



# Potenzialità e applicazioni innovative del Servizio

**Bianca Federici**

*bianca.federici@unige.it*

**Laboratorio di Geodesia, Geomatica e GIS  
DICAT**

**Università degli Studi di Genova**

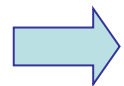
***SERVIZIO REGIONALE DI POSIZIONAMENTO GNSS***

# Potenzialità della rete GNSS regionale

--> Posizionamento di precisione in tempo reale su tutto il territorio regionale

- abbattendo tempi e complessità sia del rilievo che dell'elaborazione
- garantendo affidabilità e continuità
- offrendo supporto agli utenti

•--> Materializzazione del Sistema di Riferimento ETRF2000-2008.0



Rilevamenti e procedure di georeferenziazione  
notevolmente velocizzate

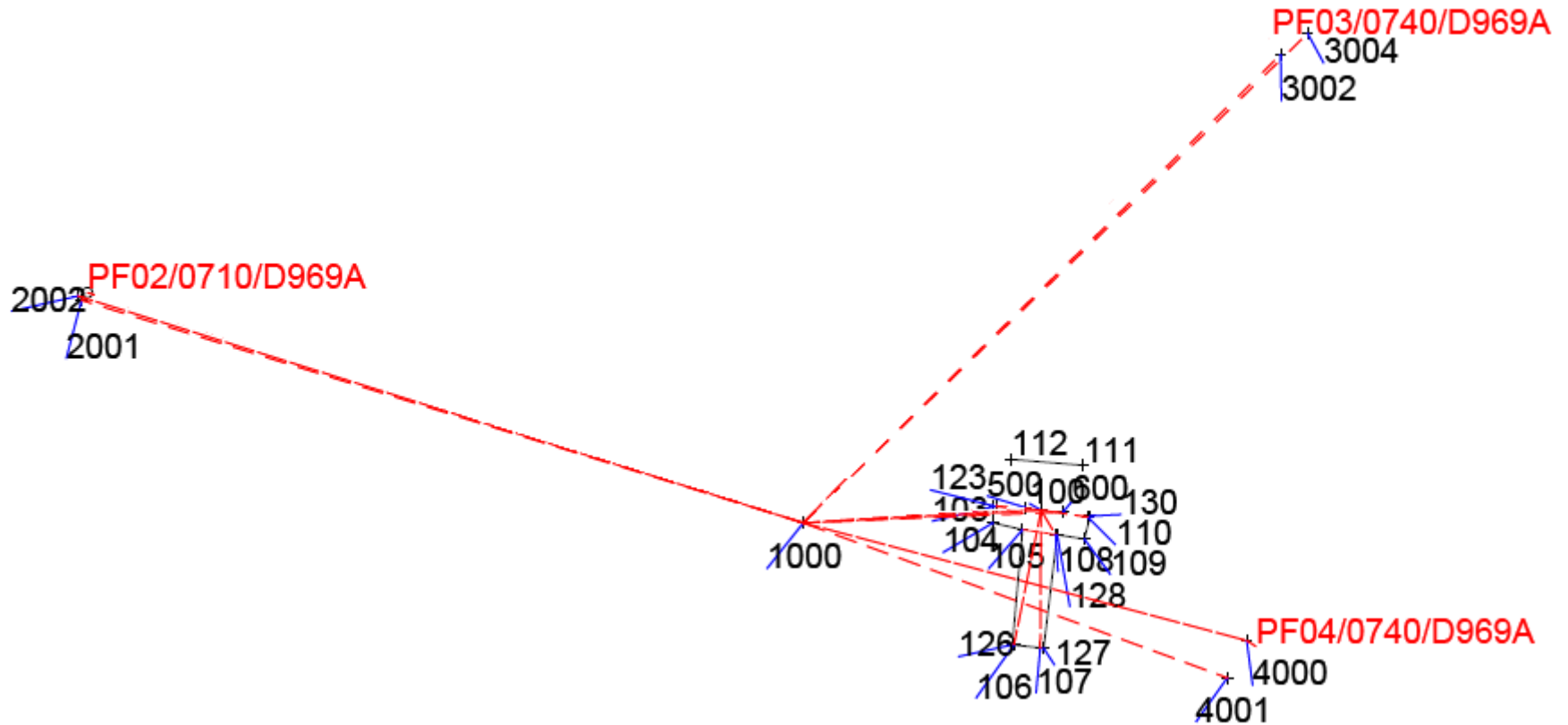
# Potenzialità della rete GNSS regionale

## Applicazioni tecniche

- Monitoraggio del territorio, del costruito, ambientale, marino ...
- Applicazioni professionali quali ad es. ...
  - produzione e aggiornamento cartografico;
  - appoggio fotogrammetrico, telerilevamento, rilievi laser scanning
  - rilievi catastali;
  - monitoraggio dissesti idrogeologici, perimetrazione aree incendiate, ...



## Rilievo integrato GPS-Stazione totale per "Tipo frazionamento"



PF02/0710/D969A

2002  
2001

Intersezione in avanti  
a partire da p.ti GPS  
2001 e 2002

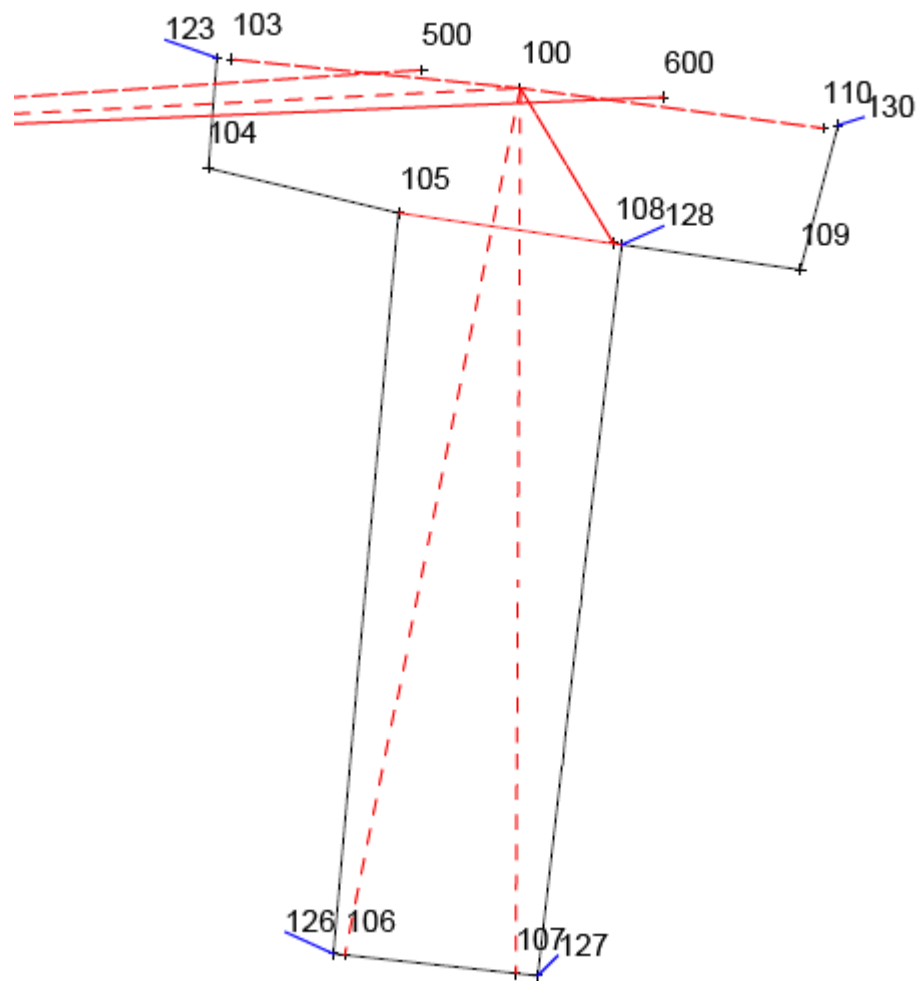
Stazione totale su  
p.to GPS 4000,  
orientata su 4001

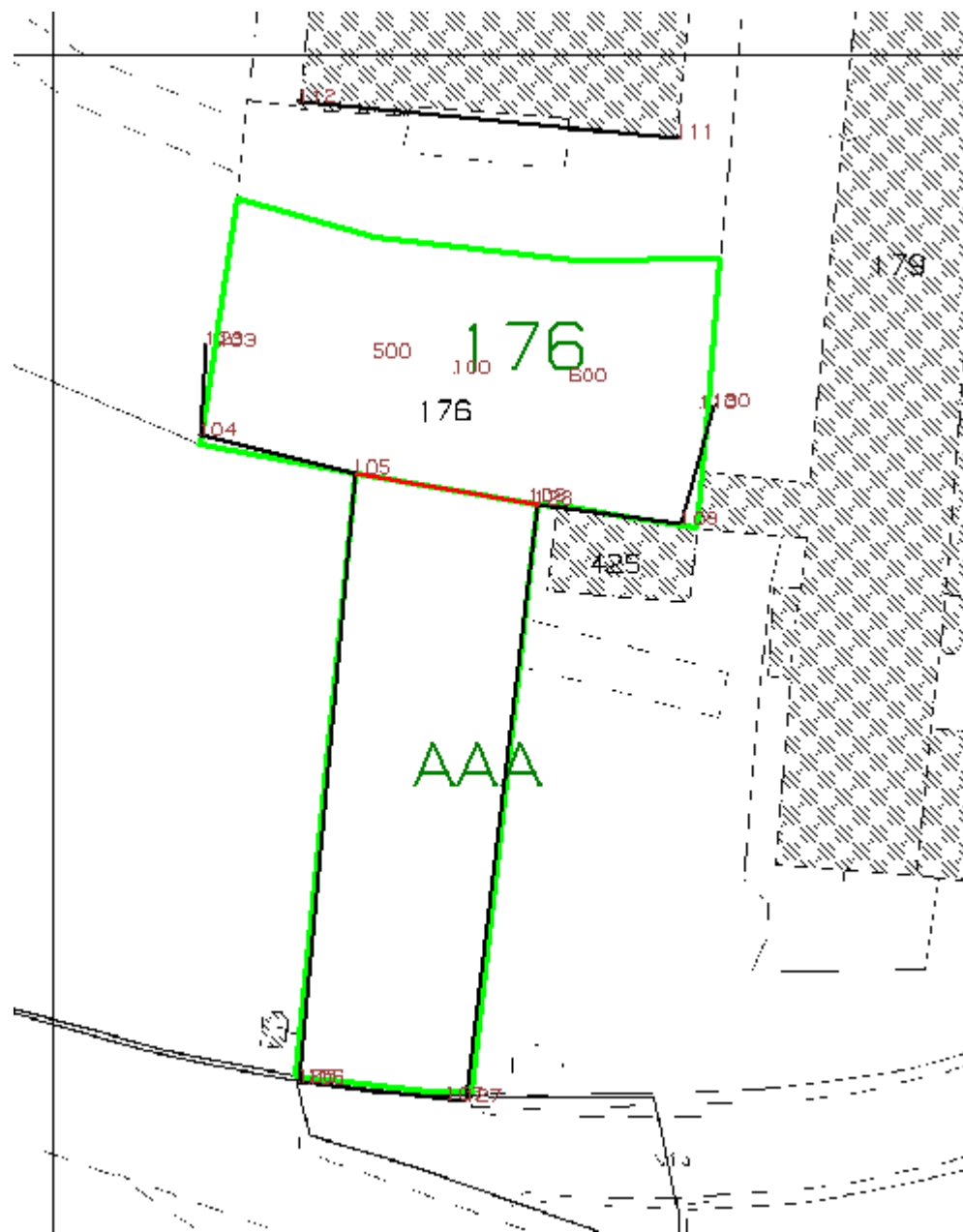
4000

PF04/0740/D969A

4001



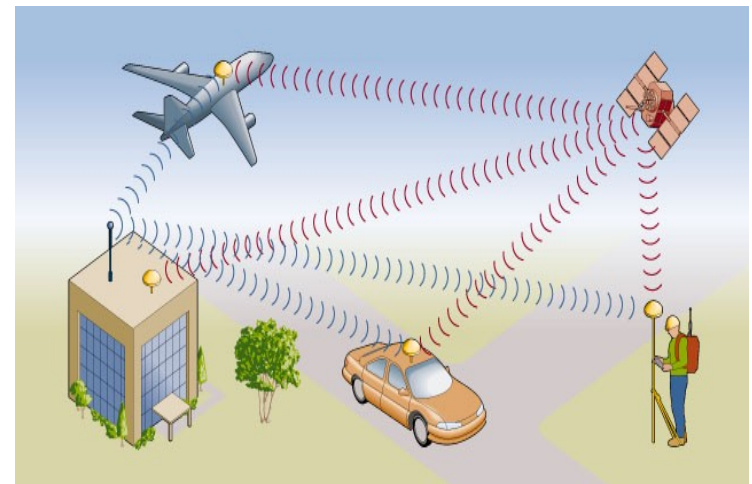




# Potenzialità della rete GNSS regionale

## Applicazioni navigazionali

- a piedi: sentieristica, perimetrazione incendi, . . .  
turistico, micologico, sicurezza, . . .
- in vettura a terra: controllo autobus, treni, autovetture
- in mare: percorsi mercantili, militari, diporto
- in volo: rilievi fotogrammetrici/lidar, trasporti civili/militari





# Utenti

1. Enti cartografici (IGMI, AdT, Servizio Geologico, IIM, CIGA)
2. Categorie professionali (Geometri, Geologi, Ingegneri, Architetti, Agronomi, ...)
3. Amministrazioni del territorio (Servizi Regionali, Province, Comuni)
4. Consorzi per la gestione di comprensori territoriali (Autorità di bacino, Comunità Montane, ...)
5. Aziende pubbliche e private nella gestione dei trasporti (terrestri, marittimi, aerei)
6. Privati

# **Potenzialità del Servizio regionale**

---

## **--> Fornitura di servizi aggiuntivi**

**con attenzione alle specificità del territorio regionale**

- **post-processing di dati forniti dall'utente**
- **planning "realistico"**

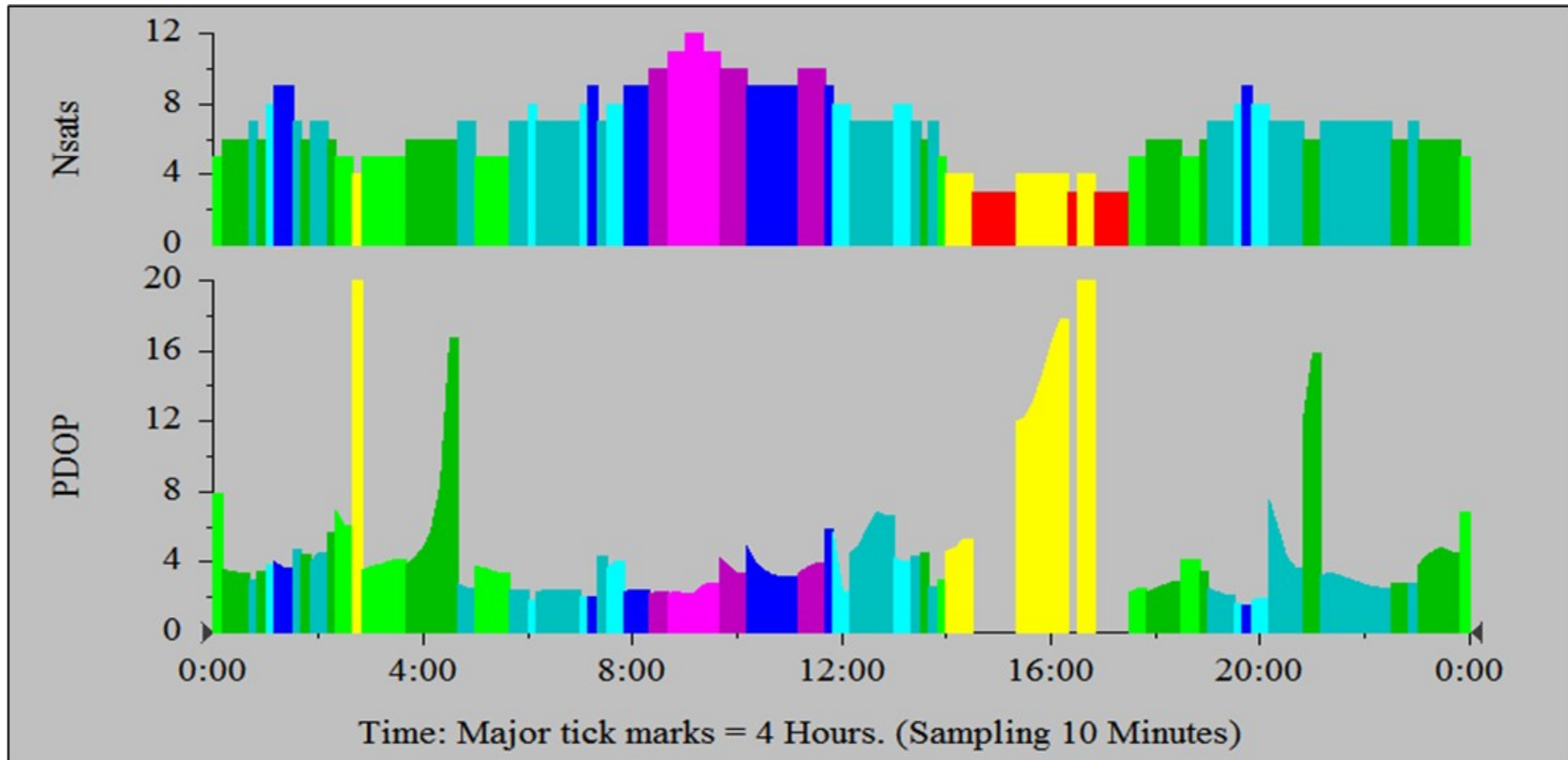
# Planning “realistico”

La precisione di un rilievo GNSS dipende da:

- numero di satelliti visibili
- configurazione geometrica dei satelliti (DOP)

Software commerciali di elaborazione dati GNSS permettono di effettuare una pianificazione del rilievo

- solo per un numero limitato di punti
- introducendo manualmente eventuali ostruzioni rilevate in sito



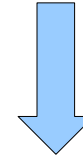
**Satelliti visibili e rispettivi valori dell'indice PDOP**

In presenza di:

- ostruzioni naturali
- ostruzioni artificiali



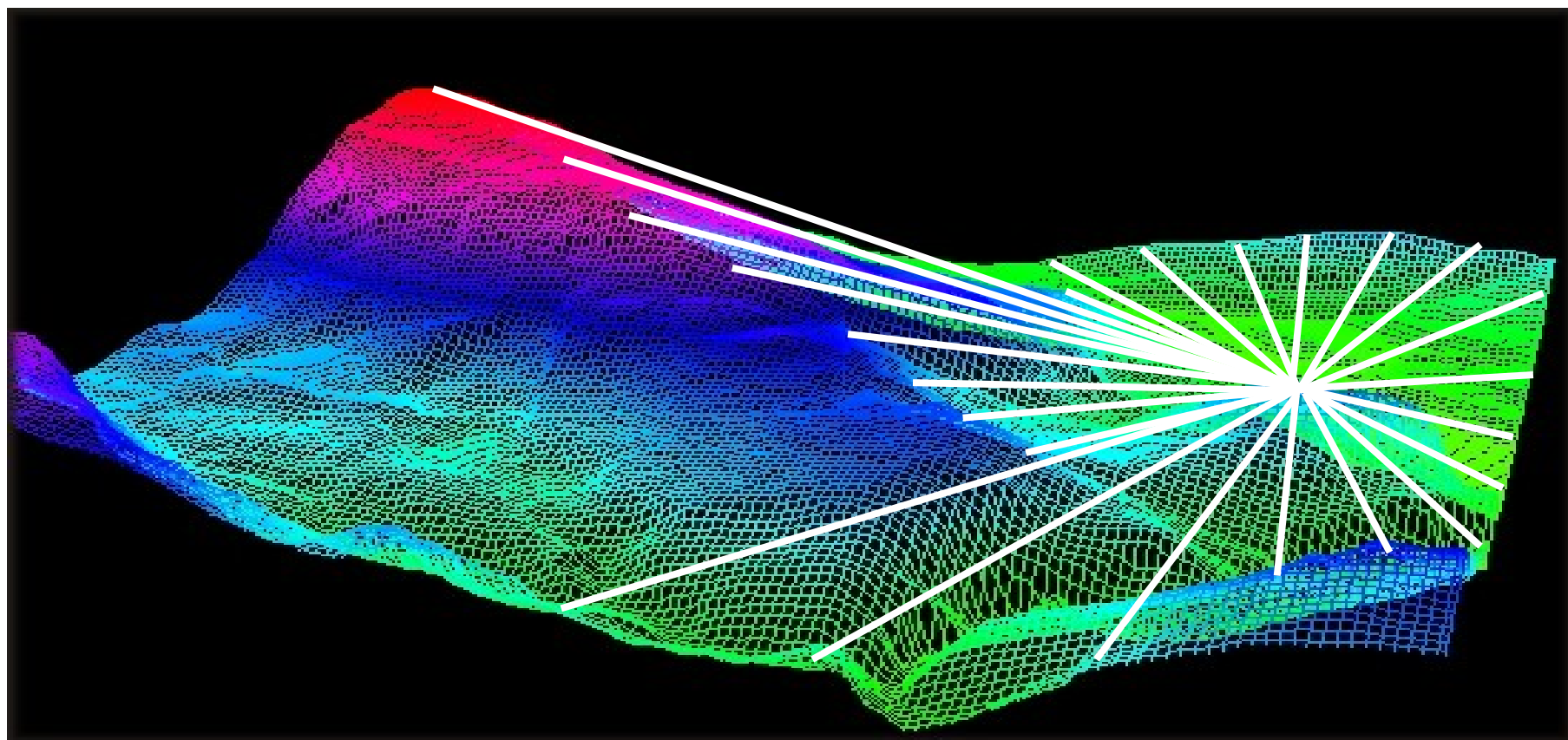
Pianificazione "realistica" dei rilievi



- ad intere aree
- a specifici percorsi, aderenti al territorio o a quota assegnata, fornendo una velocità media di spostamento
- per identificare le aree/percorsi ottimali per prefissato orario,
- per individuare l'orario ottimale per fissata area/percorso

## 1 fase: DETERMINAZIONE AUTOMATICA DELLE OSTRUZIONI

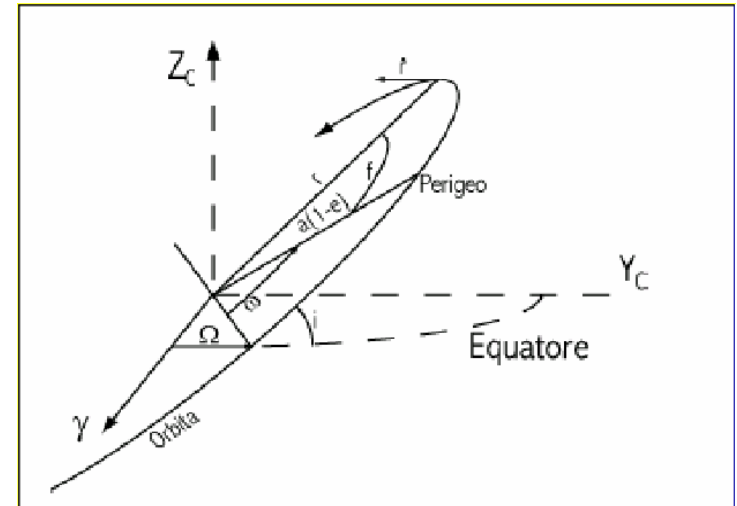
Per ogni pixel del DTM viene eseguita una scansione a 360° (per grado azimutale) calcolando l'angolo di elevazione (sull'orizzonte) che sottende l'ostruzione massima.



## 2 fase: DETERMINAZIONE VISIBILITA' SATELLITARE

### Almanacco (dal messaggio navigazionale D)

- recente (non deve precedere la campagna di oltre un mese se non ci sono stati cambiamenti nella configurazione e nelle orbite)
- da internet o con breve sessione di misura (15 minuti)



### "Session Planning"

- Riferito al baricentro della zona da rilevare e valido in un ambito di 50-100 km
- Basato sui satelliti disponibili forniti dall'Almanacco, tenendo conto delle ostruzioni riscontrate:
  - Grafico del numero di satelliti
  - Grafico dei DOP → Dilution of Precision =  
indice di dispersione della soluzione

<i>n_sat_min_h GPS</i>	MEDIA	MIN	MAX
insuf	1,8	0,1	9,7
suff	85,4	38,3	99,2
buono	12,2	0	60,5

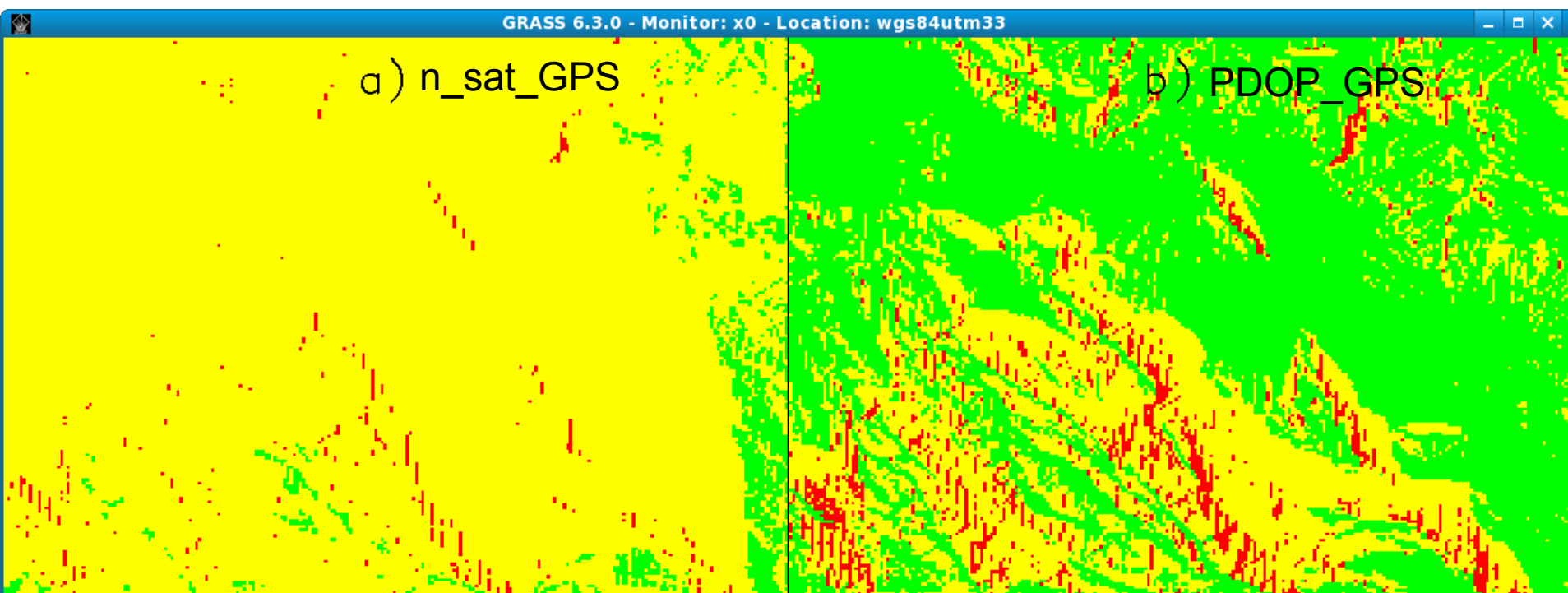
  

<i>pdop_max_h GPS</i>	MEDIA	MIN	MAX
insuf	11,0	2,6	25,6
suff	28,9	11,7	79,5
buono	59,4	0	78,2

Insuf: sat < 4 ■  
 Suff: 4-7 sat ■  
 Buono: 8-11 sat ■  
 Ottimo: sat > 11 ■

Insuf: pdop >= 7 ■  
 Suff: 3 < pdop < 7 ■  
 Buono: pdop <= 3 ■

Percentuali di territorio per visibilità satellitare e PDOP con la sola costellazione GPS





<i>n_sat_min_h GNSS</i>	MEDIA	MIN	MAX
insuf	0,01	0	0,1
suff	11,4	1,0	45,8
buono	87,9	53,5	98,3

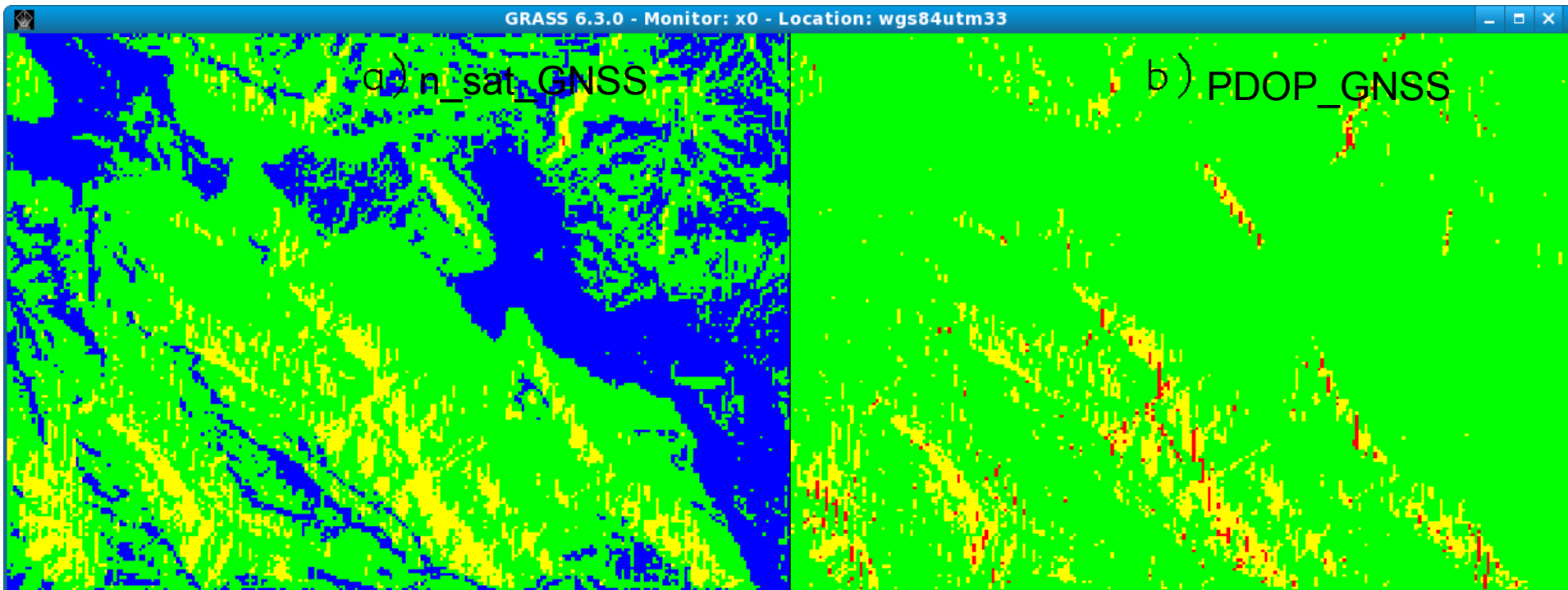
  

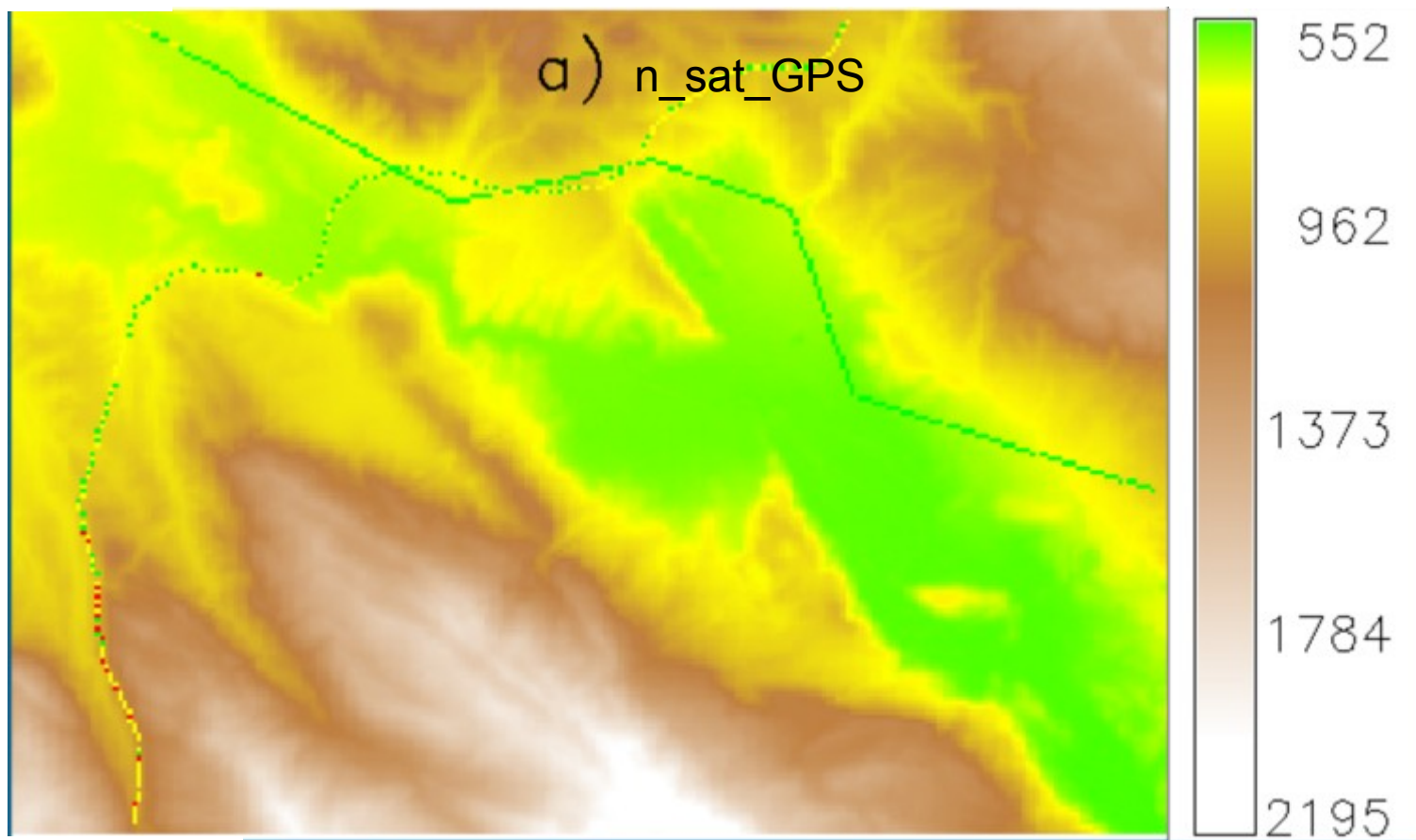
<i>pdop_max_h GNSS</i>	MEDIA	MIN	MAX
insuf	3,1	0,2	14,1
suff	12,0	5,6	30,9
buono	84,3	54,3	91,8

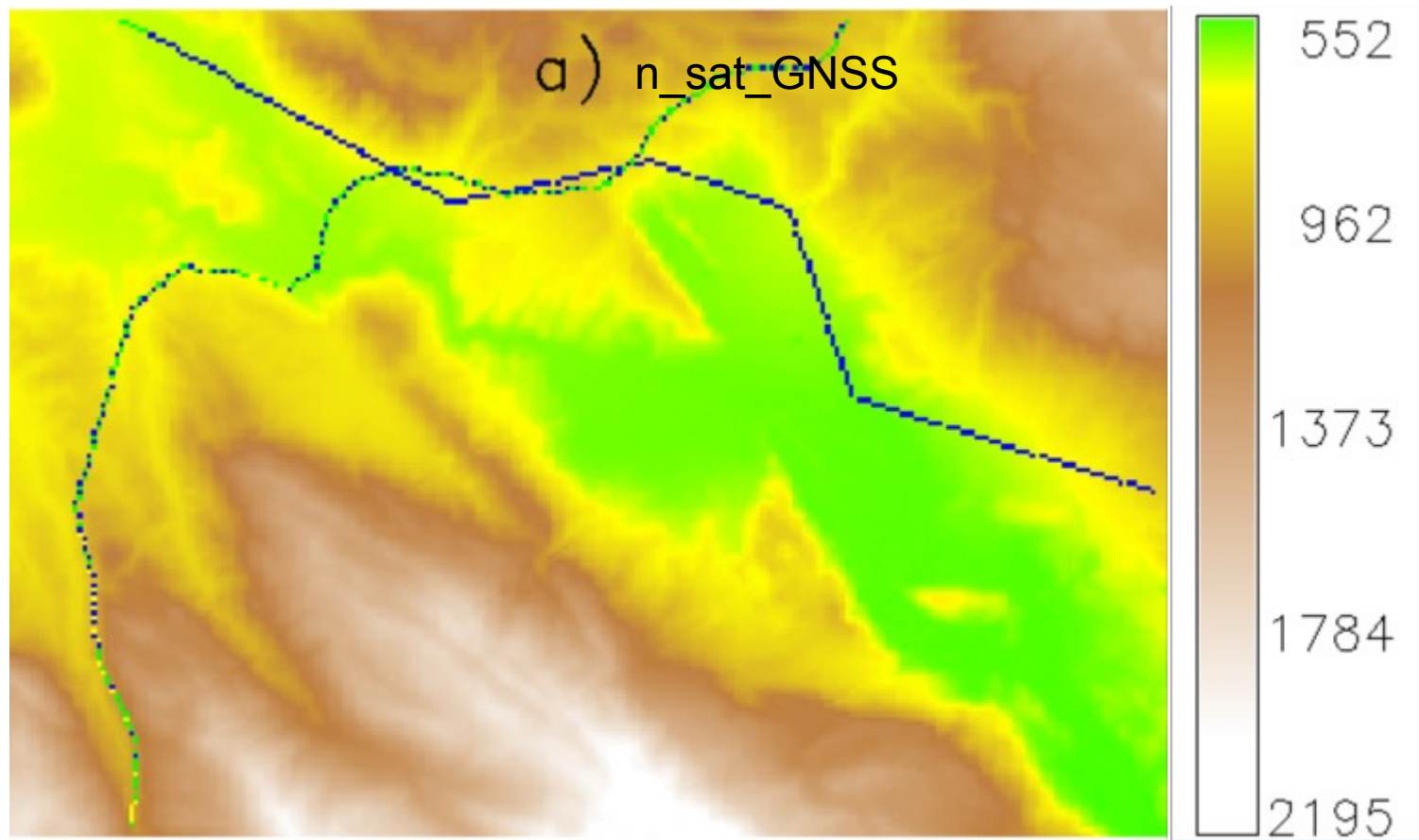
Insuf: sat < 4 ■  
 Suff: 4-7 sat ■  
 Buono: 8-11 sat ■  
 Ottimo: sat > 11 ■

Insuf: pdop >= 7 ■  
 Suff: 3 < pdop < 7 ■  
 Buono: pdop <= 3 ■

Percentuali di territorio per visibilità satellitare e PDOP, costellazioni GPS+GLONASS

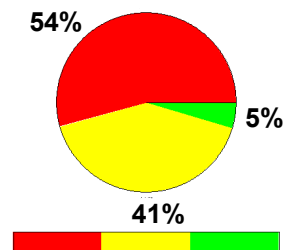
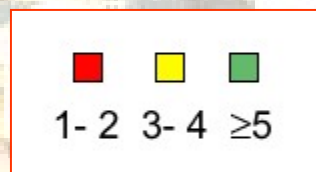
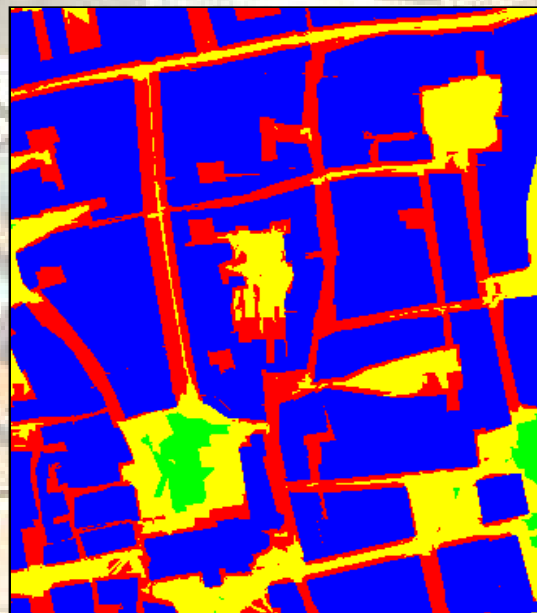




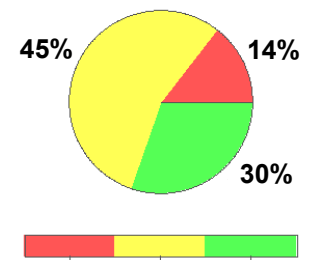
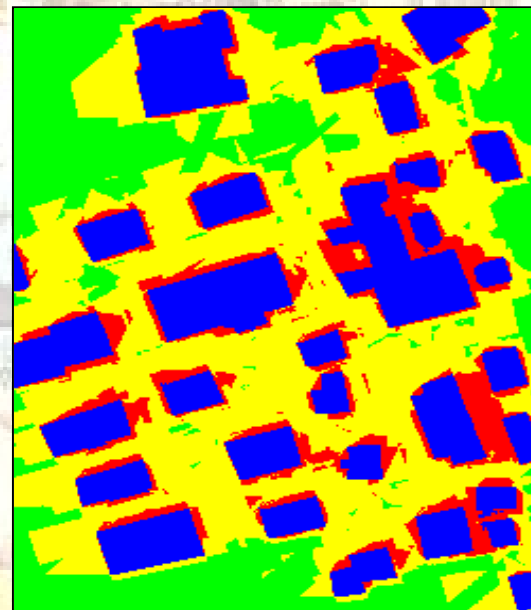


# Visibilità satelliti GPS dalle ore 9 alle ore 11

## Centro storico



## Zona residenziale



**Le % si riferiscono alla superficie stradale:**

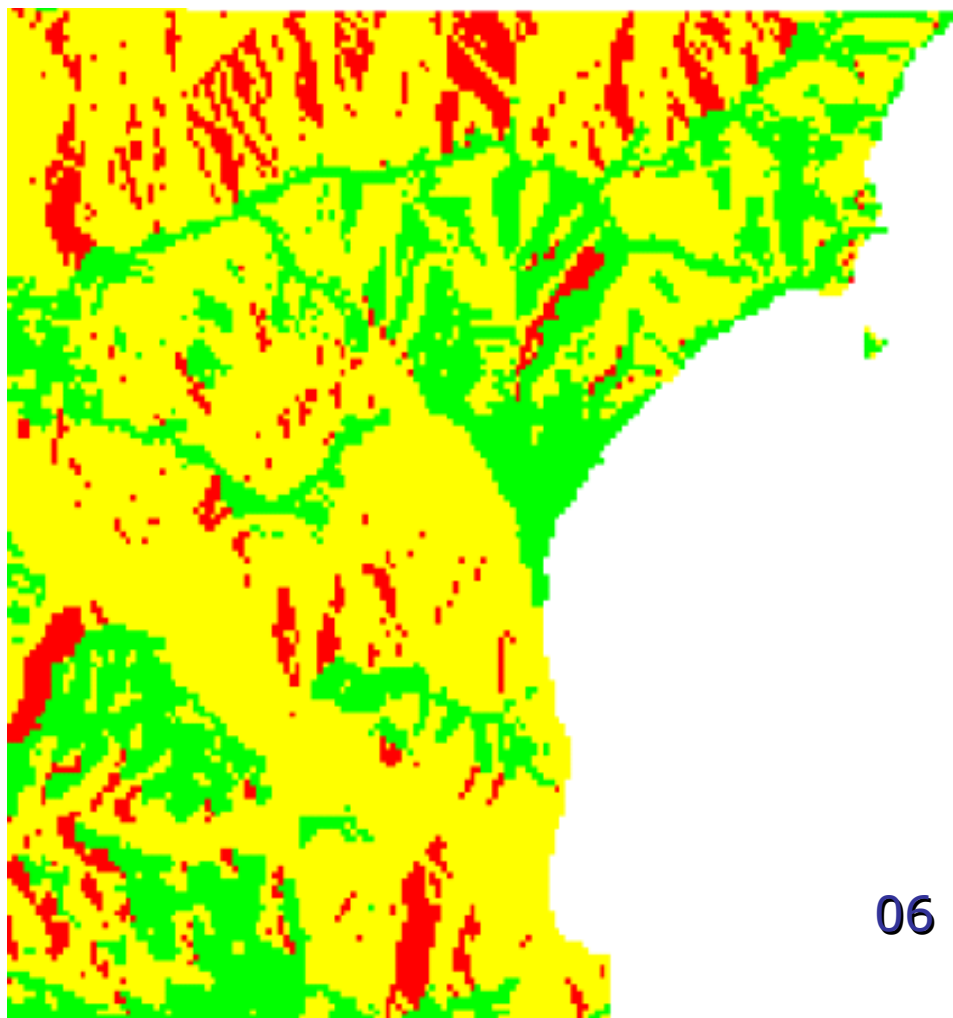
per lo più inibito nelle vie *nord-sud*

per lo più impiego possibile nelle piazze/slarghi

rilievo possibile

globalmente

# Applicabilità per il territorio ligure?



“Planning realistico”

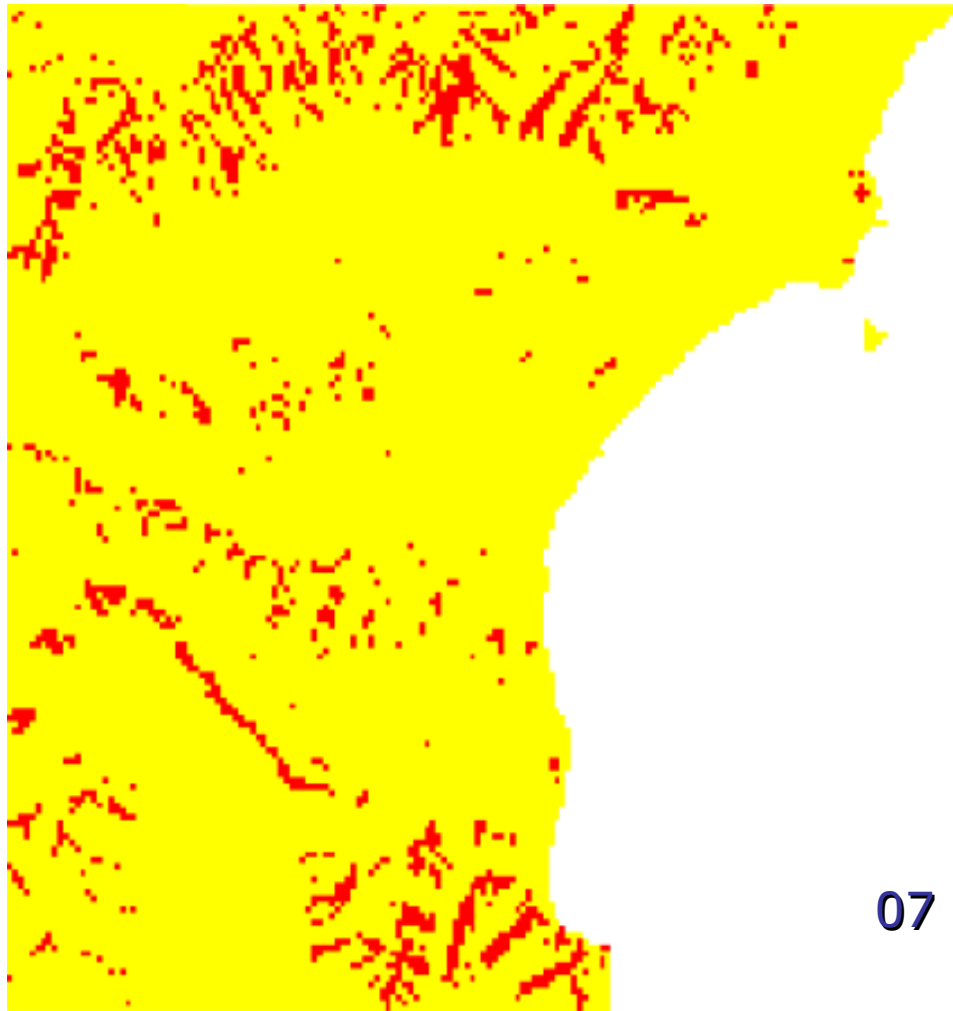


superficie dove il  
rilievo GPS è possibile  
> 70 %

06

Due comuni rappresentativi del “ponente” e del “levante” ligure

# Applicabilità per il territorio ligure?



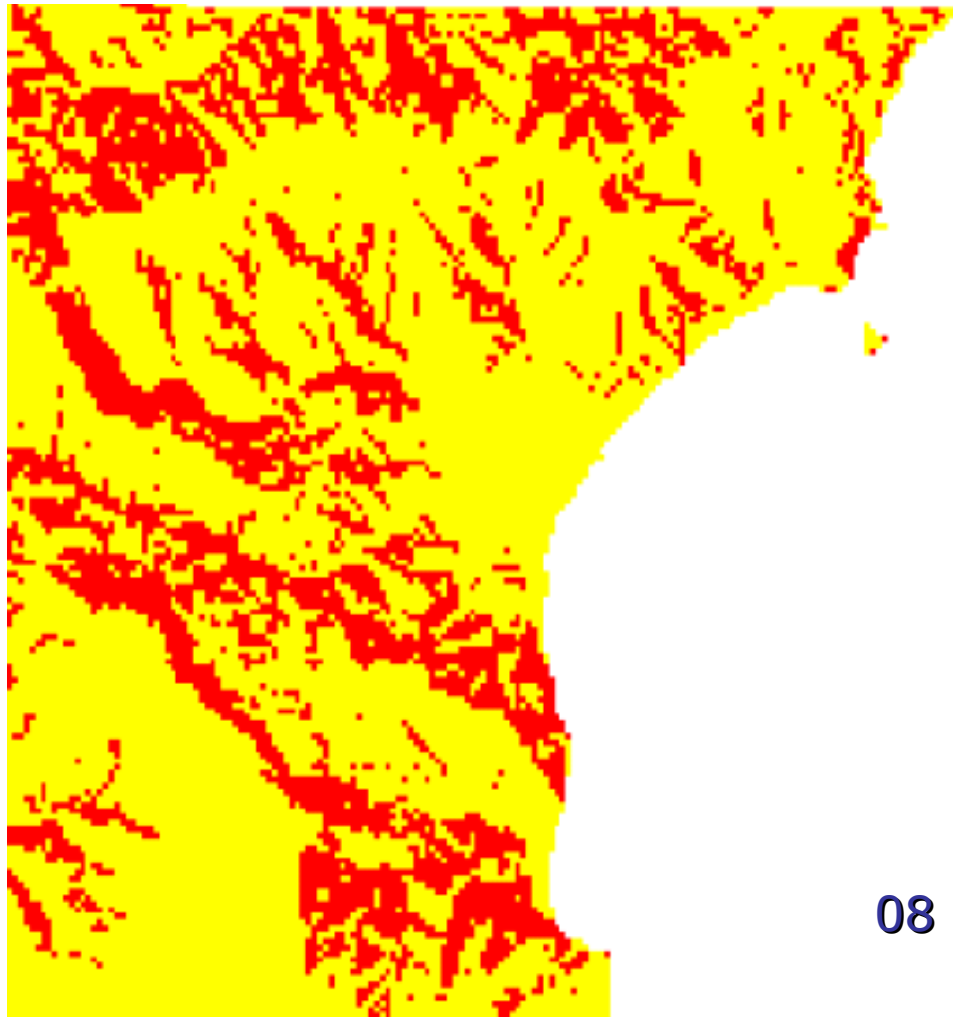
“Planning realistico”



superficie dove il  
rilievo GPS è possibile  
> 70 %

Due comuni rappresentativi del “ponente” e del “levante” ligure

# Applicabilità per il territorio ligure?



“Planning realistico”

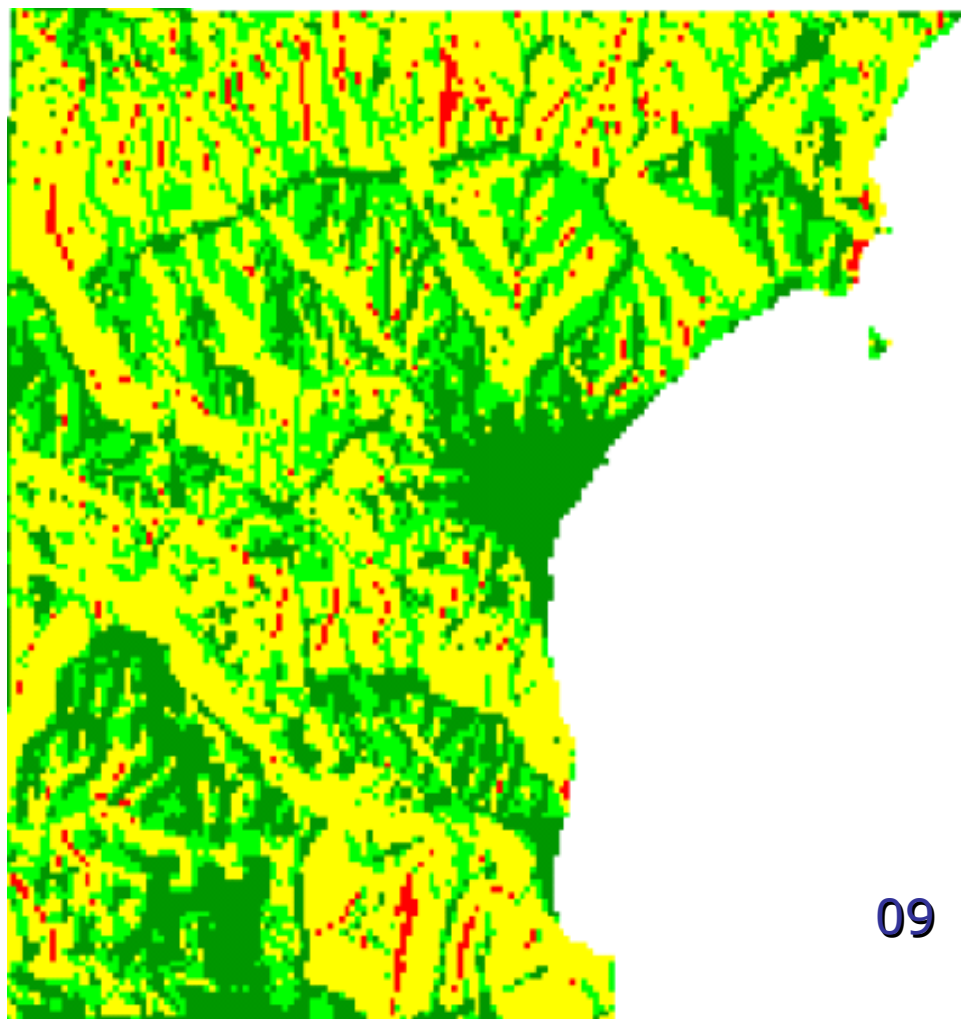


superficie dove il  
rilievo GPS è possibile  
> 70 %

Due comuni rappresentativi del “ponente” e del “levante” ligure



# Applicabilità per il territorio ligure?



“Planning realistico”



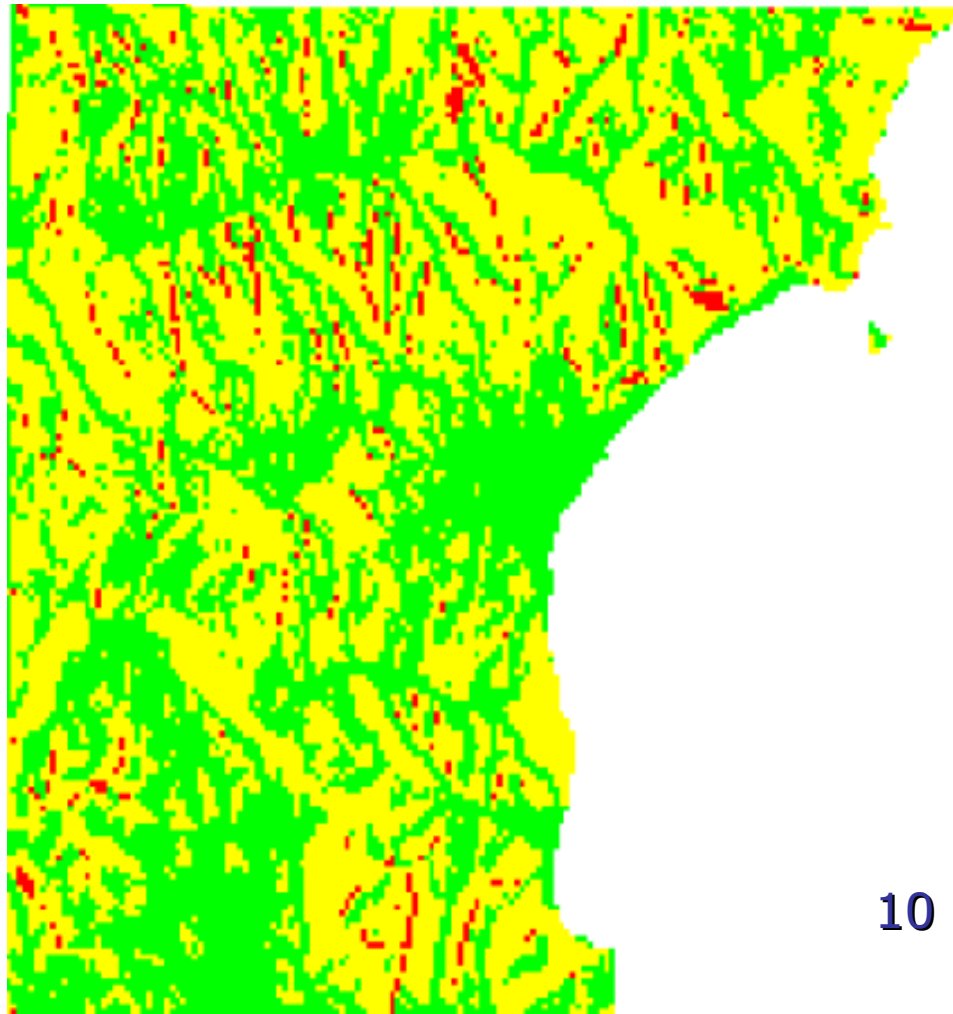
superficie dove il  
rilievo GPS è possibile  
> 70 %

09

Due comuni rappresentativi del “ponente” e del “levante” ligure



# Applicabilità per il territorio ligure?



10



“Planning realistico”



superficie dove il  
rilievo GPS è possibile  
> 70 %

Due comuni rappresentativi del “ponente” e del “levante” ligure

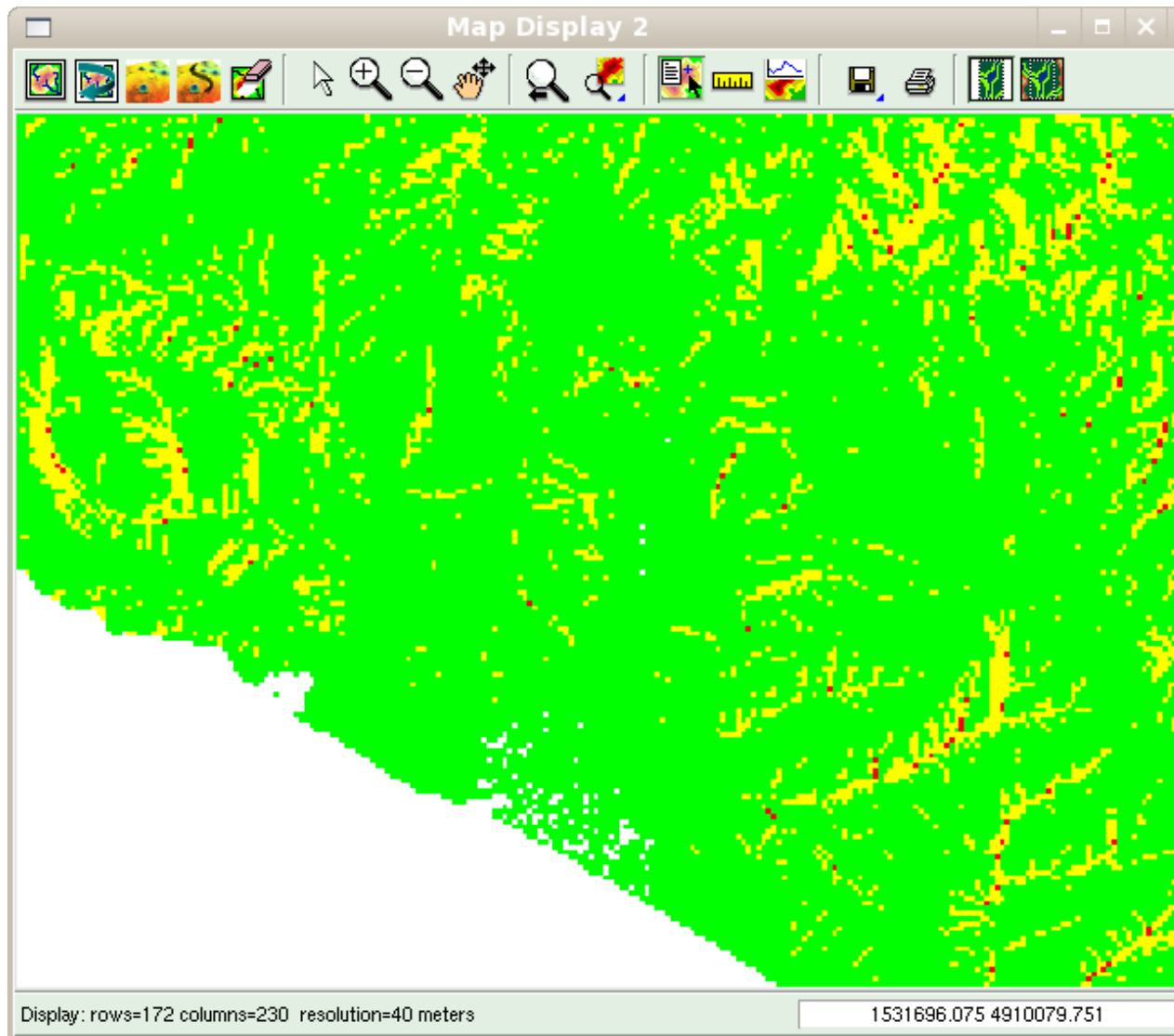
Map Display 2

Display: rows=172 columns=230 resolution=40 meters

1531595.763 4911770.717

N. Sat GPS

## “Planning” realistico (14 maggio 2009; ore 10-11)



N. Sat GPS + GLONASS

# **Potenzialità del Servizio regionale**

---

--> **Consulenza e formazione** in sinergia con l'Università

**Eventi di formazione permanente in fase di preparazione**

**Corso base – 2 giorni**

Intro al posizionamento GNSS con particolare attenzione al rilievo NRTK  
inquadrato nella Rete Dinamica Nazionale

**Corso intermedio – 2 giorni**

Integrativo al corso base  
Particolare attenzione al post-processamento dei dati  
ed alle trasformazioni tra Sistemi di Riferimento

**Corso avanzato**

Integrativo al corso intermedio  
Formazione avanzata a tema

**I corsi potranno mettere a disposizione crediti formativi professionali.**

# **Potenzialità del Servizio regionale**

**--> Studio e ricerca per nuove applicazioni innovative  
in sinergia con l'Università**

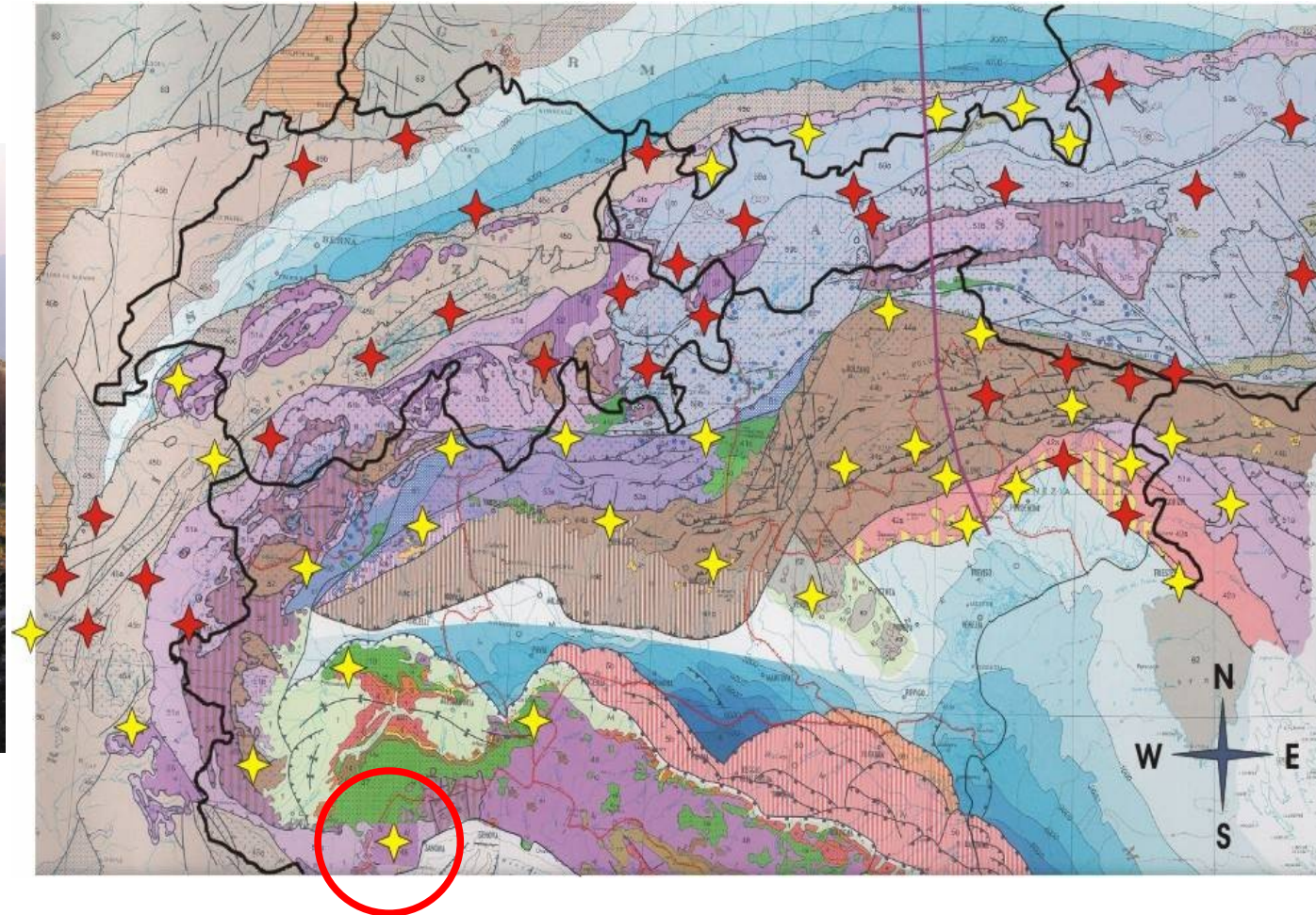
- **monitoraggio geodinamico**
- **supporto alle previsioni meteorologiche di eventi intensi**
- **navigazione assistita:**
  - **utenti speciali, quali la Protezione Civile per la gestione delle emergenze**
  - **cittadini, a supporto della gestione del traffico**

# Monitoraggio geodinamico dell'Arco Alpino

Progetto Interreg III B Alpine Space: ALPS-GPSquakenet



Poggio Grande





# Modellazione atmosferica

**Modelli previsionali generati integrando differenti tecnologie:**

- radar → molto precise ma a breve termine
- immagini satellitari → meno precise ma a più lungo termine

**L'osservazione dei segnali GNSS consente di ottenere informazioni sul contenuto d'acqua precipitabile in atmosfera**

**informazione essenziale in quanto la formazione e l'evoluzione dei fenomeni meteorici sono sostanzialmente governate da tale componente**

**→ Utile per previsione di eventi significativi a 4 ore, a scala locale**

## Il segnale GNSS attraversa

- la Ionosfera (50-500 km) parte ionizzata  
il cui effetto dipende dalla frequenza del segnale
- Troposfera (0-50 km) parte soggetta alle variazioni climatiche  
il cui effetto dipende principalmente dalla cosiddetta parte secca  
(solo il 10% dipende dal vapor acqueo e dalla temperatura).

**Total Zenith Delay:** 
$$\text{TZD}_{\text{GPS}} = \text{ZHD} + \text{ZWD}$$

**Zenith Hydrostatic Delay:** 
$$\text{ZHD} = (2.2779 \pm 0.0024) P_s / f(\lambda, H)$$

$\lambda$  : latitudine      H : altitudine in km

$$f(\lambda, H) = (1 - 0.00266 \cos 2\lambda - 0.00028H)$$

**Zenith Wet Delay:** 
$$\text{ZWD} = \text{TZD}_{\text{GPS}} - \text{ZHD}_{P_s}$$

**Contenuto d'acqua precipitabile:** 
$$\text{PWV} = K * \text{ZWD}$$

con       $K = f(\text{pressione parziale del vapore acqueo, temperatura lungo un profilo verticale})$

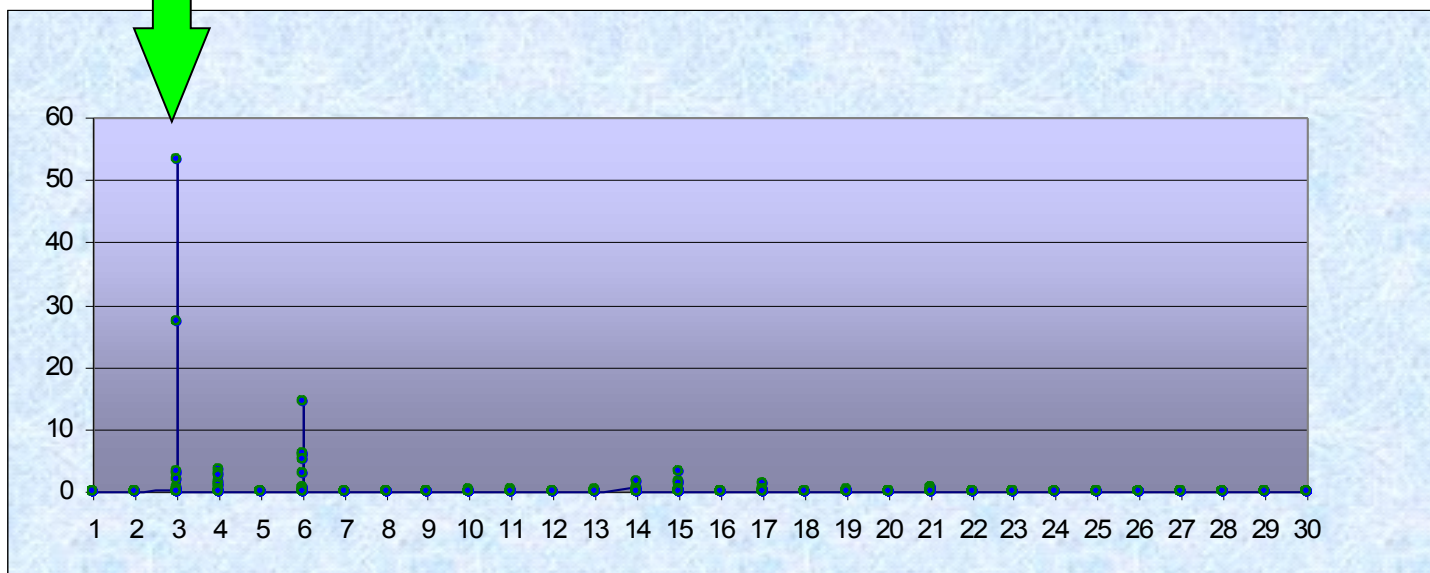


# Stima dei contenuti di vapor acqueo in atmosfera

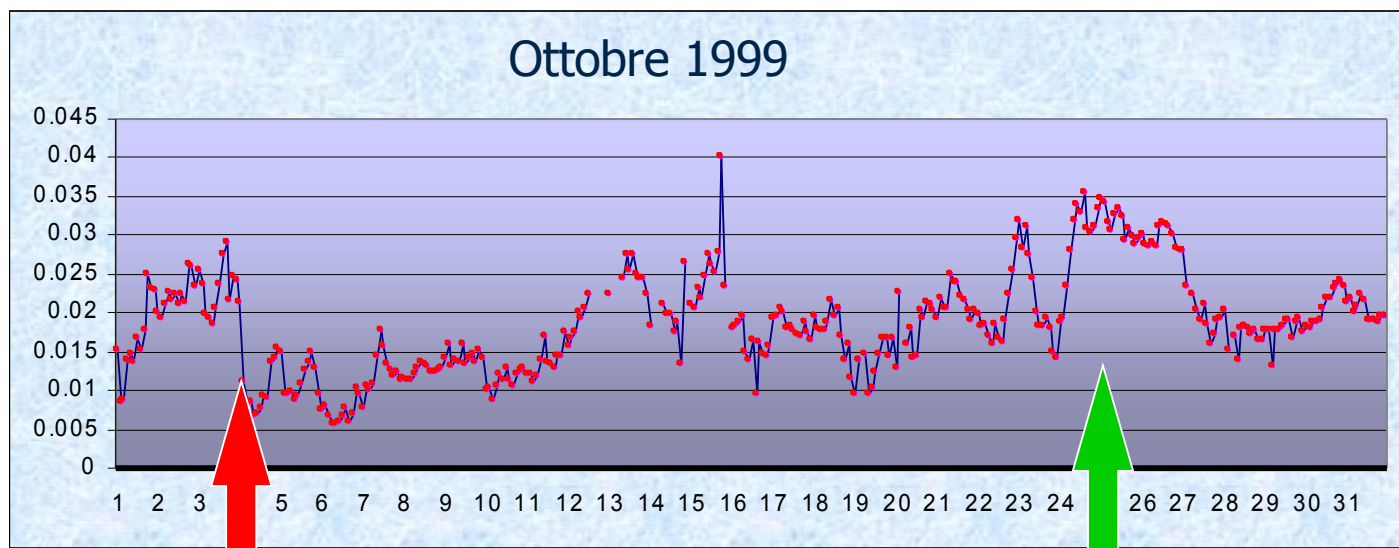
PWV [m]  
novembre '99



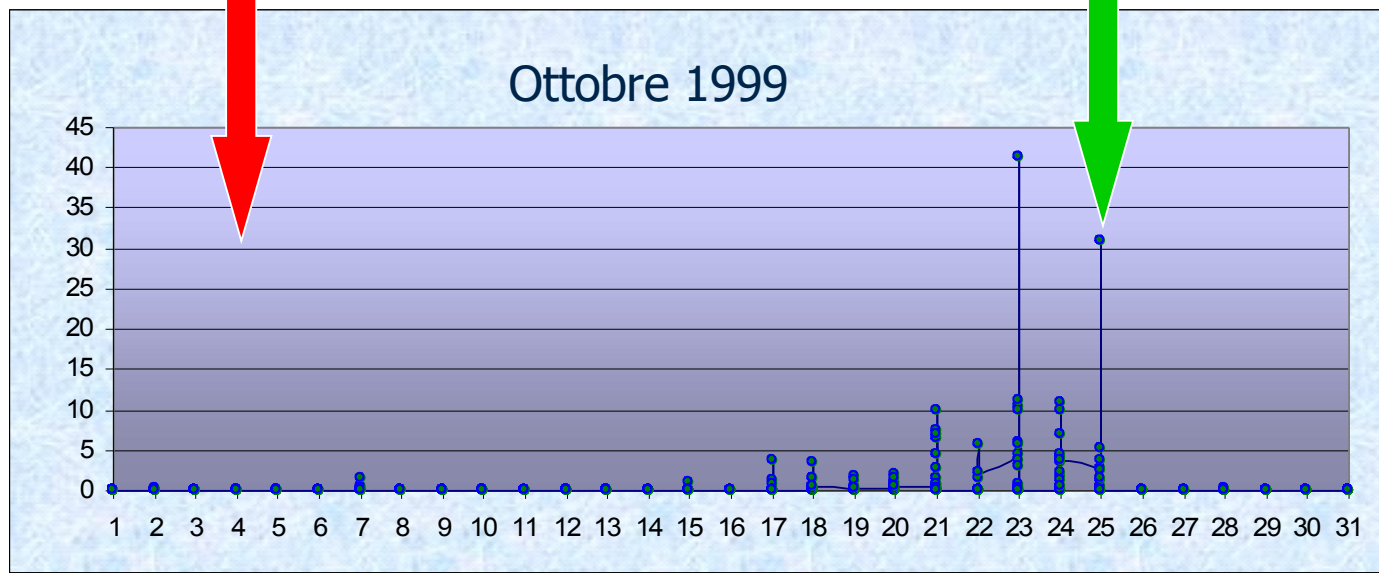
Pioggia  
osservata [mm]  
novembre '99



PWV [m]  
ottobre '99



Pioggia  
osservata [mm]  
ottobre '99



In taluni periodi si verifica una discreta corrispondenza tra contenuto d'acqua precipitabile PWV e pioggia realmente caduta.  
Ciò non é però sempre verificato.



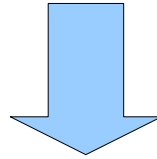
Il contenuto di acqua precipitabile rappresenta il vapore acqueo che **puó** precipitare **sotto certe condizioni atmosferiche** (temperatura di condensazione, dinamica dell'aria, ...)

É necessaria la conoscenza di diversi fattori lungo il profilo atmosferico



il GPS può fornire informazioni utili,  
da integrare con altre tecnologie meteorologiche

# **SERVIZIO REGIONALE DI POSIZIONAMENTO GNSS**



**Nuova forma di presidio del territorio**