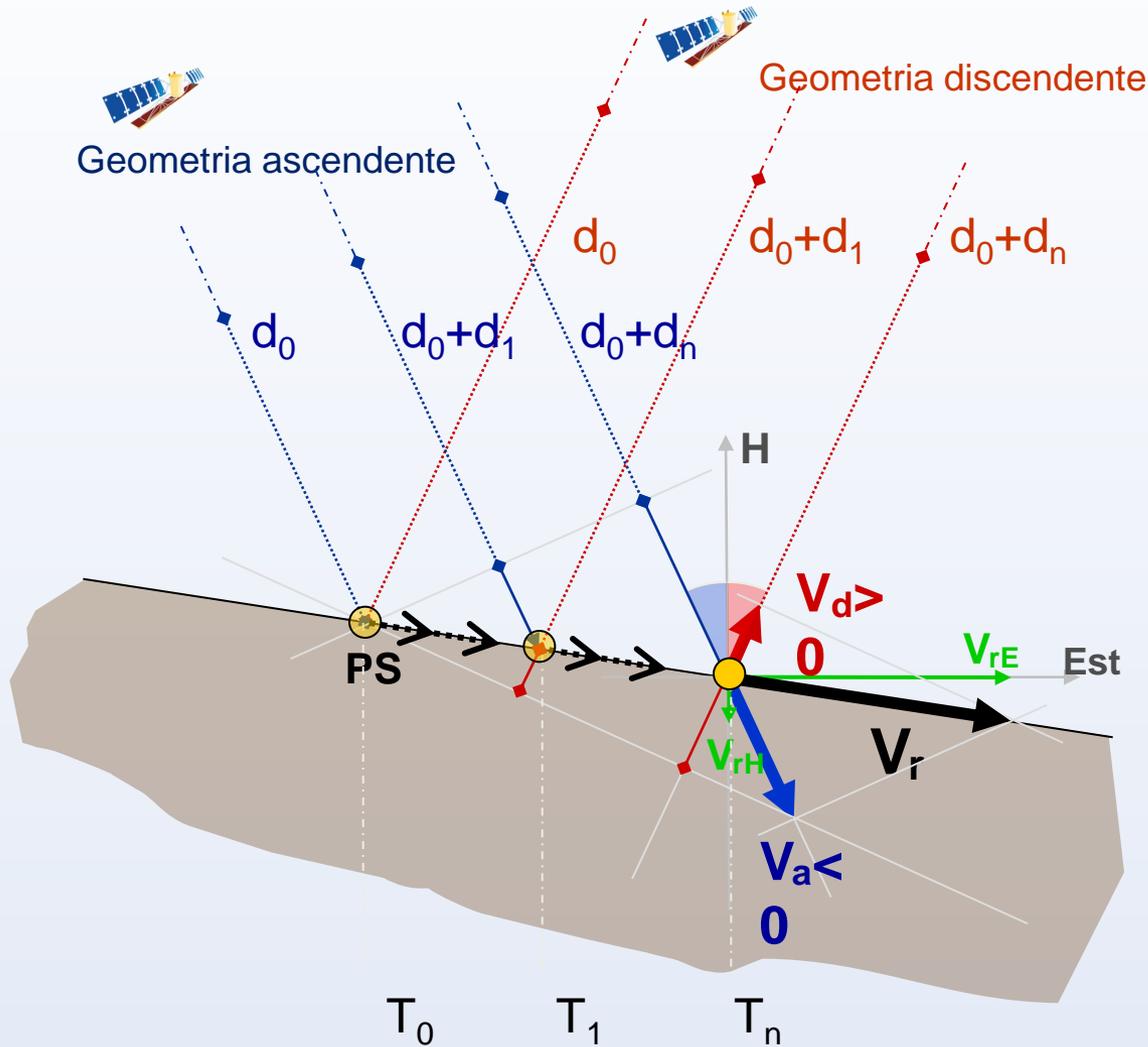
# Integrazione SAR e geomorfologia



# SAR da satellite: orbita ascendente e discendente

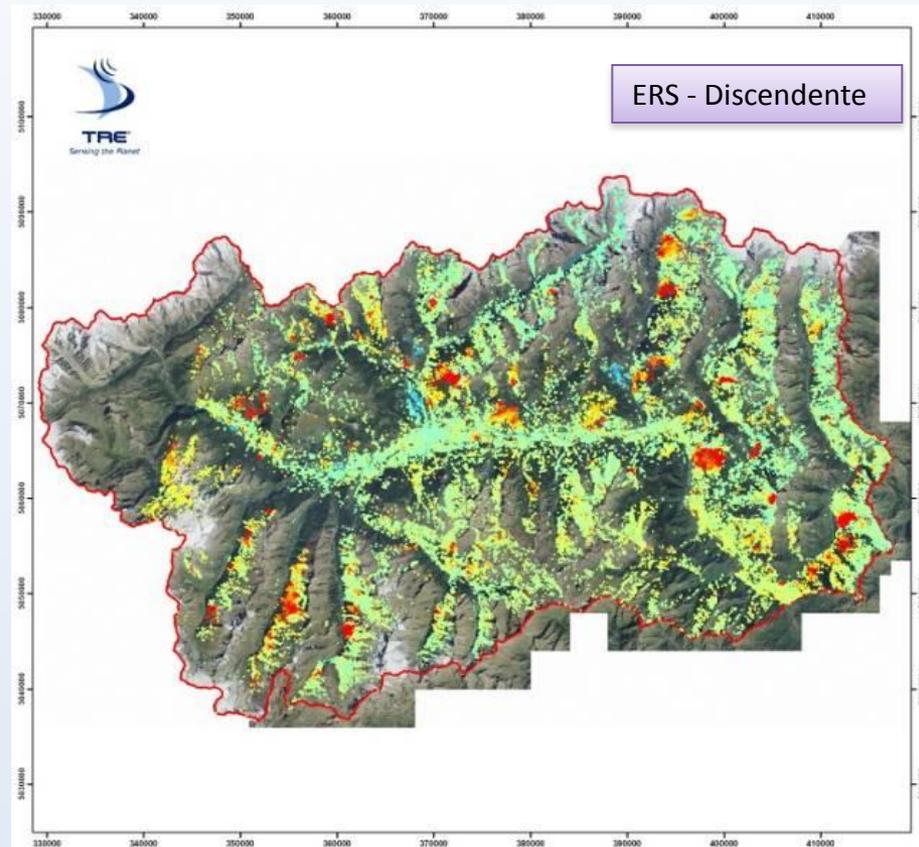
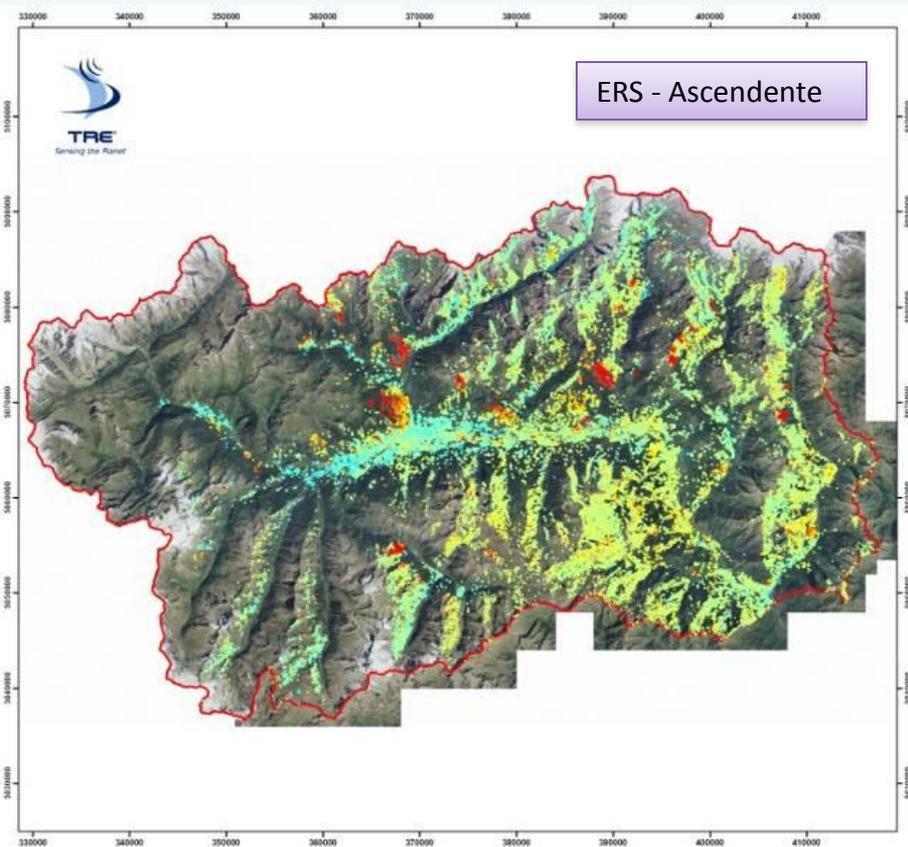


# Componente verticale e orizzontale est-ovest



## ESPERIENZA DELLA REGIONE AUTONOMA VALLE D'AOSTA

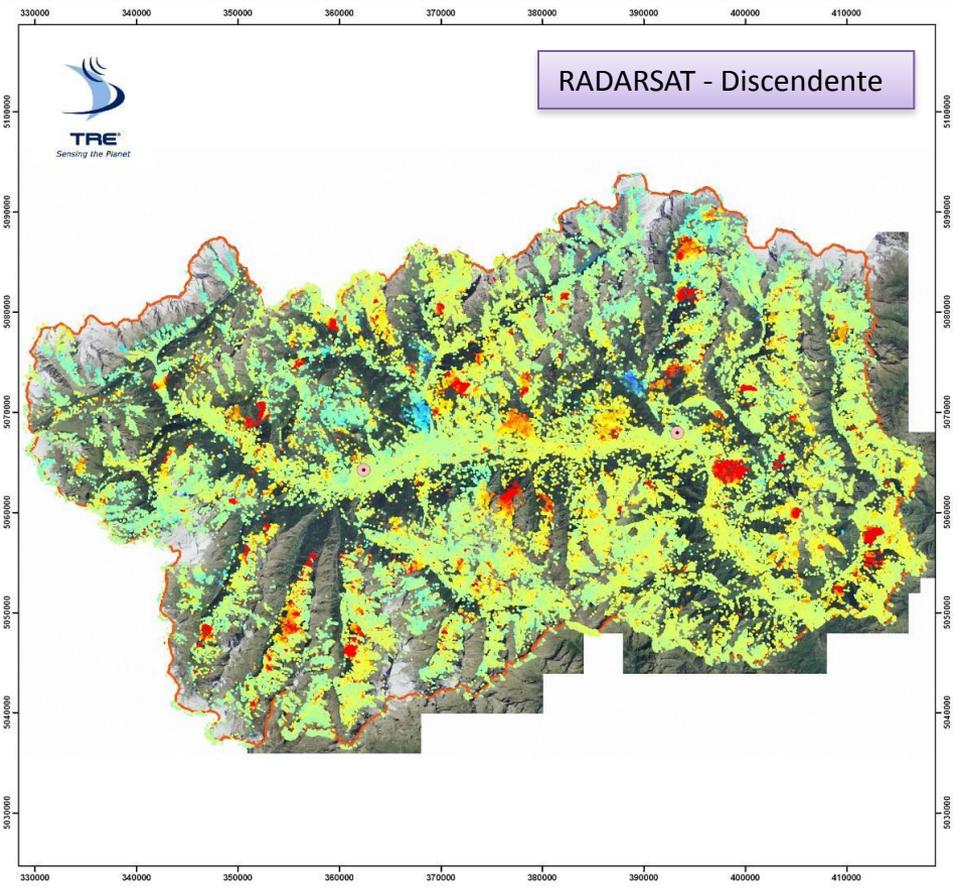
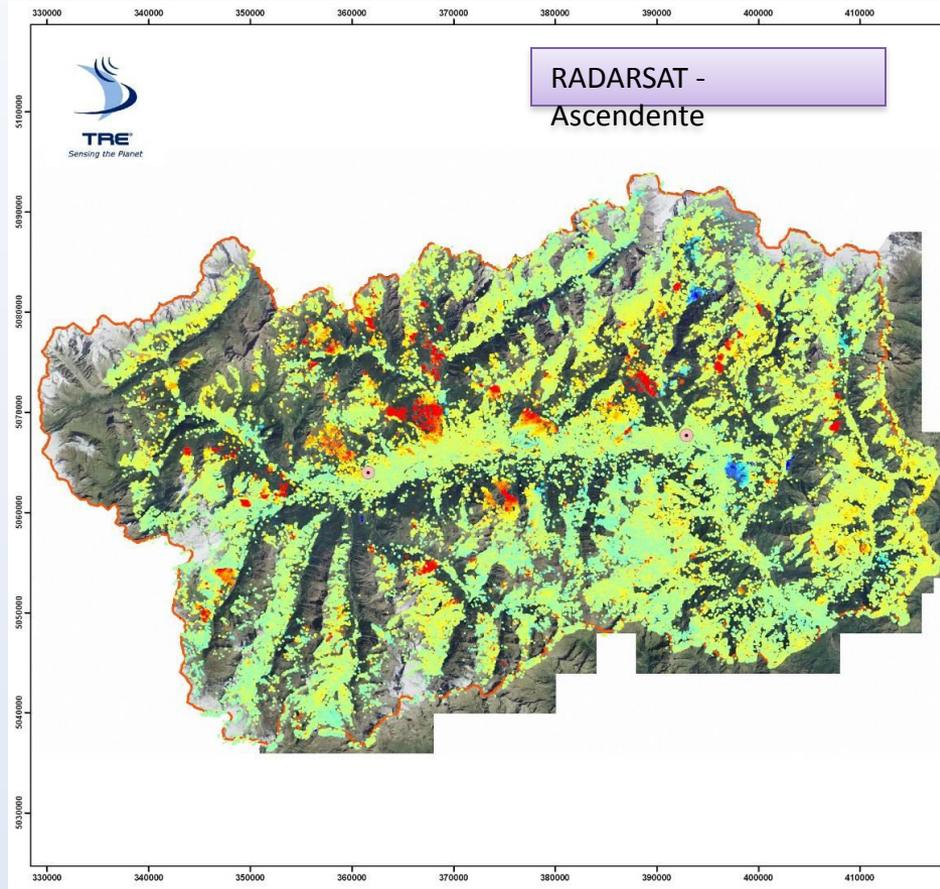
- ✓ Anno 2007: Acquisto dati radar satellitari da piattaforma ESA-ERS per il periodo di riferimento 1992 – 2001
- ✓ Elaborazione con tecnica PsInSAR™
- ✓ Identificati circa 370.000 punti di misura (Pemanent Scatteres)





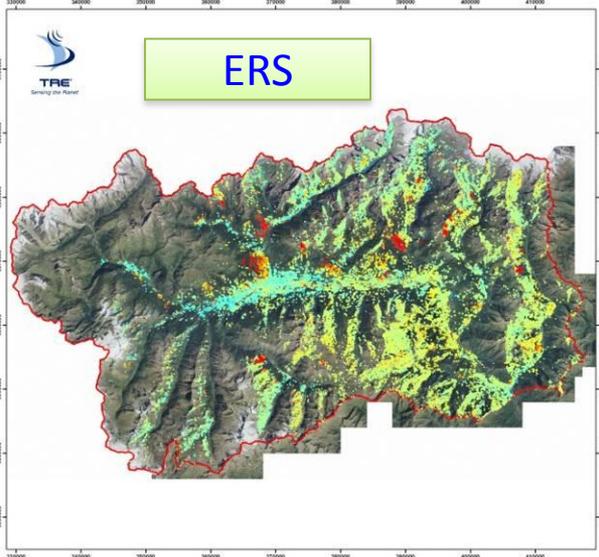
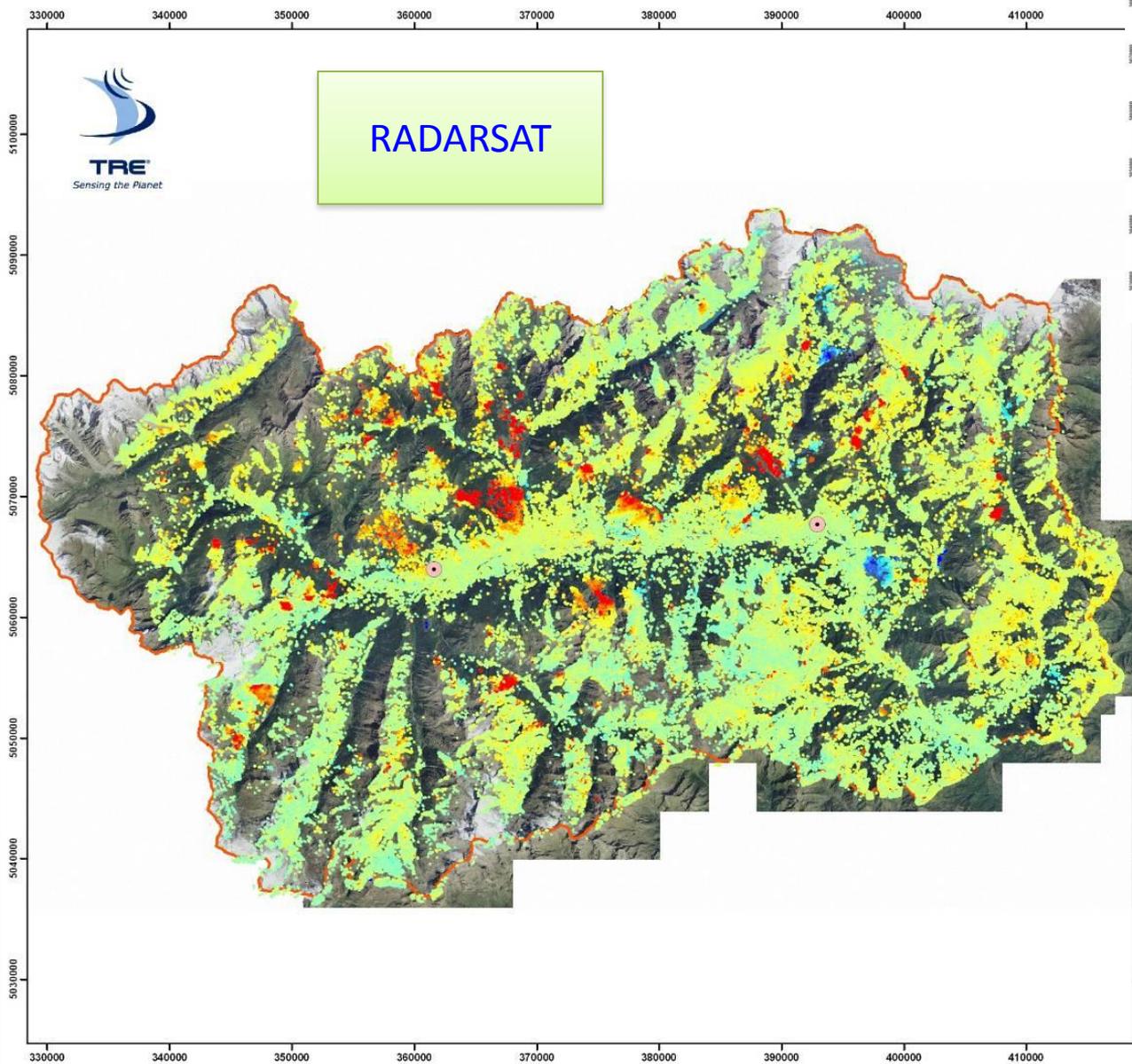
FONDS EUROPEEN DE DEVELOPPEMENT REGIONAL  
FONDO EUROPEO DI SVILUPPO REGIONALE

- ✓ Anno 2009: Acquisto dati radar satellitari da piattaforma RADARSAT per il periodo di riferimento 2003 – 2009/10
- ✓ Elaborazione con tecnica SqueeSAR™ evoluzione della tecnica PsInSAR™
- ✓ Identificati circa 770.000 punti di misura in geometria ascendente e circa 750.000 in geometria discendente



# Confronto tra ERS e RADARSAT

## Risultato ascendente



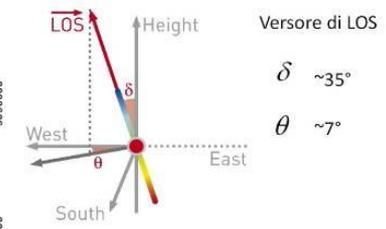
### DATI DI ELABORAZIONE

Satellite	RSAT-1 S3
Geometria	Ascendente
Track/Frame	290
Numero Immagini Elaborate	91
Intervallo di osservazione	Marzo 2003 - Novembre 2009

### LEGENDA

● Punto di riferimento

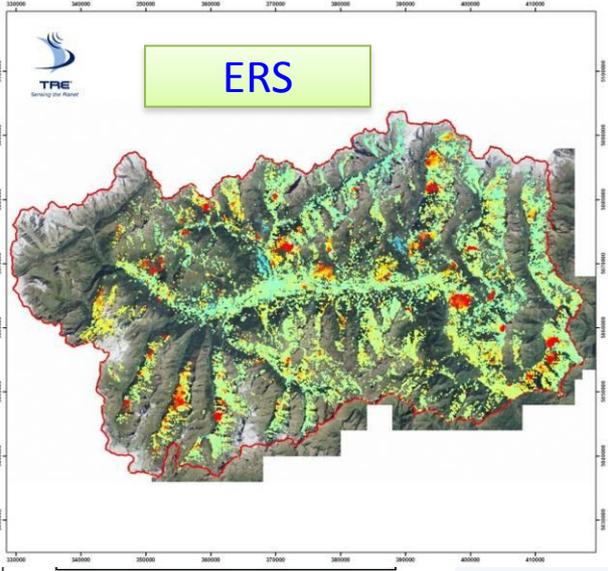
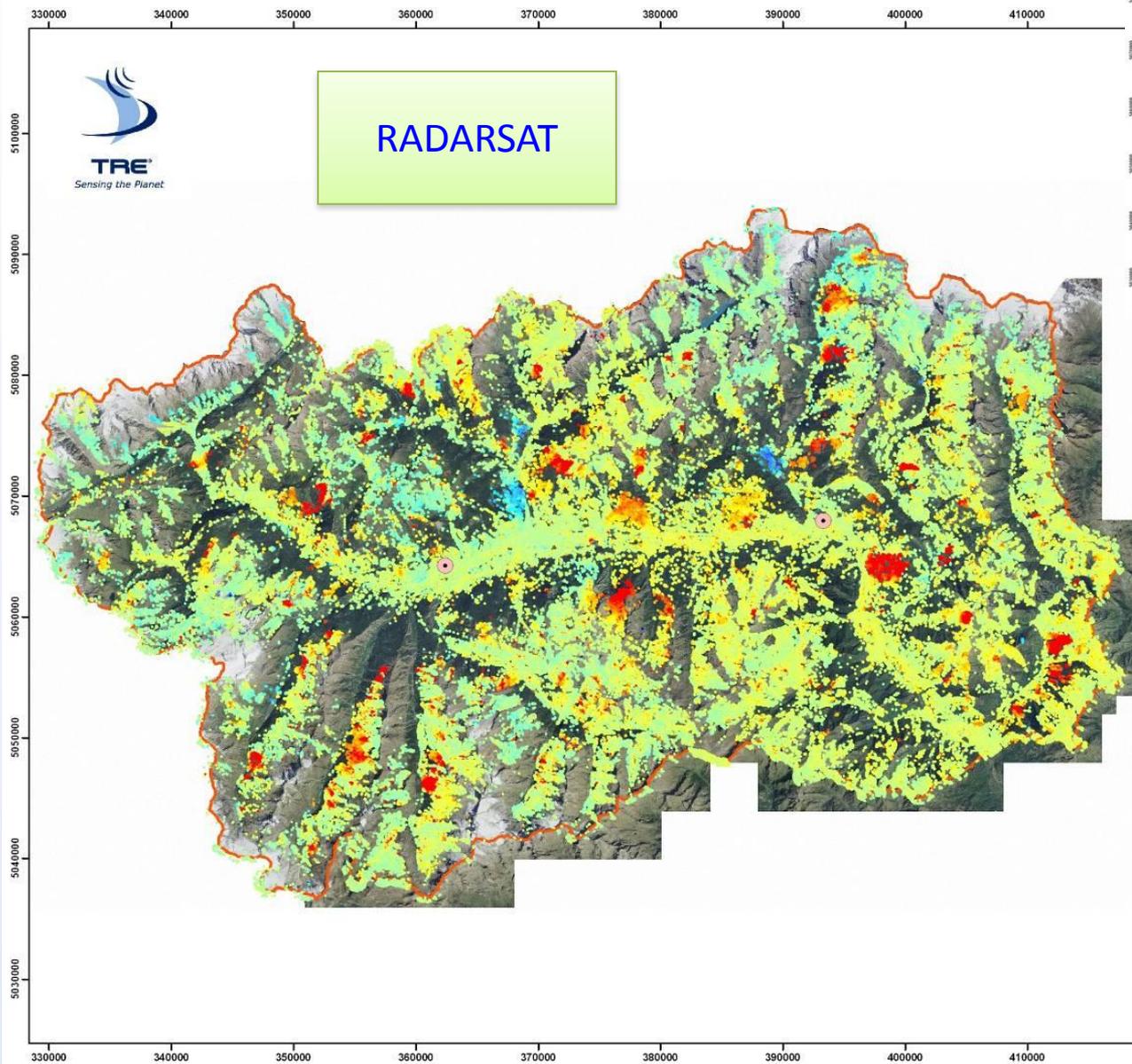
Velocità media annua lungo la direzione di vista del satellite (LOS):



Supporto cartografico: Ortofoto, risoluzione 50 cm  
 Map Projection:  
 Universal Transverse Mercator, Datum ED50, Zona 32N  
 © Tele-Rilevamento Europa 2010

# Confronto tra ERS e RADARSAT

## Risultato discendente



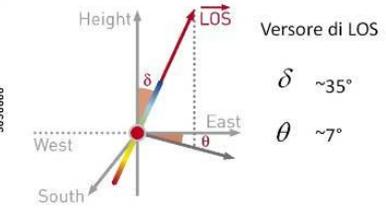
DATI DI ELABORAZIONE

Satellite	RSAT-1 S3
Geometria	Discendente
Track	340
Numero Immagini Elaborate	79
Intervallo di osservazione	Aprile 2003 - Dicembre 2009

LEGENDA

● Punto di riferimento

Velocità media annua lungo la direzione di vista del satellite (LOS):

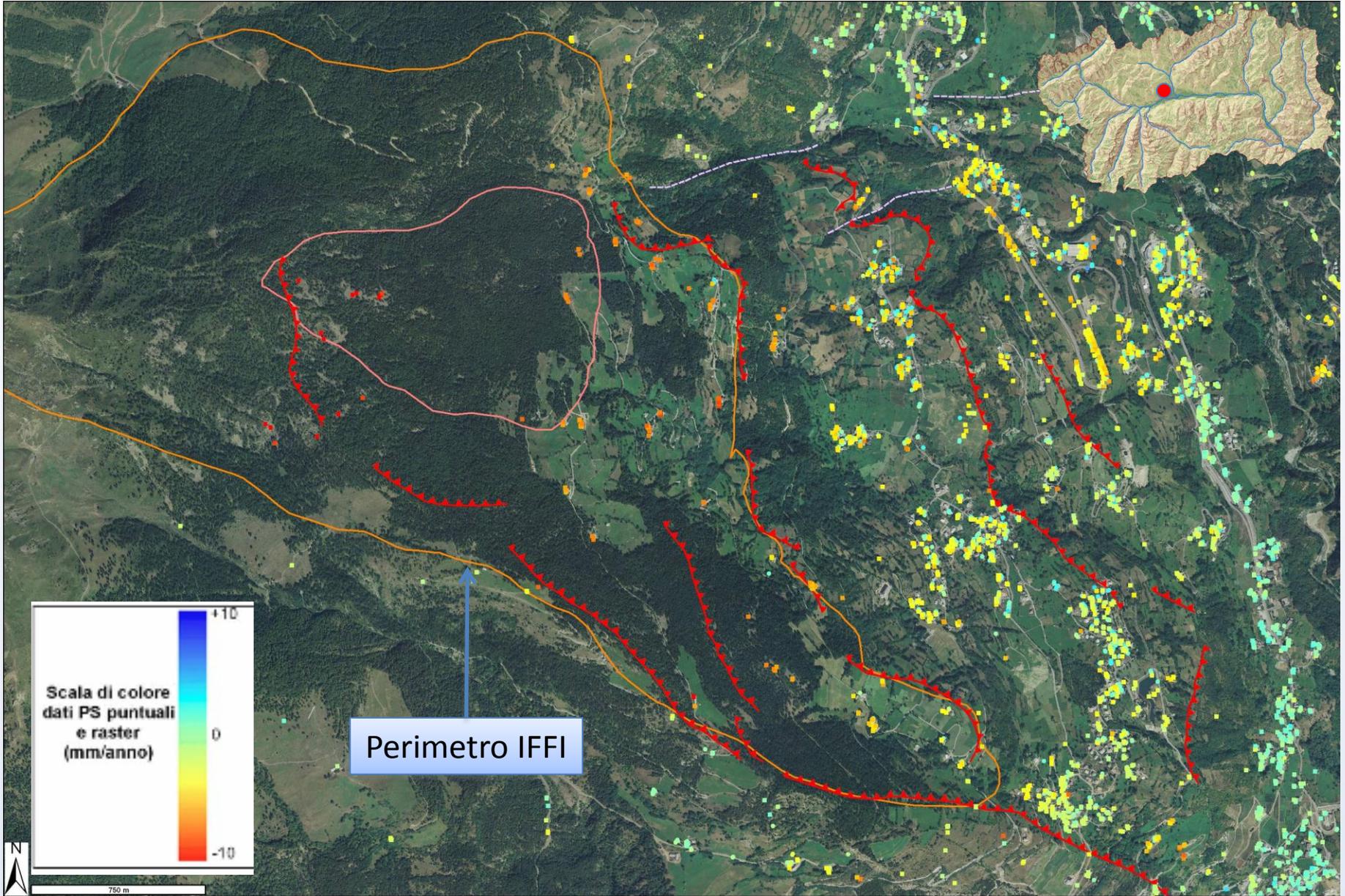


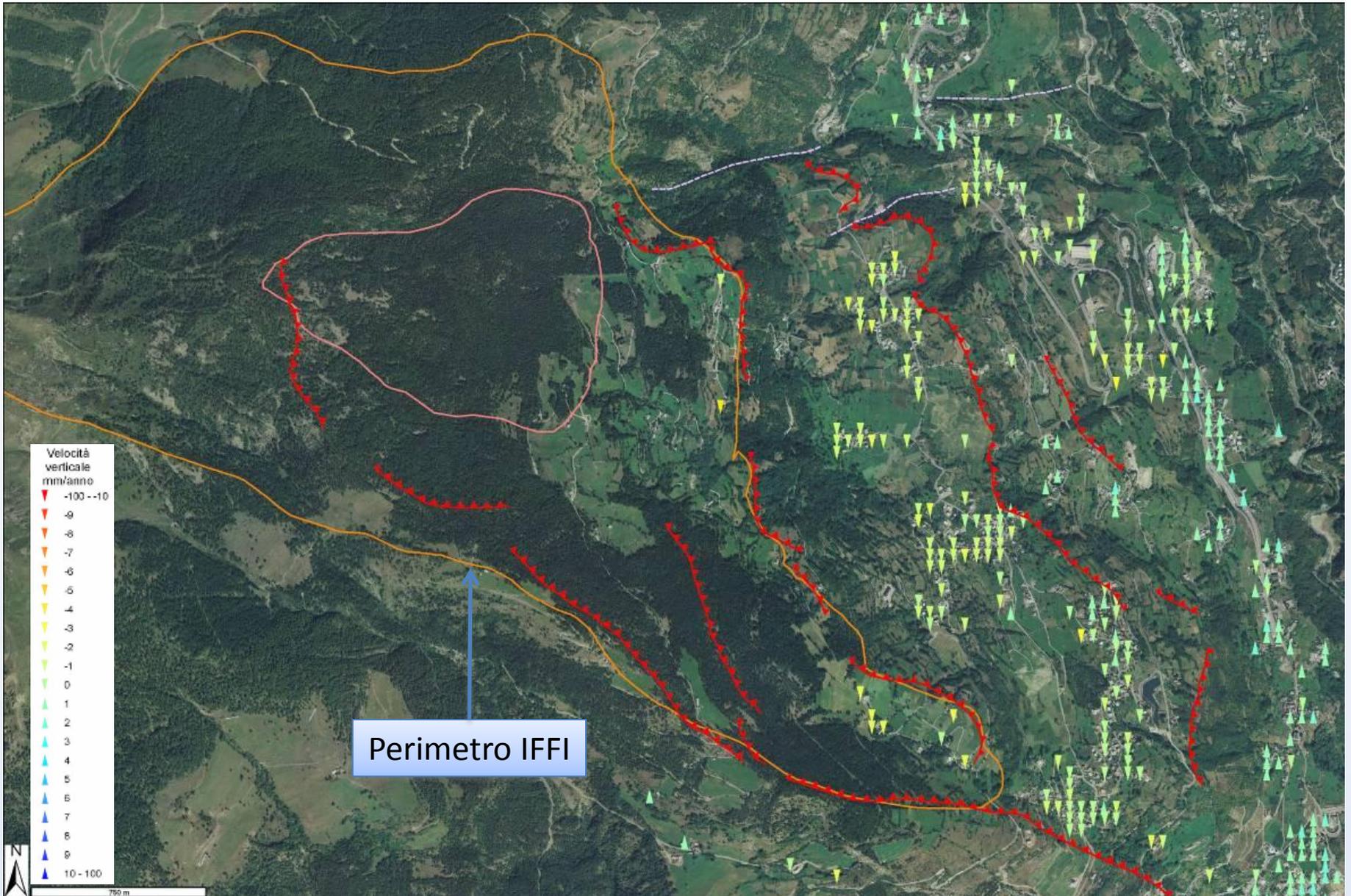
Supporto cartografico: Ortofoto, risoluzione 50 cm  
Map Projection: Universal Transverse Mercator, Datum ED50, Zona 32N  
© Tele-Rilevamento Europa 2010



# ● SCHEDA: P.TA CHALIGNE

AGGIORNAMENTO E VALIDAZIONE PROGETTO IFFI

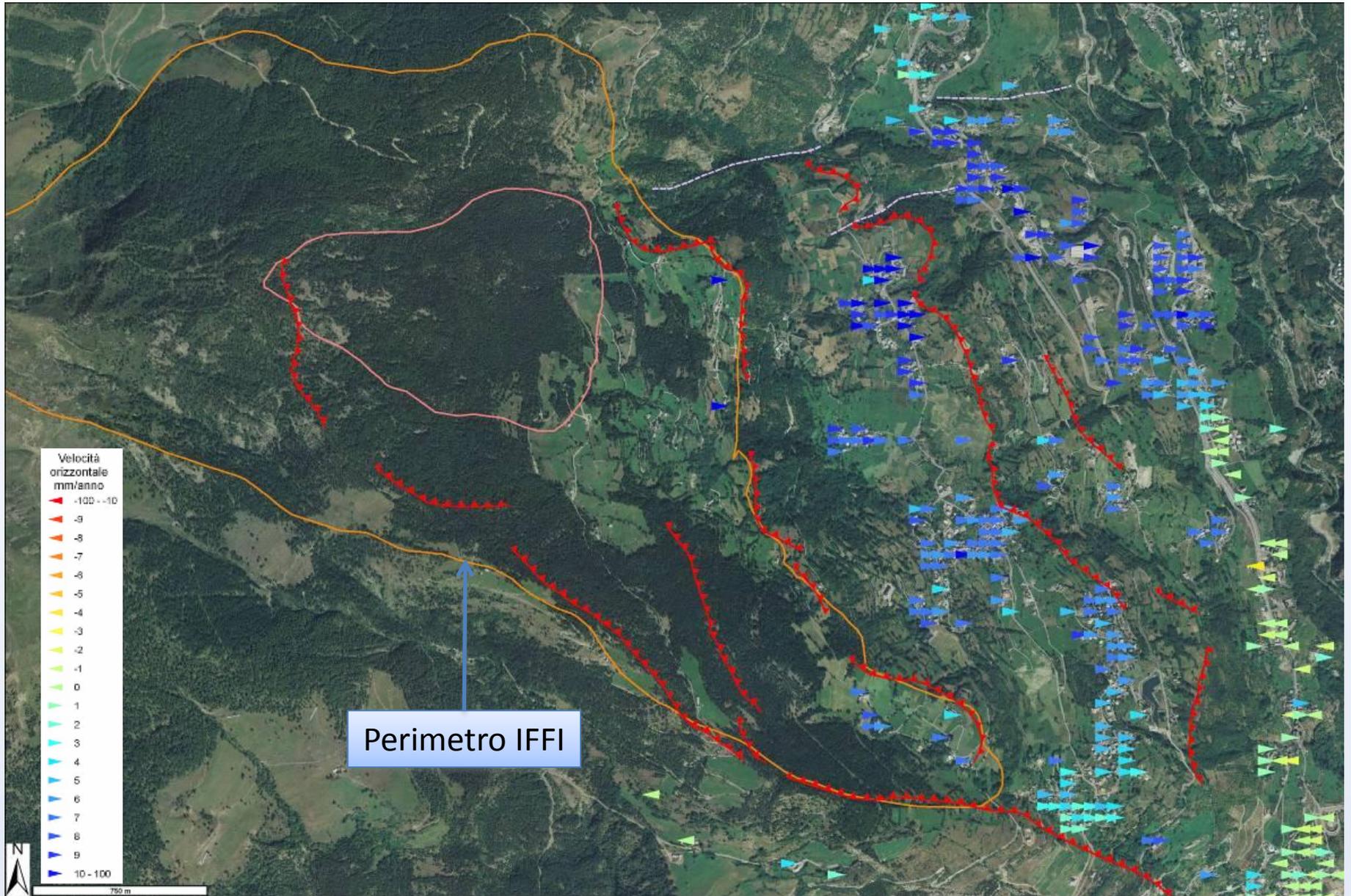




Velocità verticale

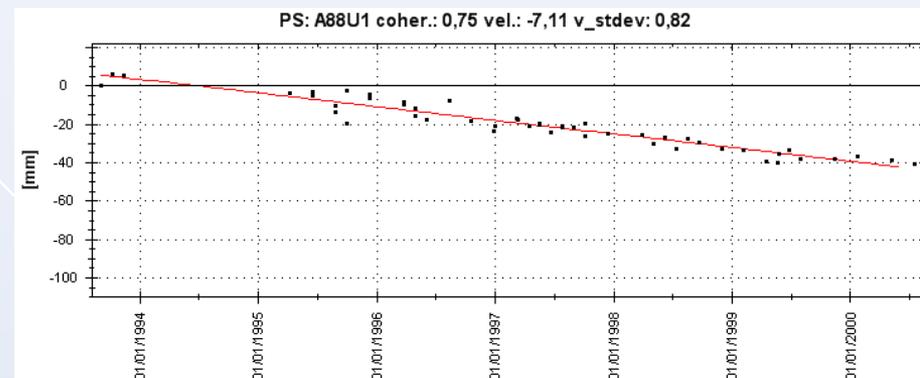
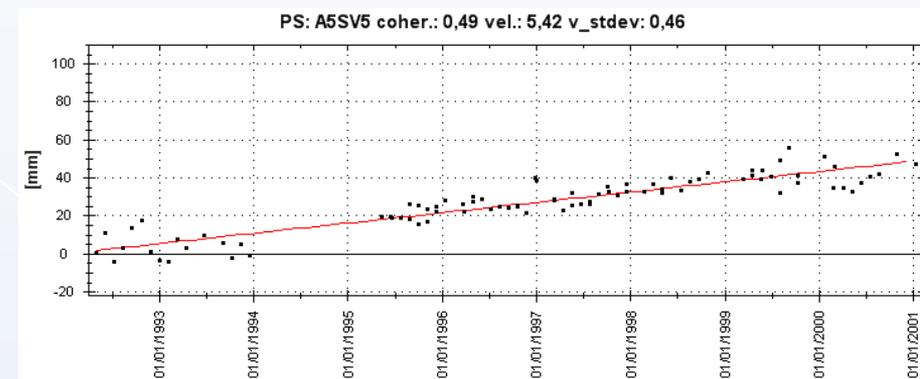
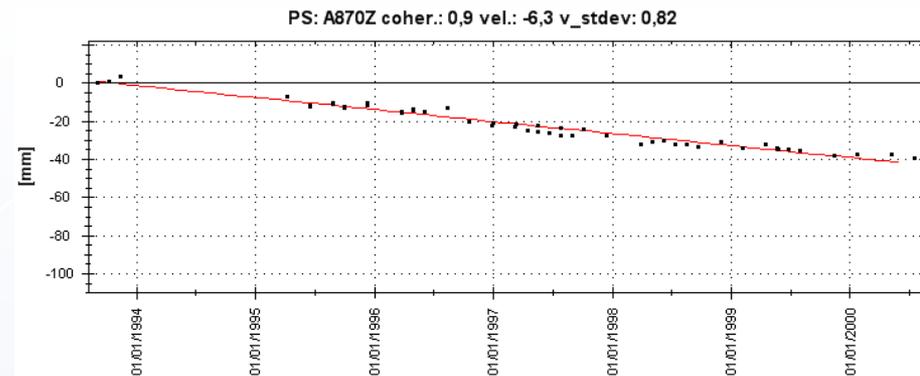
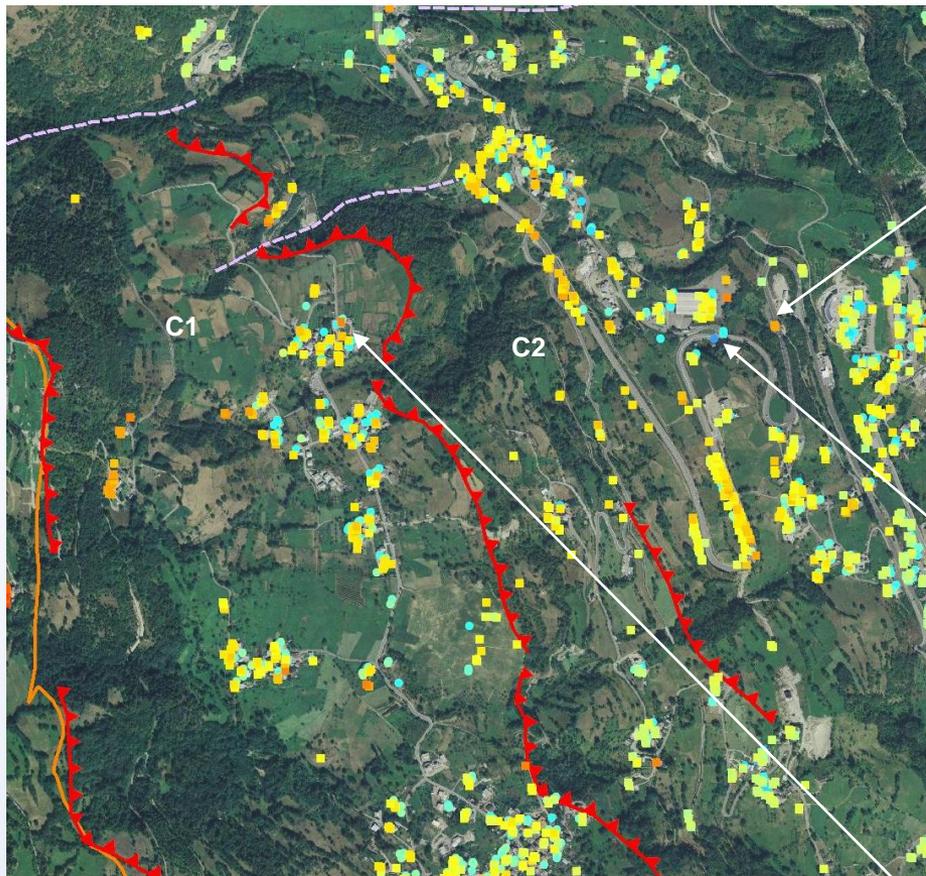
# ● SCHEDA: P.TA CHALIGNE

AGGIORNAMENTO E VALIDAZIONE PROGETTO IFFI



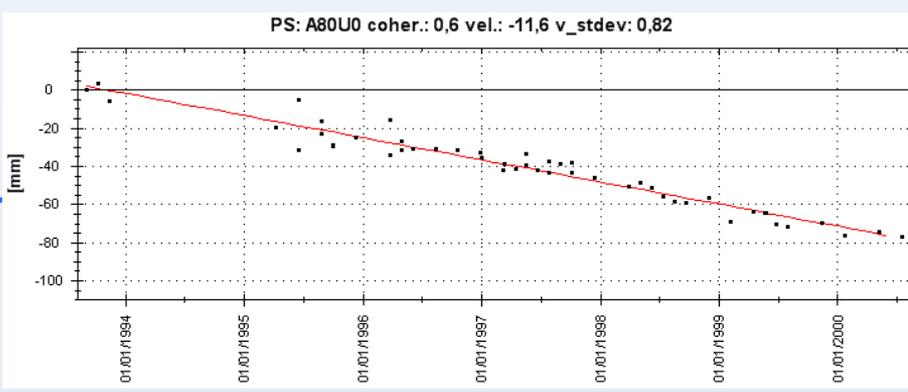
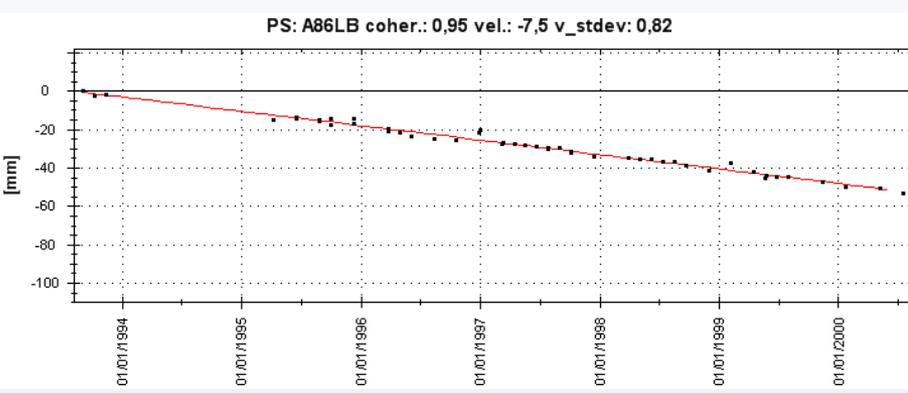
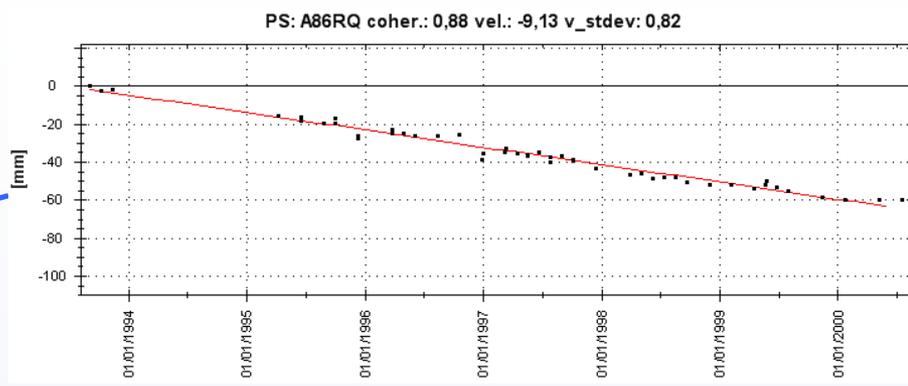
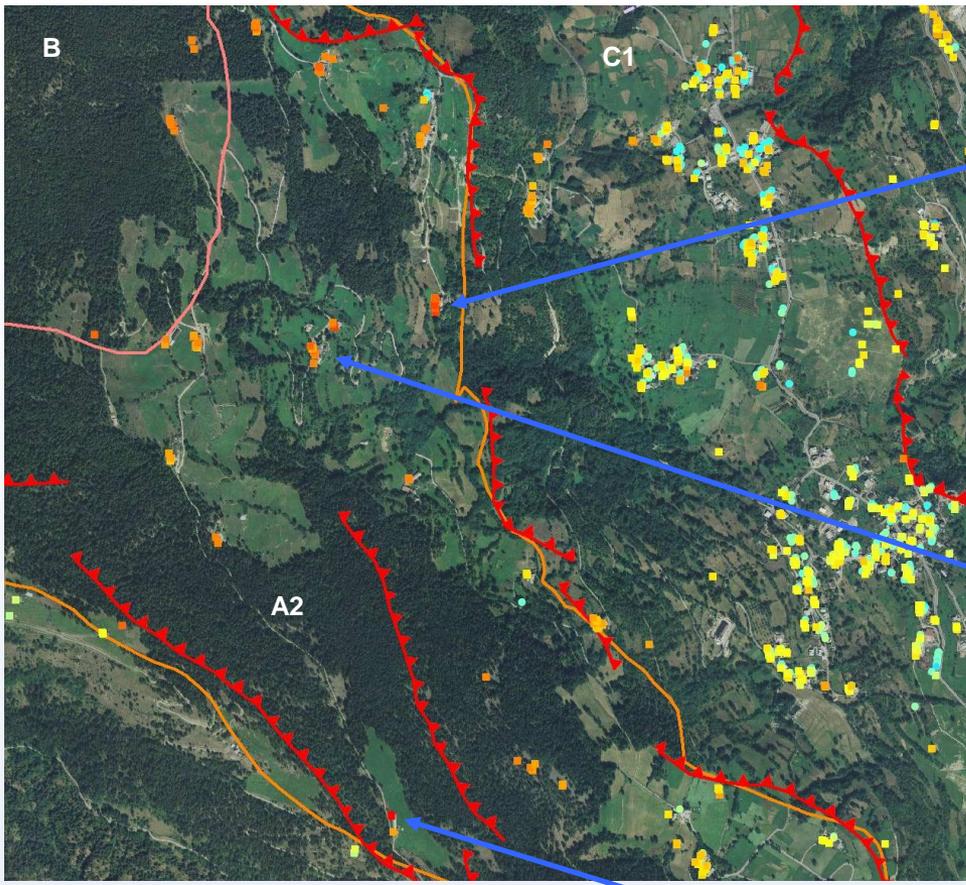
Velocità verticale

# ● SCHEDA: P.TA CHALIGNE



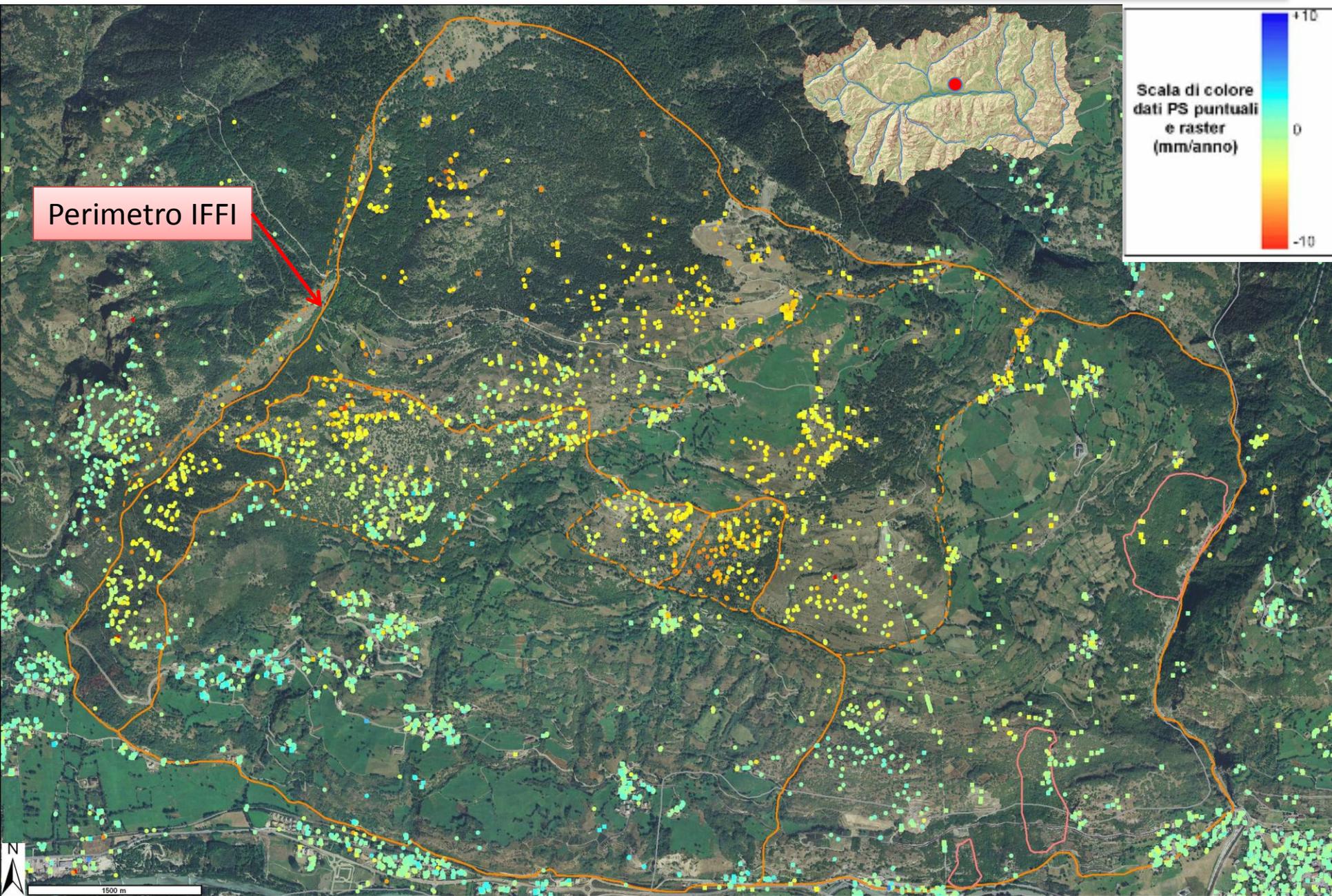
Nel settore basso vi sono PS di entrambe le geometrie (gli ascendenti sono in genere in allontanamento mentre i discendenti in avvicinamento al satellite); si osserva un movimento generalizzato di alcuni mm/anno (sempre minori di 10 mm/anno) in assenza di evidenti deformazioni superficiali (almeno da foto interpretazione).

# ● SCHEDA: P.TA CHALIGNE

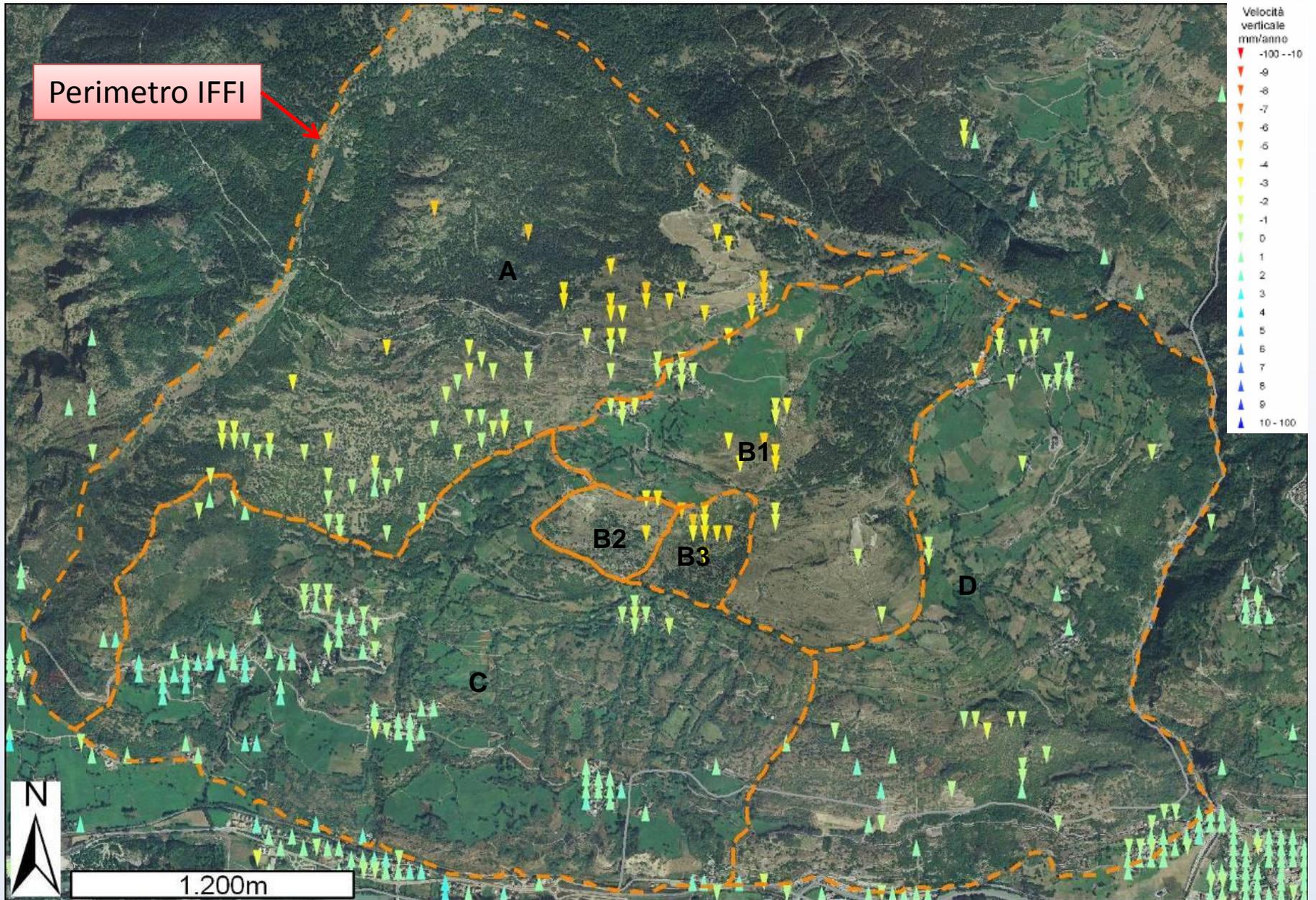


Nel settore mediano, al di sopra della scarpata che fa da limite alla DGPV IFFI, si osserva un movimento generalizzato dell'ordine della decina di mm/anno, sempre in assenza di evidenti deformazioni superficiali (almeno da foto interpretazione).

● SCHEDA: QUART

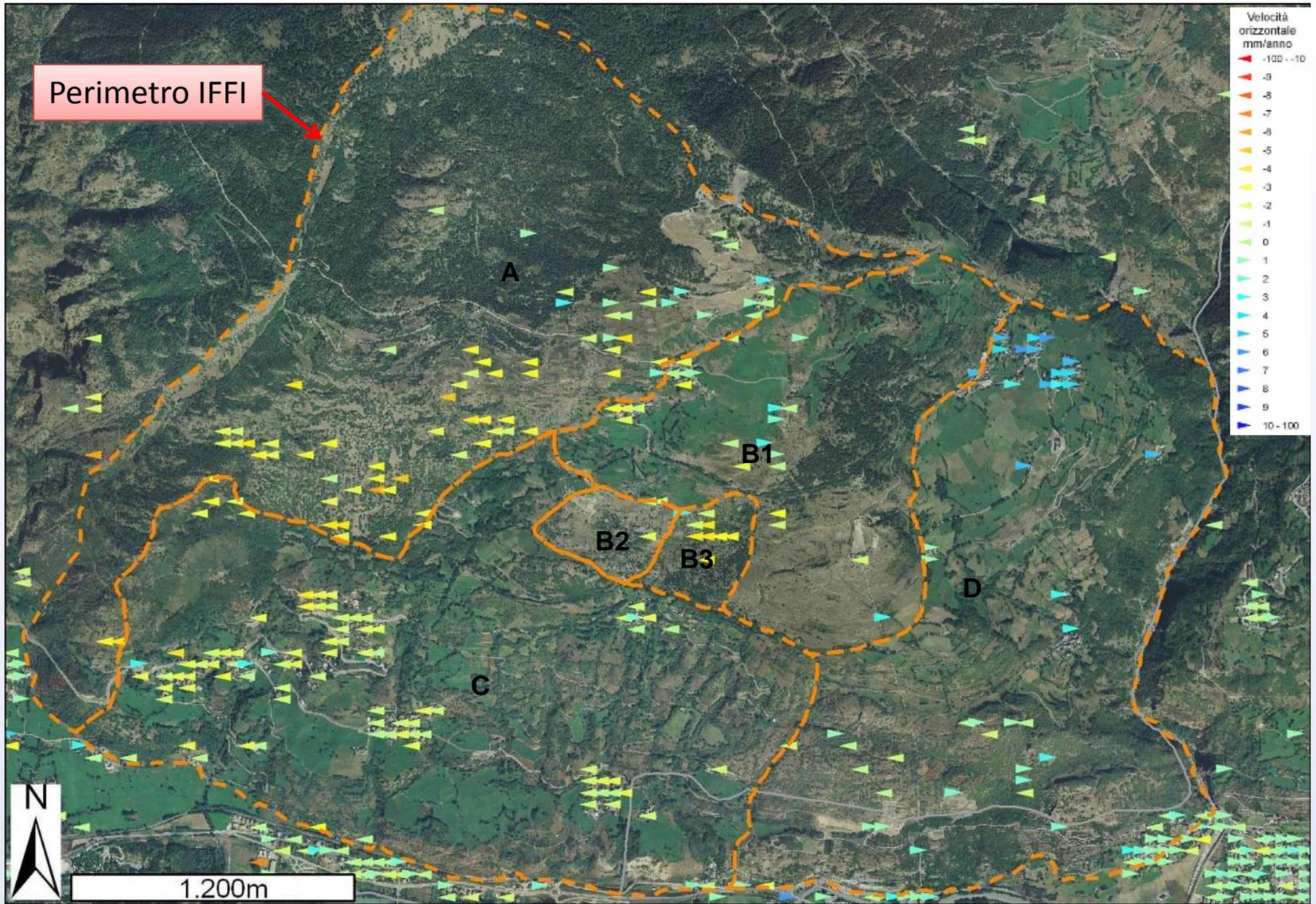


# • SCHEDA: QUART



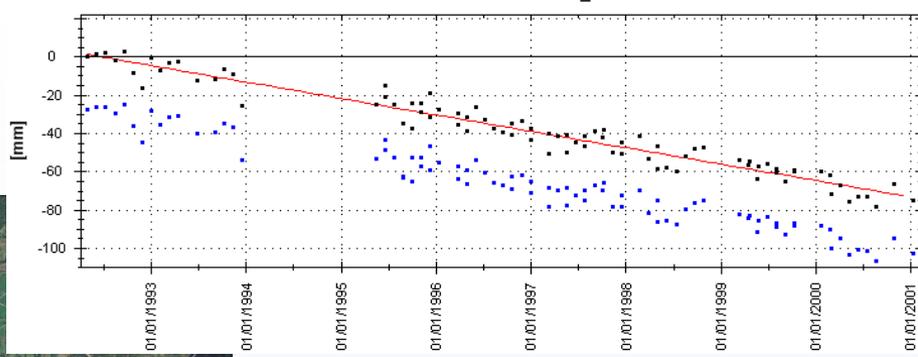
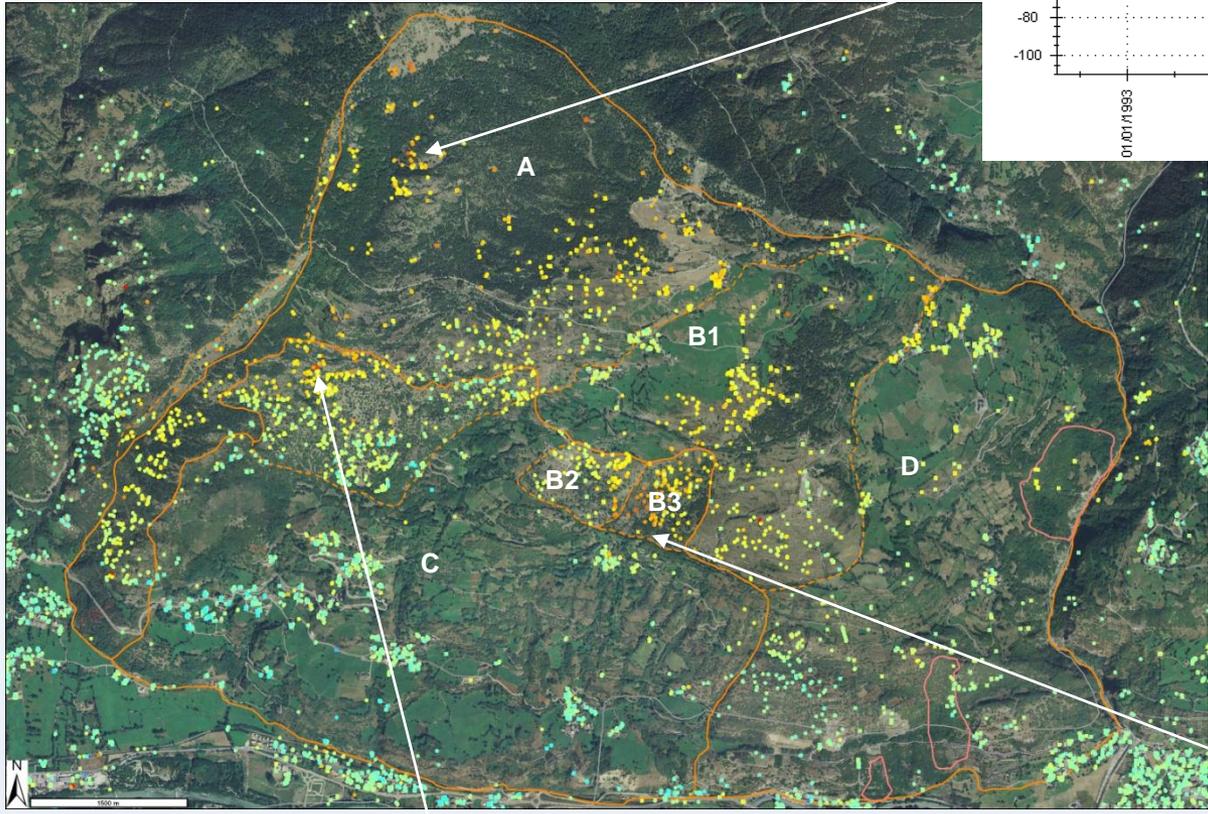
Componente verticale

# • SCHEDA: QUART



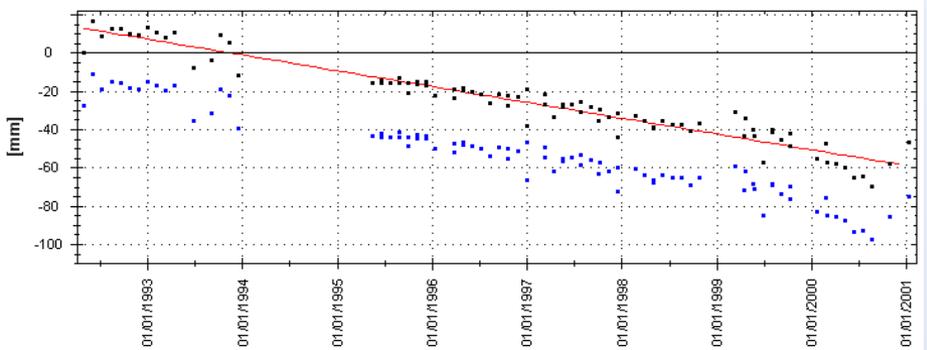
Componente orizzontale

# ● SCHEDA: QUART

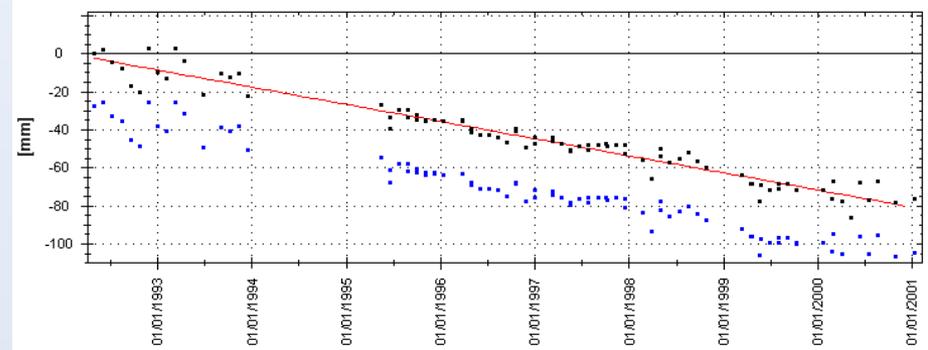


L'intera DGPV è coperta da PS di entrambe le geometrie; a scala dei singoli PS si osservano velocità sempre inferiori alla decina di mm/anno

PS: A5TD3 coher.: 0.51 vel.: -8.25 v\_stdev: 0.43

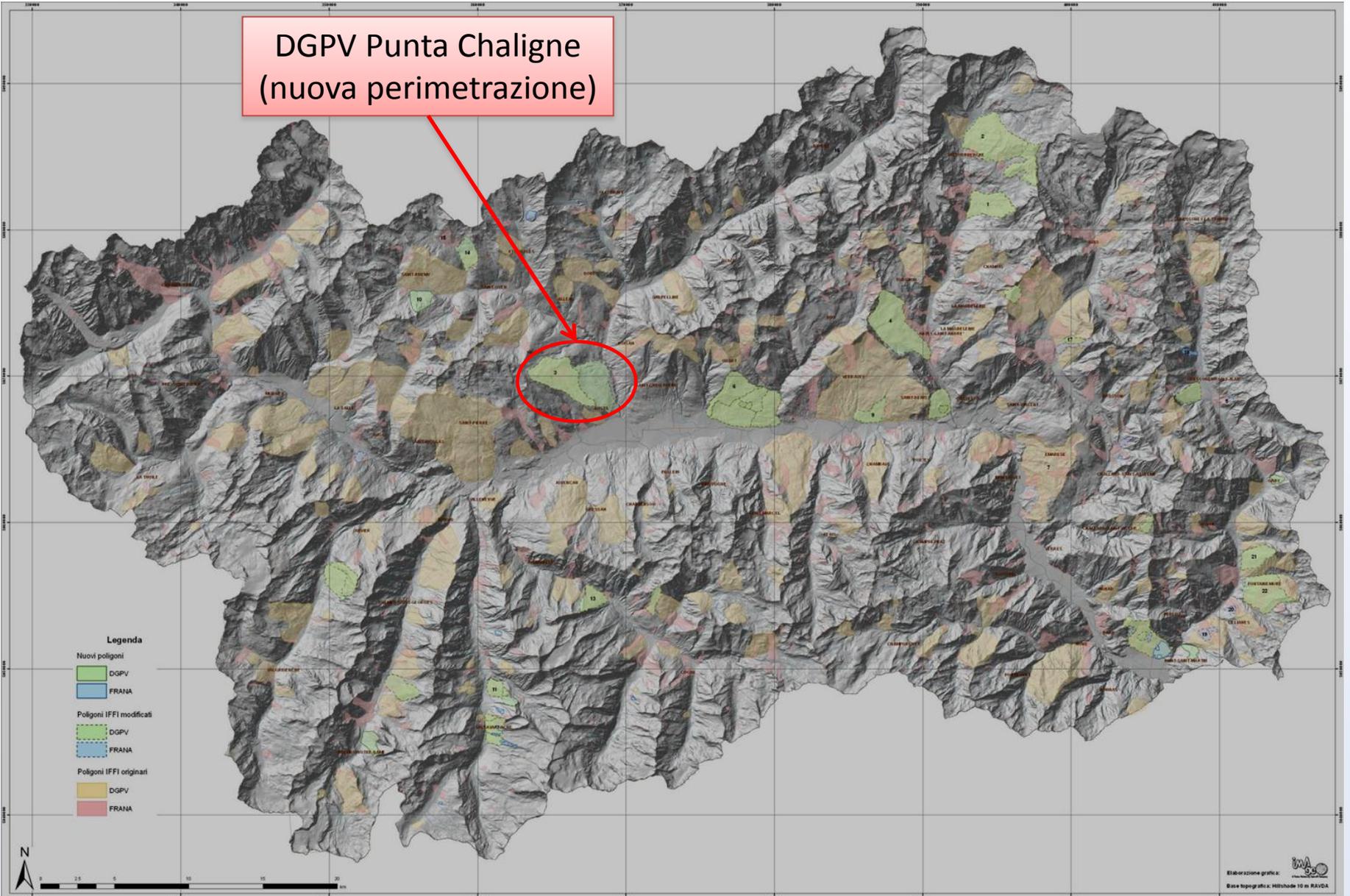


PS: A5PQ2 coher.: 0.6 vel.: -9.01 v\_stdev: 0.44

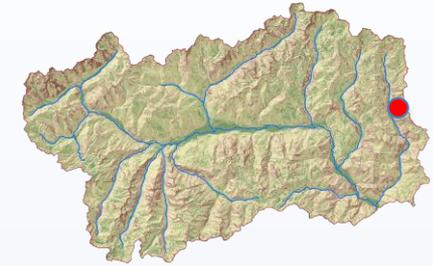


## Proposta carta aggiornamento IFFI

DGPV Punta Chaligne  
(nuova perimetrazione)



UTILIZZO DELLA BANCA DATI PS PER LA RICOSTRUZIONE DELLA STORIA EVOLUTIVA DI FENOMENI FRANOSI  
IL CASO DELLA FRANA DI BOSMATTO – COMUNE DI GRESSONEY-SAINT-JEAN



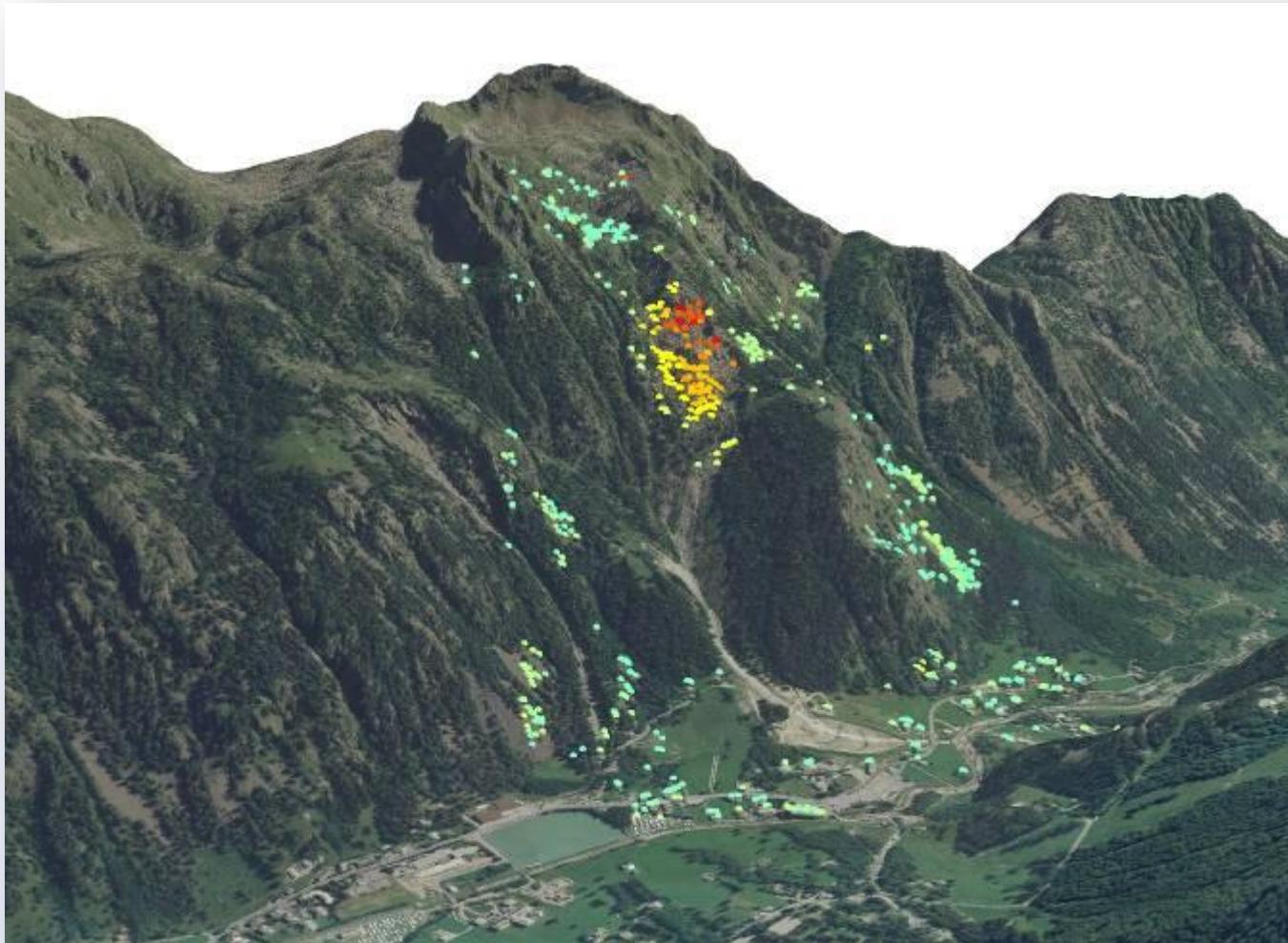
Vol.:7.000.000 mc

**Sistema di monitoraggio**

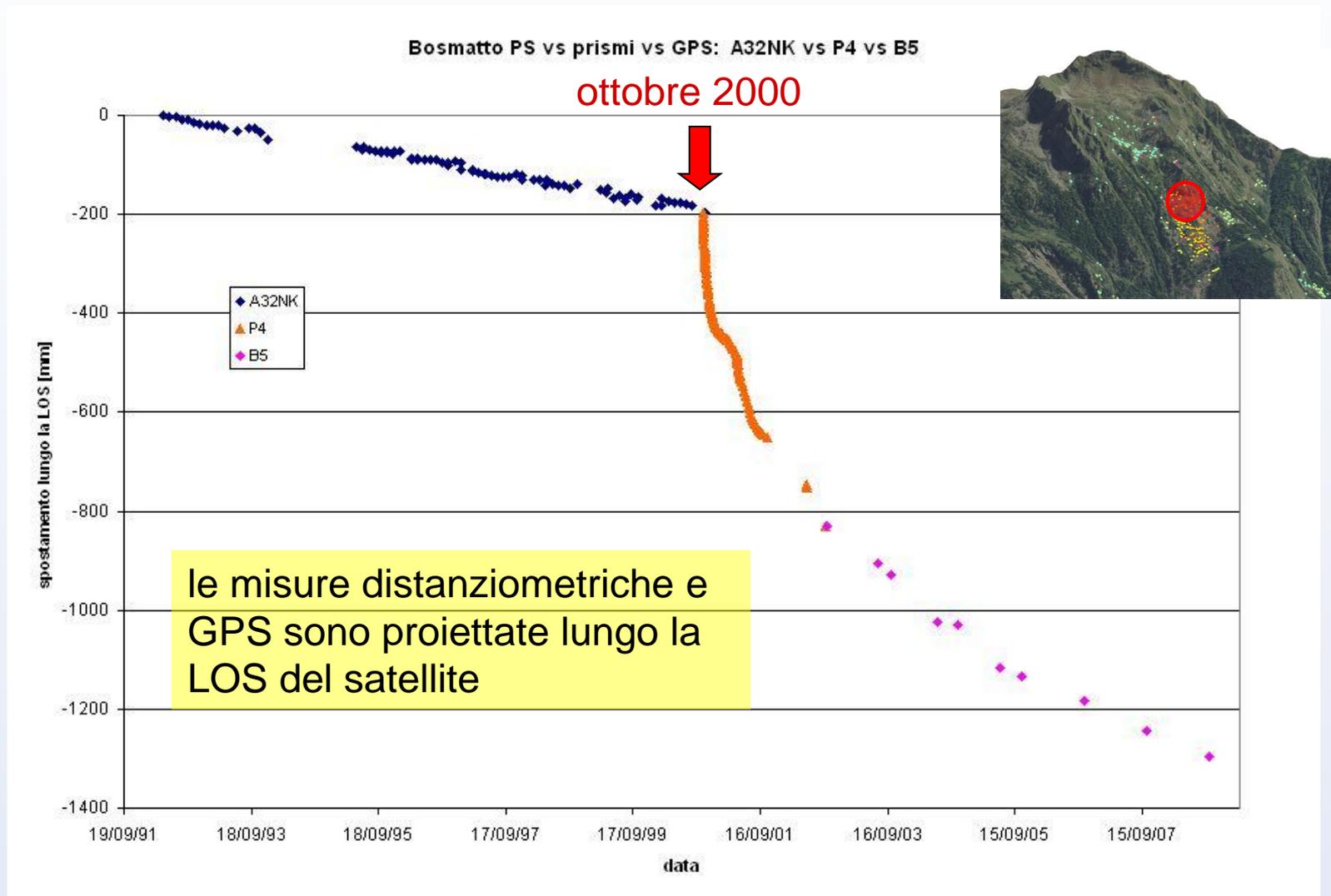
- n. 7 estensimetri
- n. 8 capisaldi GPS man.
- n. 3 stazioni GPS auto
- n. 1 stazione meteo
- n. 1 piezometro in foro



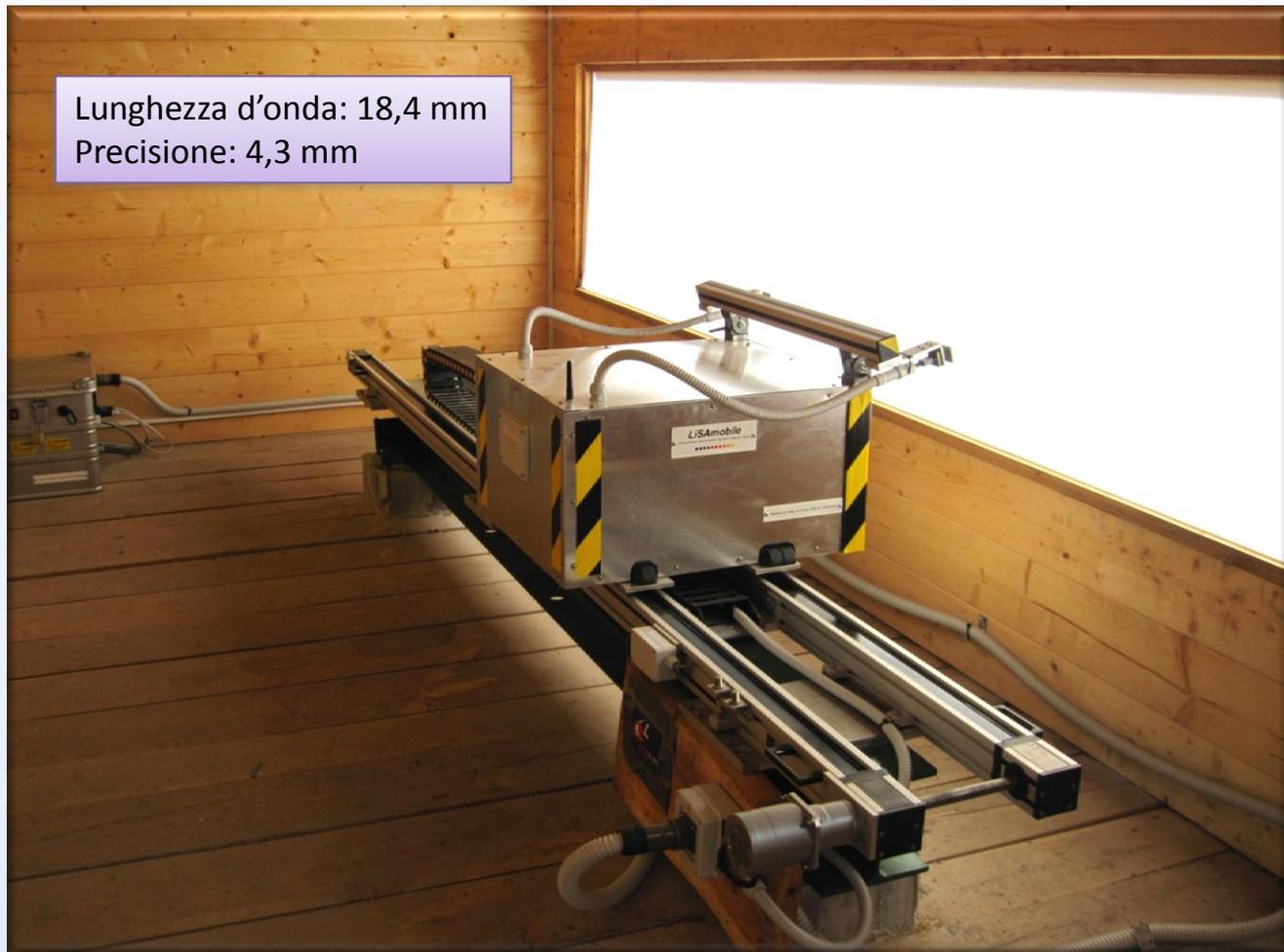
# Distribuzione dei dati PS Piattaforma ESA-ERS



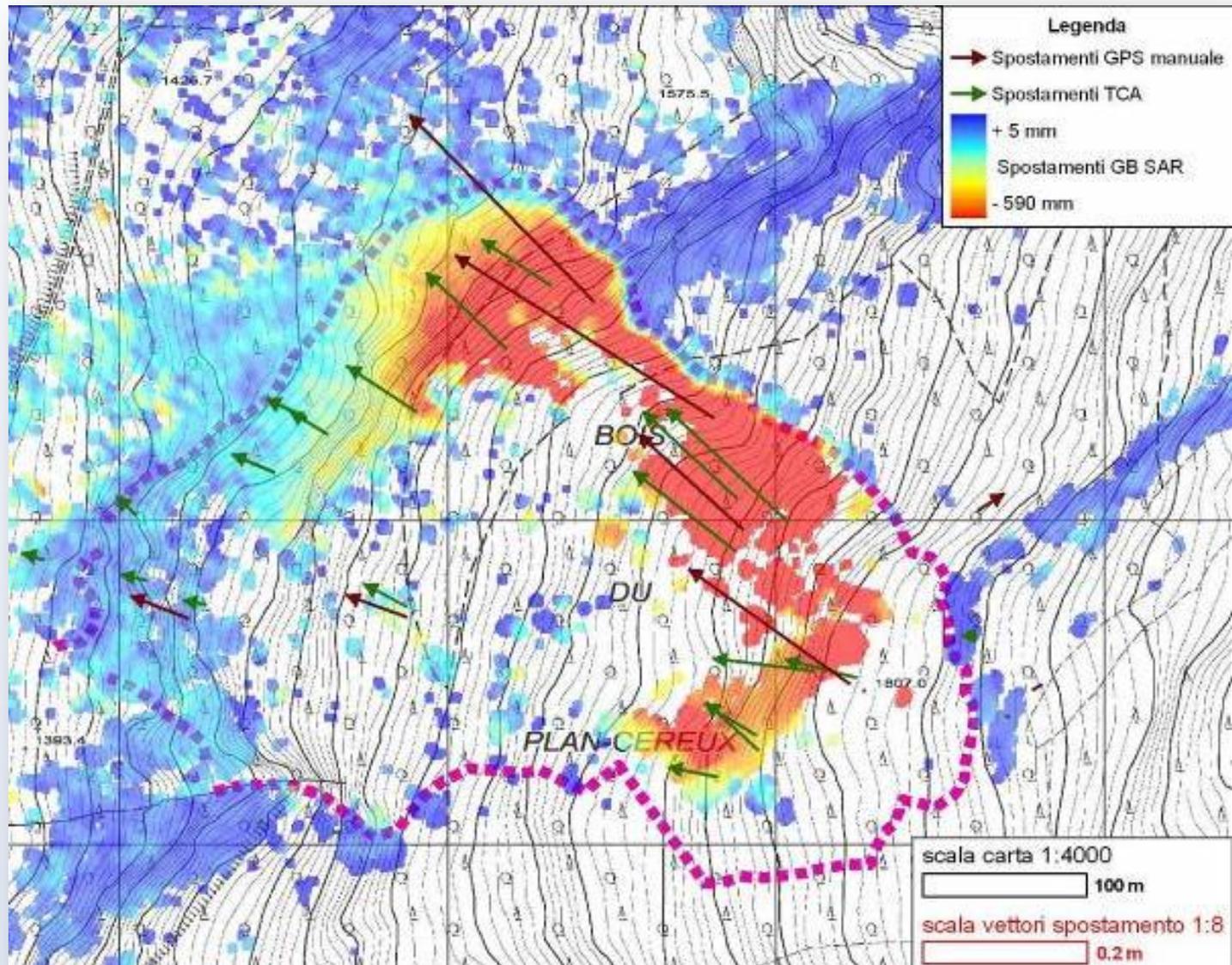
# PS vs misure distanziometriche vs GPS



## RADAR INTERFEROMETRICO DA TERRA GBInSAR - LISALAB



# Confronto GB-SAR, GPS manuale, rete topografica auto



# Considerazioni conclusive

- Lo studio, il controllo e la previsione di eventi franosi si basa su:
  - Evidenze morfologiche
  - Misura di indicatori (spostamenti e altri parametri)
- La misura degli spostamenti di una frana di grandi dimensioni con tecniche convenzionali può essere difficile o impossibile
- Vi sono nuove tecniche che consentono la misura degli spostamenti superficiali di un versante instabile senza che sia necessario accedervi:
  - Interferometria SAR da satellite (in particolare tecnica PSInSAR™)
  - Interferometria SAR da terra
- Per l'intero territorio italiano sono disponibili due archivi storici di dati SAR da satellite: l'archivio ESA-ERS che copre in modo pressoché continuo l'intervallo 1992-2001 e l'archivio di dati RADARSAT-1 (e RADARSAT-2) da Marzo 2003 ad oggi
- L'uso delle tecniche innovative descritte è complementare all'approccio geologico-geomorfologico tradizionale e consente di valutare l'estensione e lo stato di attività dei fenomeni