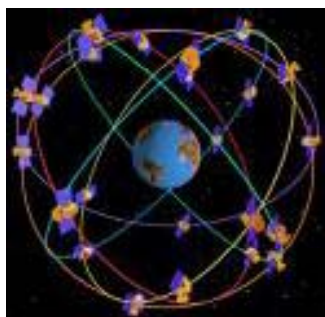




GPS e rilevamento in foresta: aspetti scientifici del progetto TARGET-STARS

relatore: Gianfranco Scrinzi, CRA-MPF, Trento



RESPONSABILE SCIENTIFICO CRA-MPF DEL PROGETTO

Gianfranco Scrinzi

GRUPPO DI LAVORO CRA-MPF

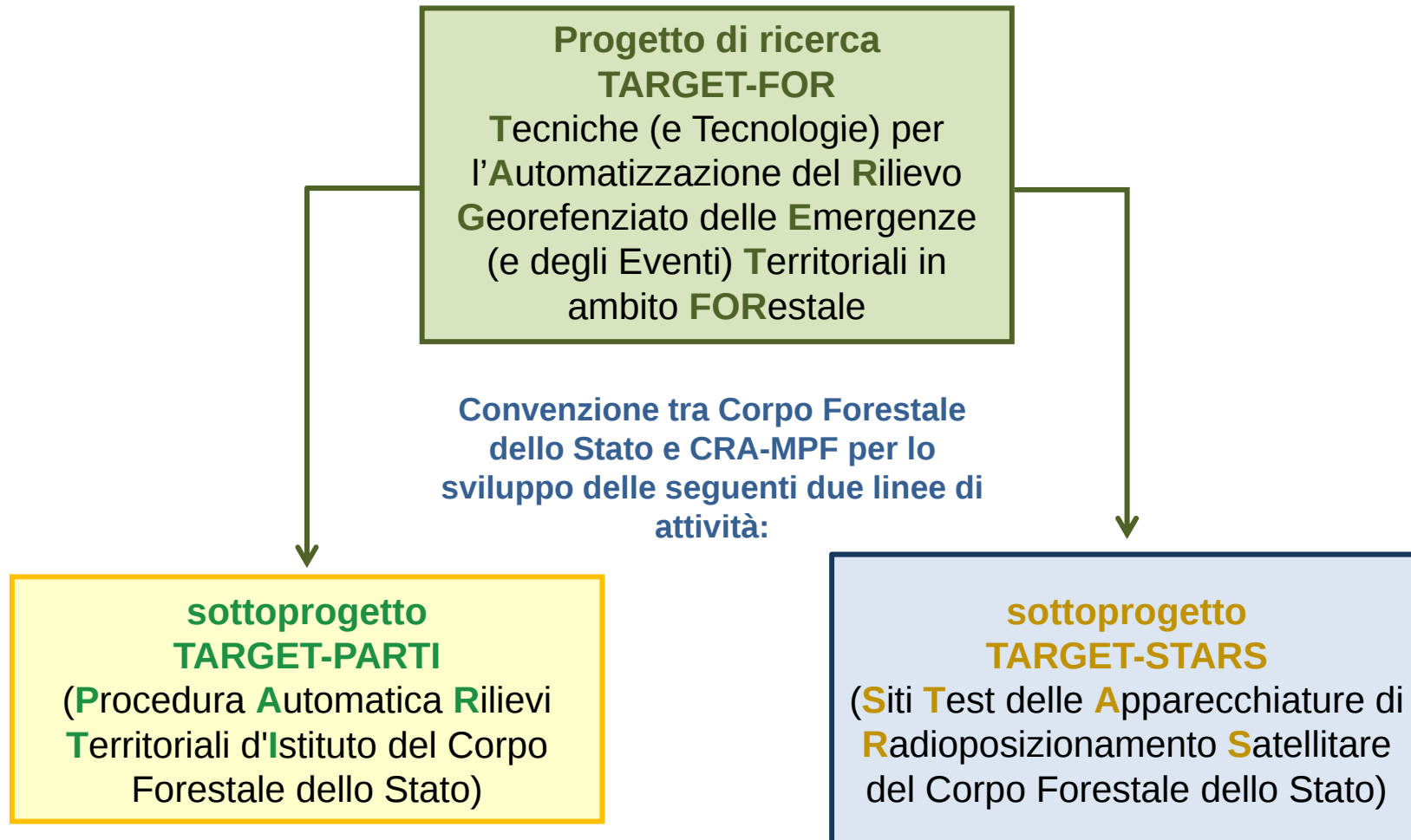
Antonio Floris, Fabrizio Clementel, Giacomo Colle, David Galvagni,
Laura Marzullo, Sandro Gecele



Progetto di ricerca TARGET-FOR



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

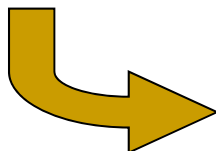
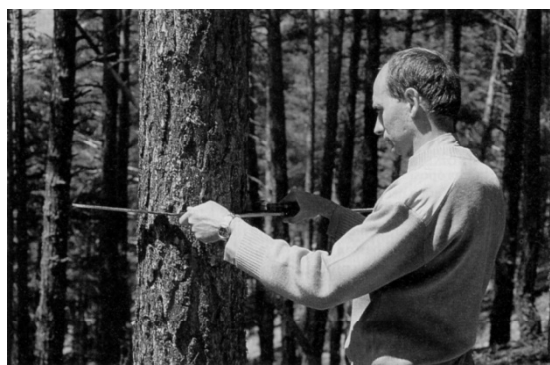




- ☐ **CRA e Mipaaf sono stati pionieri (fin dai primi anni '90 con l'allora ISAFA, oggi CRA-MPF) nell'introduzione dei sistemi di radioposizionamento per il rilevamento del territorio agro-forestale;**
- ☐ **ciò ha permesso concrete ricadute in termini di costi, precisione ed efficienza dei rilievi di settore, prime fra tutte quelle che si sono determinate nella realizzazione da parte del CFS del 2° Inventario Forestale Nazionale (INFC) e di altri progetti di rilevamento territoriale d'istituto del CFS stesso.**



- ❑ Dalla fine degli anni '90 le tecnologie di radioposizionamento satellitare hanno dato una risposta concreta alle necessità di informazione territoriale sempre più accentuate anche nel settore forestale
- ❑ Oggi si può ormai parlare di “Precision Forestry” e di “Electronic Forest” in quel contesto (Geomatica) ove GPS e informatica GIS (e *mobileGIS*) si integrano perfettamente nel posizionare, descrivere e visualizzare gli elementi e gli eventi forestali nonché gli operatori che li esaminano



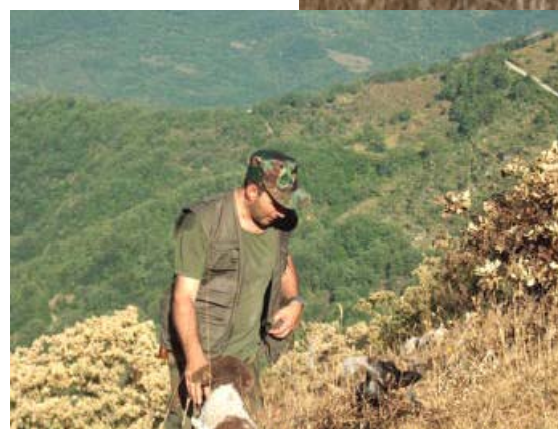
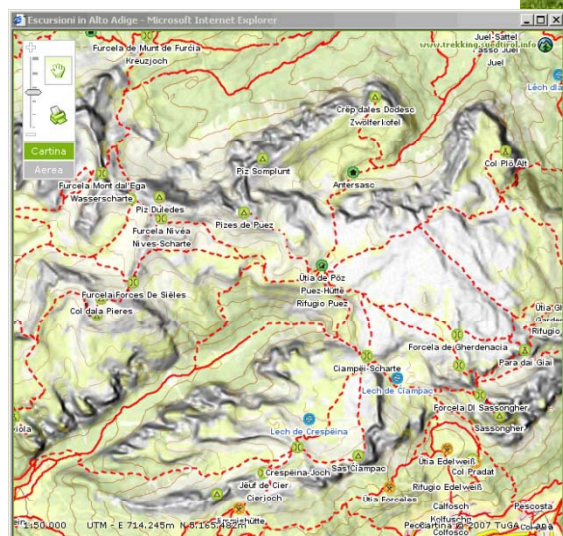


- ❑ L'accurata georeferenziazione degli elementi e degli eventi territoriali, e di tutte le informazioni rilevanti ad essi collegate, assume un'importanza crescente:**
- nella localizzazione in tempo reale degli operatori (sicurezza, soccorso, incendi)
 - nella descrizione geometrica di "oggetti territoriali" (viabilità, aree percorse dal fuoco, aree di taglio, tematismi vari, ..)
 - nella visualizzazione contestualizzata cartografica in tempo reale di operatori, oggetti, eventi (percezione contemporanea reale-virtuale)
 - nella navigazione forestale per il ritrovamento di siti (punti di campionamento) la cui georeferenziazione è stabilita a priori ma non è nota la localizzazione sul terreno (INFC, Assestamento)
 - nel telecontrollo di macchine forestali prive di operatore (come avviene nell'agricoltura di precisione)
 - nei rilievi di progettazione della viabilità e delle infrastrutture forestali
 - nel tracking della fauna selvatica (Life Ursus TN)



GPS nelle attività forestali ricreative

❑ Anche ai fini dell'utenza **RICREATIVA** delle risorse forestali le tecniche di radioposizionamento si stanno diffondendo a livello di una utenza evoluta ma che sta rapidamente allargandosi



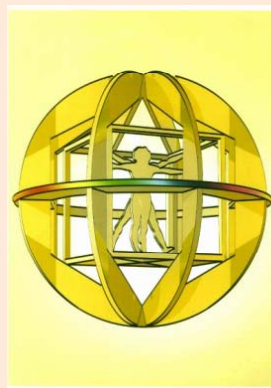


GPS: INFC Inventario Forestale Nazionale



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

- **INFC Fase 2:** posizionati al suolo quasi 30000 punti inventariali (circa 90% dei punti ha un'incertezza posizionale entro 5 m)
- **INFC Fase 3:** navigazione di precisione verso tali punti e nuovo reperimento di circa 7000 punti inventariali
- **Fase 3+ e FUTMON:** navigazione e posizionamento su ulteriori sottoinsiemi del campione inventariale INFC





GPS: SSIR e ORSO



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale



Progetto SSIR (Traget-PARTI):
Monitoraggio e perimetrazione di alcune migliaia di siti per lo smaltimento illecito dei rifiuti, su tutto il territorio nazionale, realizzato dal personale del CFS.

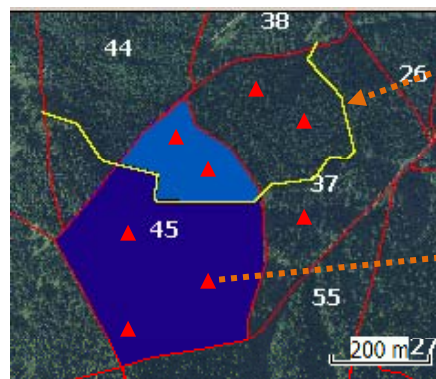
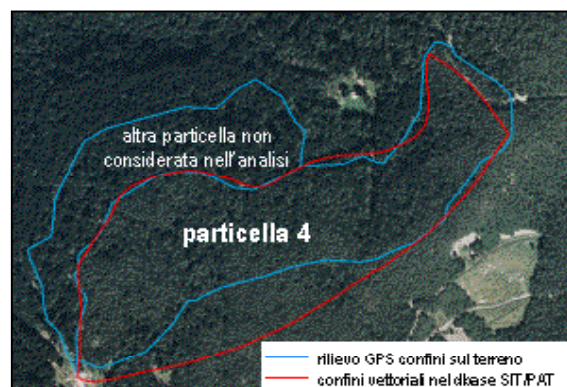
Nell'ambito del Progetto *ORSO LIFE* **“Conservazione dell'orso bruno nell'Appennino centrale”** navigazione di precisione e posizionamento su circa 1300 punti di campionamento in tre regioni (Abruzzo, Lazio e Molise).





Nell'ambito dei nuovi sistemi avanzati di pianificazione forestale l'utilizzo di GPS e mobile GIS riveste un ruolo primario in tutte le principali fasi operative:

- revisione dei confini GIS dei comparti forestali (proprietà, comprese, particelle)
- navigazione verso i punti di campionamento previsti dai disegni inventariali
- georef. delle attività di gestione forestale (utilizzazioni, cure colturali, ...)
- rilievo di precisione e rettifica dei tracciati GIS delle strade forestali (Friuli V.G.)

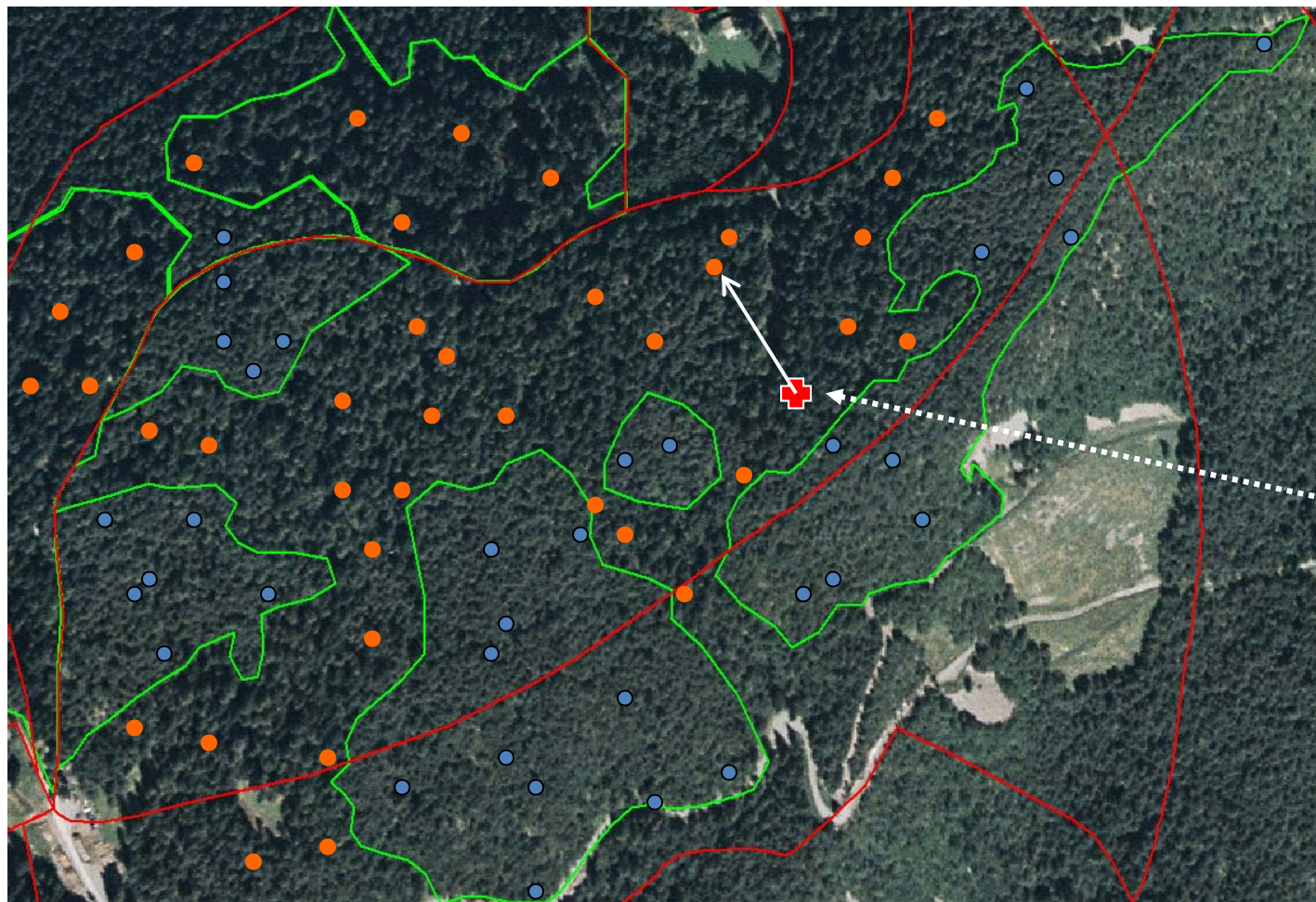




GPS: La nuova pianificazione forestale

Corpo Forestale
dello Stato

CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale



posizionamento **real-time** operatore (con visualizzazione su ortofoto e altri layer (strati, particelle), dati navigazione su target (punti di camp.) scelti dall'op. stesso, visualizzazione navigazione

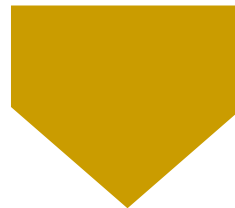


TARGET-Stars: perché istituire le aree test



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

- ☐ assenza di consolidate indicazioni sul grado di attendibilità di GPS in ambienti forestali dato che le performance di precisione dichiarate vengono sempre riferite a situazioni operative ideali.
- ☐ è fondamentale accompagnare il dato posizionale con la sua incertezza considerato che le attività istituzionali di rilevamento del Corpo Forestale dello Stato hanno spesso carattere probatorio.
- ☐ punti fiduciali “canonici” (geodetici) sono sempre collocati solo in aree aperte.
- ☐ aumentato interesse nell’impiego di ricevitori GPS semi-professionali e di basso costo (disattivazione della SA, operatività di WAAS – EGNOS, nuovi chip GPS).



progetto TARGET-STARS



Obiettivi di Target-STARS



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

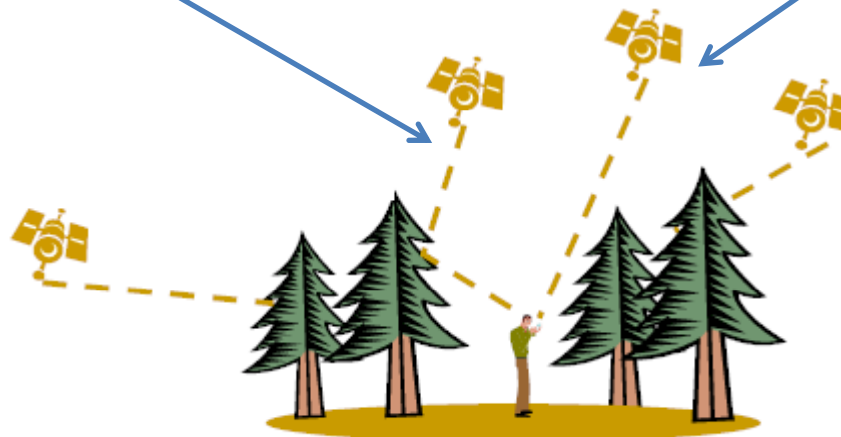
- ❑ **Valutazione** statistica e certificazione delle performance di precisione delle apparecchiature di radionavigazione e localizzazione satellitare (GPS, Galileo) in uso al Corpo Forestale dello Stato e (liberamente) all'utenza pubblica e privata esterna attraverso l'istituzione di una serie di aree test boschive localizzate sul territorio
- ❑ **Monitoraggio** dei progressi nel campo del posizionamento satellitare dovuti all'introduzione di innovazioni tecnologiche nel settore (es. Sistema di radioposizionamento europeo Galileo, 2013).
- ❑ **Professionalizzazione** del Personale forestale all'uso delle tecnologie di radioposizionamento satellitare per le normali attività di servizio.
- ❑ **Test** di altra strumentazione evoluta nel settore del rilevamento forestale e territoriale (distanziometri laser, relascopi elettronici ecc...)



Principali cause della diminuzione delle performance di precisione in aree boscate

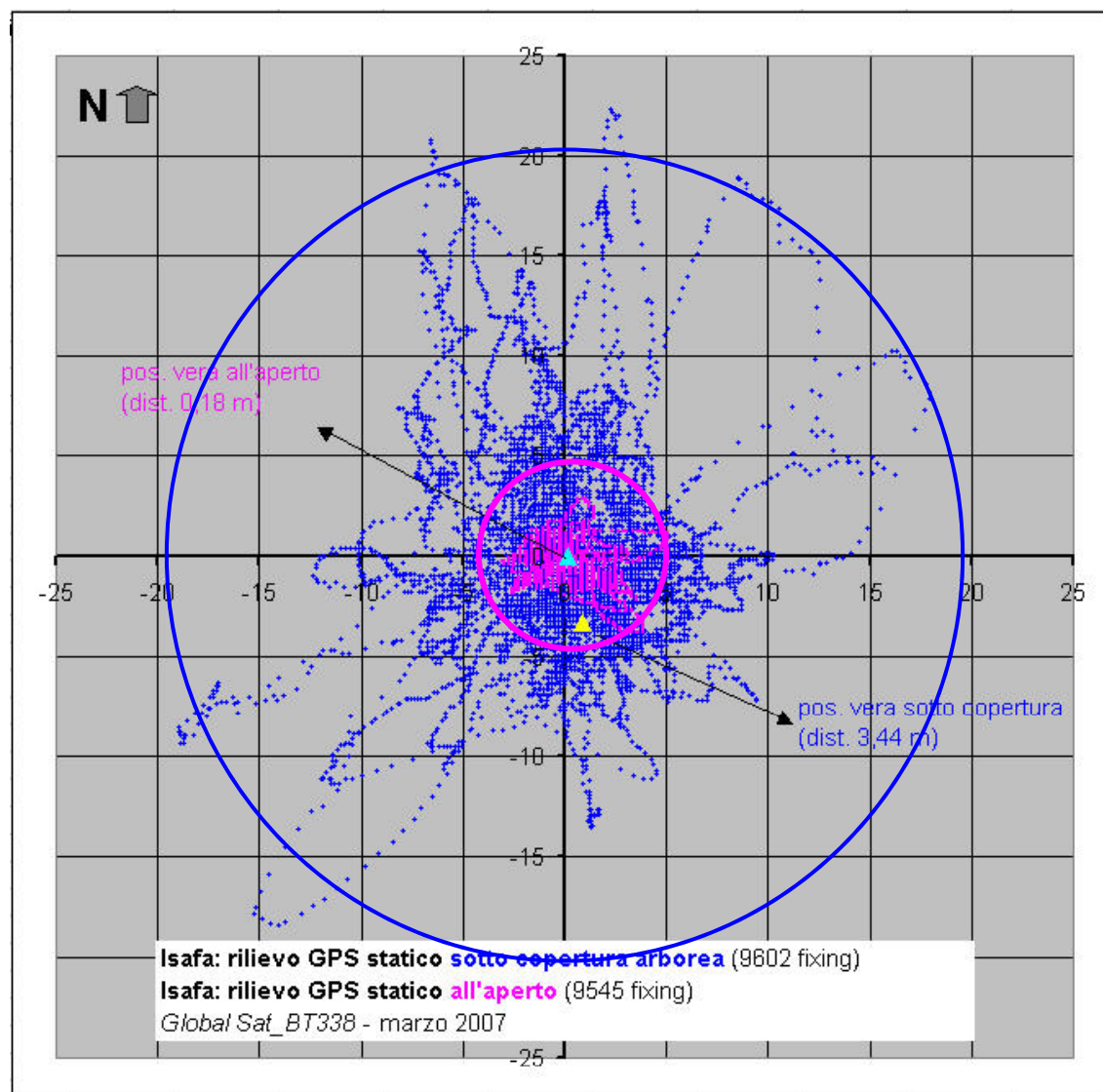
Multipath: il segnale GPS non arriva direttamente all'antenna del ricevitore ma si riflette su ostacoli di varia natura (fusti e chiome degli alberi, rocce), compiendo quindi un percorso più lungo di quello rettilineo satellite-ricevitore e dando luogo a misurazioni affette da errori.

Diluizione di precisione (DOP): data la presenza degli alberi i ricevitori tendono a ricevere segnali solo da satelliti concentrati nelle zone centrali (zenitali) dell'orizzonte di visibilità teorica. Per puri motivi geometrici la circostanza in se stessa "diluisc" la precisione di posizionamento.





Il problema: un caso reale



■ ESEMPIO di 2 sessioni di rilevamento GPS stazionario (oltre 9500 singole posizioni rilevate) all'**aperto** e sotto **copertura arborea**

■ “rosa” delle posizioni :

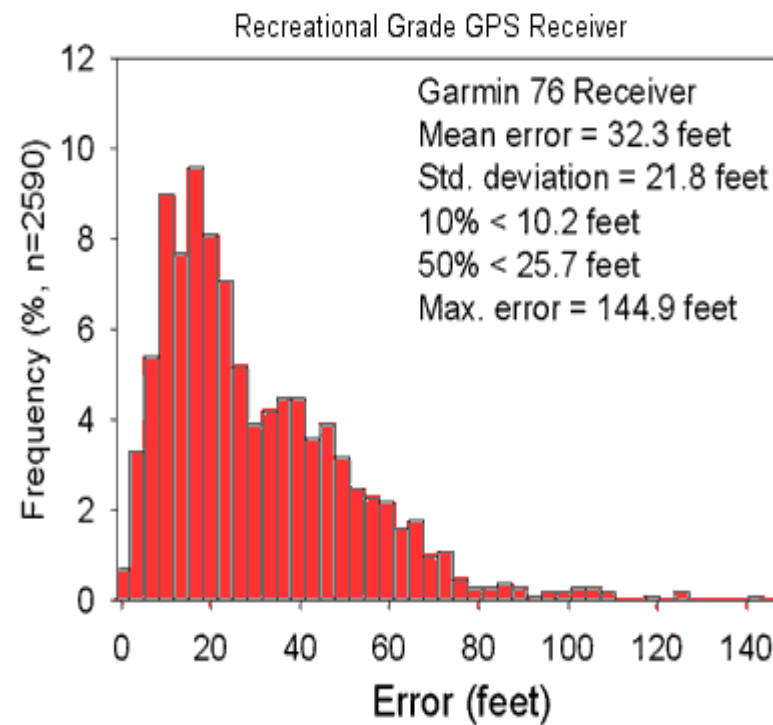
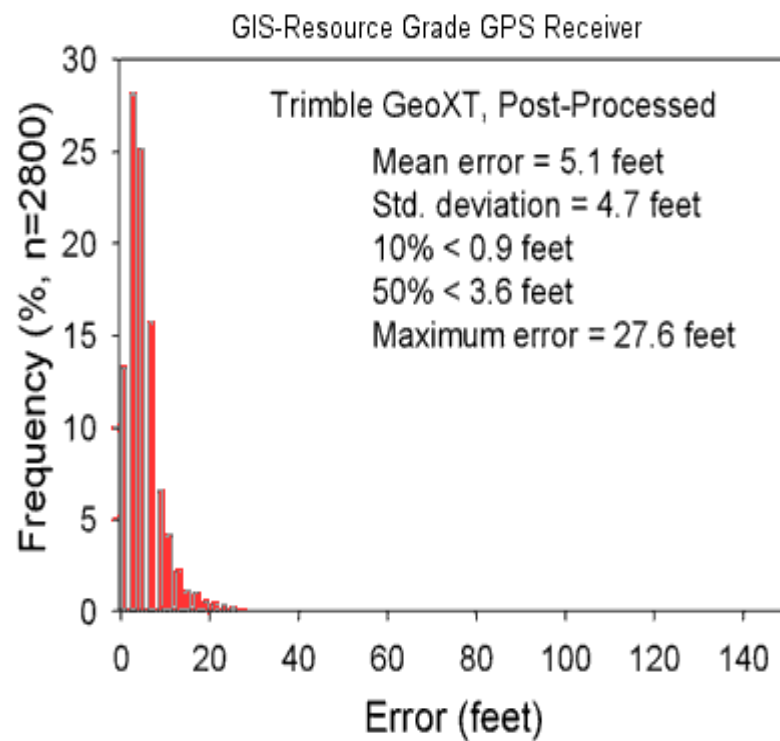
- entro 4 m (50 m²)
- entro 23 m (oltre 1500 m²)

■ distanza della pos. media da quella vera:

- 18 cm
- 344 cm



Il problema: performance dei tipi di ricevitori





Elaborazione dei dati di performance

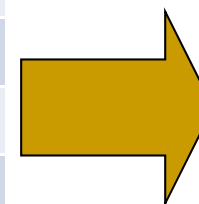

Corpo Forestale
dello Stato

CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

Coordinate determinate nel test

Coordinate VERE nascoste agli utenti

n. punto	Coord. N GPS	Coord. E GPS	Coord. N vera	Coord. E vera
1	99.91	10.46	100	20
2	119.76	13.72	120	21
3	110.51	29.63	110	30
4	104.61	23.01	110	25
5	158.30	13.11	150	22
6	168.02	30.99	170	23
7	185.79	31.57	190	23
8	189.52	20.90	190	26
9	126.31	19.48	120	27
10	118.27	32.85	120	30
11	115.00	24.93	110	26
12	142.17	22.44	140	23

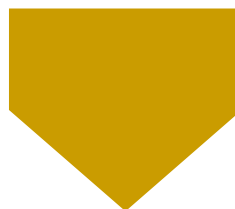


**Calcolo del
RMSE**



$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum \left[\left(Nord_{gps} - Nord_{vero} \right)^2 + \left(Est_{gps} - Est_{vero} \right)^2 \right]}$$

La radice quadrata dell'errore quadratico medio fornisce l'indice statistico caratteristico più rilevante e di largo uso per la valutazione dell'errore di posizionamento di un ricevitore, data una determinata procedura GPS di rilievo



Root Mean Square Error, (RMSE)



Tipi di errore da usare come indicatori di performance



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

Nome del tipo di errore	Probabilità % di rimanere entro il valore	Probabilità % di superamento del valore	Coefficiente di adeguamento a partire da RMSE	Note
Errore mediano o errore al 50% o CEP (circular error probable)	50	50	0.833	1 probabilità su 2
Errore medio	54	46	0.886	
RMSE o Root mean square error o scarto quadratico medio	63	37	1.000	
Errore al 90%	90	10	1.517	9 probabilità su 10
Errore al 95% o National (USA) standard for spatial data accuracy statistic (NSSDA)	95	5	1.731	19 probabilità su 20
2D RMS	95	5	2.000	Secondo alcuni autori raddoppiando l'RMSE si otterrebbe NSSDA



L'esperienza USA del Forest Service sulle aree test GPS in bosco



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

Welcome to the Forest Service GPS Home Page



This page provides GPS users a convenient source of Trimble Community Base Station GPS reference data as well as receiver performance reports, and links to GPS related information. This page focuses on forestry related GPS mapping and GIS applications, both C/A code and P code, with emphasis on receiver operation under forest canopy and in backcountry/wildland environments for land management.

Differential Correction and Community Base Stations

- [Forest Service and BLM operated Base Stations](#)
- [Trimble Community Base Stations](#)
- [Continuous Operating Reference Stations](#)

For Forest Service Use Only

- [Trimble Priority Support](#)
- [Approved GPS Equipment List](#)
- [San Juan NF GPS Web site](#)
- [Santa Fe NF GPS Web site](#)

All About GPS

- [Beginner's Corner](#)
- [Datums, Projections, and Coordinate Systems](#)
- [FAQs](#)
- [On-line Training](#)
- [GPS to GIS](#)—Mark Roper, San Juan NF (Acrobat Document, 2.56MB)
- [GPS Myths](#)—Joel Cusick, NPS
- [GPS Status—Current and archived GPS status information](#)
- [Links to other Federal GPS sites](#)

GPS Equipment and Software

- [Garmin](#)
- [Trimble](#)
- [Magellan \(Mobile Mapper\)](#)
- [ArcPad](#)
- [Rockwell PLGR](#)
- [Other equipment and software](#)

MTDC Test Reports

Other Forest Service GPS related information

- [FS 100th Anniversary Monument](#) (Windows Media Video)
- [Forest Service GPS coordinators](#)
- [Contacts for USFS and Cooperators Trimble Community Base Stations](#)
- GPS Quick Start Guides
 - [ArcPad](#)
 - [TerraSync](#)
 - [DNRGarmin](#)
 - [Garmin GPSMap 76CSx](#)
- [Head-To-Head Comparison of Four SiRF-Based GPS Receivers](#) (read [disclaimer](#))

Le aree test realizzate dall'USDA sono utilizzate per testare i ricevitori utilizzati dal personale dell'ente. I risultati sono pubblicati sul relativo sito. Gli ultimi test pubblicati risalgono al 2007.



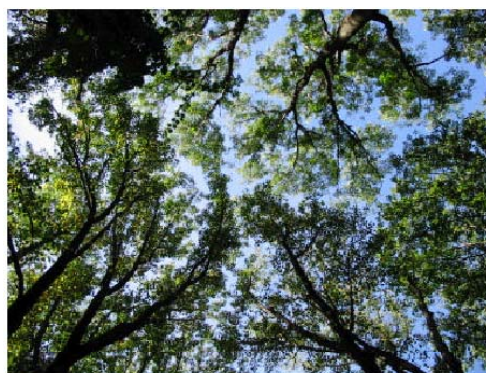
USDA FS: una delle aree test statunitensi



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale



**Area test di
Ridley Creek
State Park**





USDA FS: report di test GPS in bosco



Forested Positions	N. fixing	CHES CORS SITE		NJDEP SITE	
		95% prob (m)	95% range (m)	95% prob (m)	95% range (m)
Trimble GeoXT Int. Ant. Uncorrected	1 position	8.08	1.0 – 25		
Trimble GeoXT Int. Ant. Post-Processed	1 position	5.17	0.7 – 24	5.34	0.9 – 23
Trimble GeoXT WAAS Int. Ant.	1 position	5.70	0.4 – 17		
Trimble GeoXT Ext. Ant. Uncorrected	1 position	13.26	0.3 – 39		
Trimble GeoXT Ext. Ant. Post-Processed	1 position	10.35	0.5 – 37	10.27	0.2 – 37
Trimble GeoXT Int. Ant. Uncorrected	5 position Avg	6.97	0.8 – 19		
Trimble GeoXT Int. Ant. Post-Processed	5 position Avg	4.93	0.7 – 21	4.98	0.07 – 20
Trimble GeoXT WAAS Int. Ant.	5 position Avg	5.27	1.0 – 13		
Trimble GeoXT Ext. Ant. Uncorrected	5 position Avg	12.62	2.0 – 31		
Trimble GeoXT Ext. Ant. Post-Processed	5 position Avg	9.07	2.0 – 27	9.11	1.0 – 27
Trimble GeoXT Int. Ant. Uncorrected	60 position Avg	6.14	1.0 – 13		
Trimble GeoXT Int. Ant. Post-Processed	60 position Avg	3.60	0.7 – 13	3.58	0.5 – 13
Trimble GeoXT WAAS Int. Ant.	60 position Avg	4.70	0.4 – 16		
Trimble GeoXT Ext. Ant. Uncorrected	60 position Avg	8.07	1.0 – 24		
Trimble GeoXT Ext. Ant. Post-Processed	60 position Avg	4.59	0.5 - 15	4.52	0.5 - 16

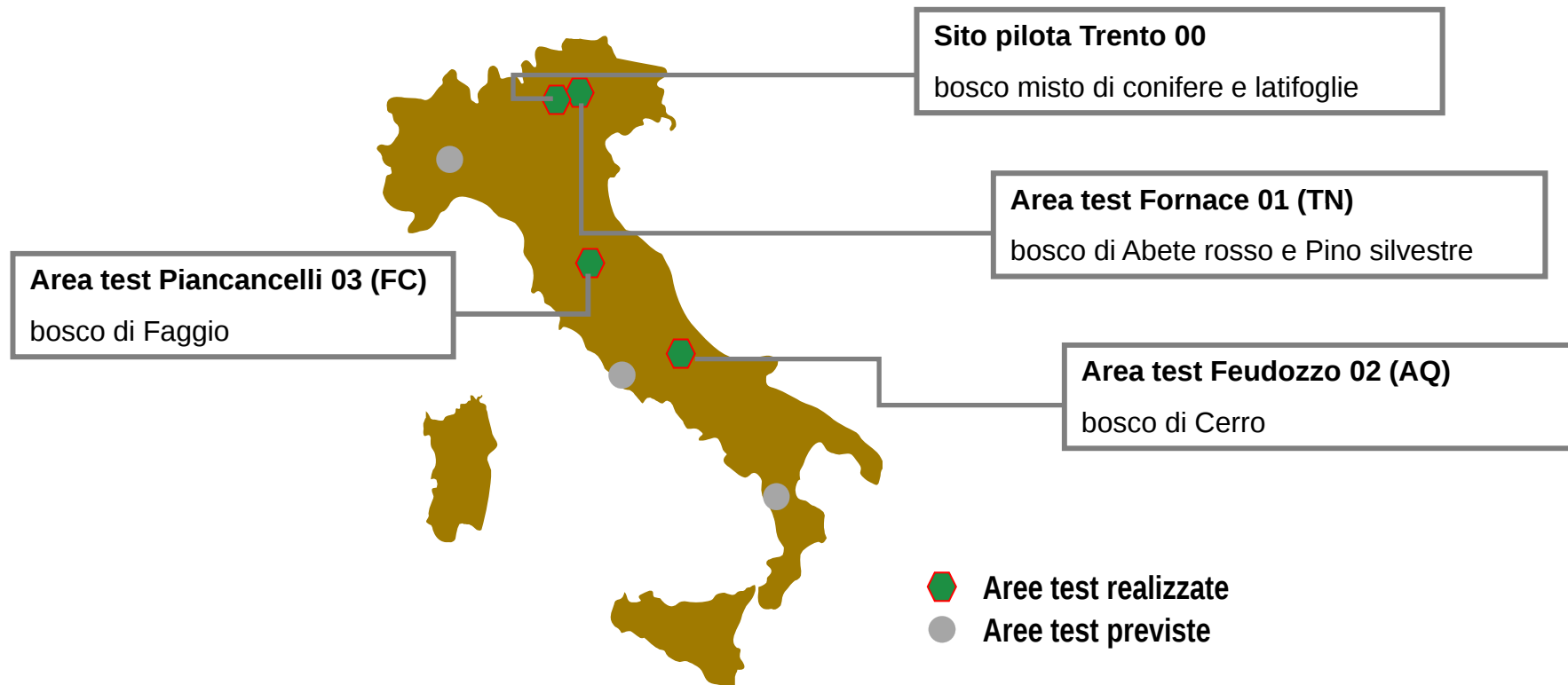


TARGETSTARS: le Aree Test

Corpo Forestale
dello Stato

CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

Il progetto TARGET-STARS prevede l'istituzione di una serie di aree test boschive localizzate sul territorio nazionale italiano, caratterizzate da tipologie forestali differenziate e costituite ciascuna da un certo numero di vertici di coordinate note con elevata precisione (incertezza < 5cm).

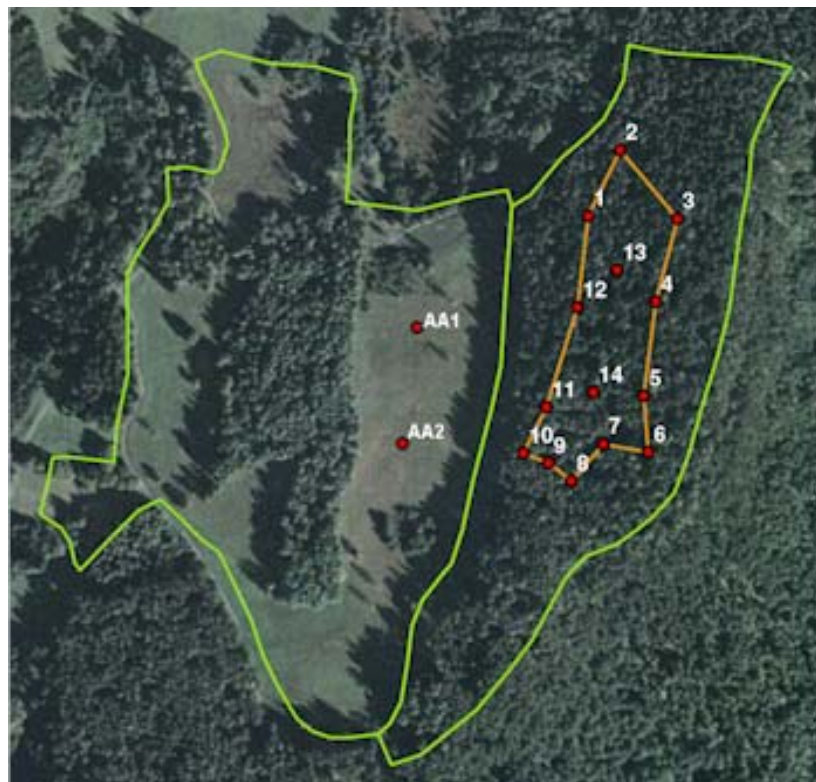




Area test Fornace 01 (TN)

Corpo Forestale
dello Stato

CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale



Bosco di Abete rosso e Pino silvestre situato ad un'altitudine media di 930 m s.l.m.

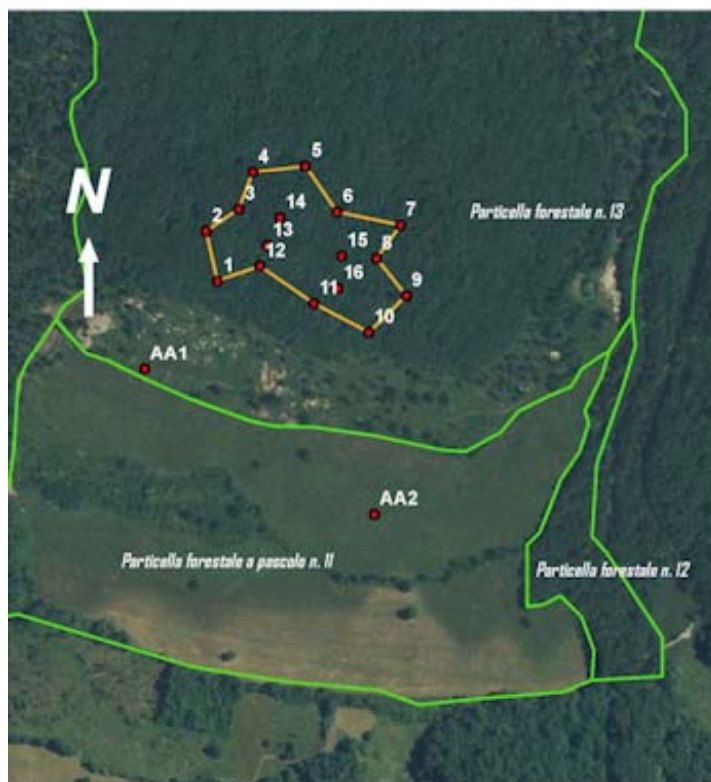


Vertici esterni: 12
Vertici interni: 2
Punti di appoggio esterni: 2
Superficie complessiva di circa 1,7 ha.





Area test Feudozzo 02 (AQ)



Bosco di Cerro situato ad un'altitudine media di 950 m s.l.m.



Vertici esterni: 12
Vertici interni: 4
Punti di appoggio esterni: 2
Superficie complessiva di circa 2,0 ha.



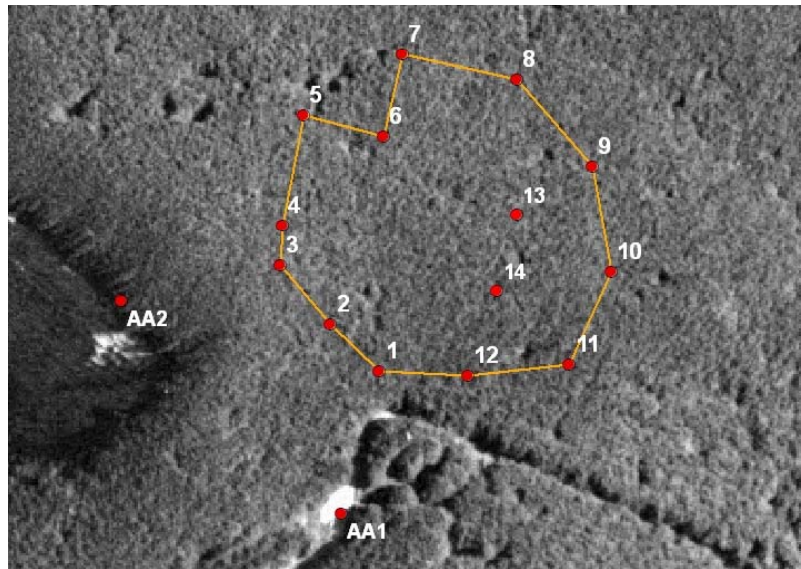


Area test Piancancelli 03 (FC)



CRA
Unità di Ricerca
per il Monitoraggio e la
Pianificazione Forestale

Bosco di Faggio situato ad un'altitudine media di 1500 m s.l.m.



Vertici esterni: 12
Vertici interni: 2
Punti di appoggio esterni: 2
Superficie complessiva di circa 1,7 ha.





Certificazione on-line delle performance degli strumenti GPS

Il sito targetstars.org, raggiungibile anche dai siti www.corpoforestale.it e <http://mpf.entecra.it/>, fornisce informazioni generali e documentazione sul progetto, elabora i test via via eseguiti con i diversi ricevitori e ne archivia gli esiti.

