

# **Procedure e risultati di verifica relativi ai nuovi ricevitori GPS Navcom con correzione differenziale STARFIRE® DGPS**

**Andrea Bortuzzo**

B&B Engineering s.r.l. – Udine

## **1. Riassunto**

Si illustra di seguito una procedura che permetta la verifica dei dati di posizionamento globale relativi a due vertici GPS di riferimento in modo certo ed univoco. I test sono stati realizzati utilizzando oltre alla nuova strumentazione GPS, oggetto di verifica, anche strumentazione GPS tradizionale.

I risultati ottenuti permettono di redigere una tabella comparativa con cui si possono confrontare i risultati delle coordinate di posizionamento dei nuovi vertici di riferimento non con analisi statistiche ma con effettive misure lineari.

## **2. Introduzione**

Come in tutti i settori tecnologici anche quello dei ricevitori GPS risulta essere in continua e costante evoluzione.

La costituzione di nuovi gruppi e multinazionali affamate di acquisire costanti fasce di mercato ha favorito la nascita di nuove soluzioni hardware in grado di meglio soddisfare i propri clienti; è questo il caso del gruppo americano John Deere Company, leader nel mercato mondiale per la produzione di macchine agricole e di movimento di terra, il quale ha acquisito tra le società di sua proprietà la Navcom Technology, azienda produttrice di componenti hardware GPS.

L'operazione finanziaria aveva il chiaro intento di integrare la tecnologia GPS a bordo dei mezzi prodotti dalla John Deere Company; per questo motivo le operazioni strettamente connesse alla gestione gps dovevano essere snellite il più possibile garantendo tuttavia un livello di precisione estremamente elevato.

Questo obiettivo è stato raggiunto con la rete Starfire® la quale distribuisce i dati di calcolo GPS corretti, con una affidabilità ed una precisione planimetrica inferiore ai 10 cm.

Tecnicamente la possibilità di trasmettere la correzione differenziale è assicurata da un nuovo segnale, disponibile ovunque e in modo costante grazie ai satelliti geostazionari Inmarsat eliminando di fatto la necessità di disporre a terra di stazioni di riferimento locali.

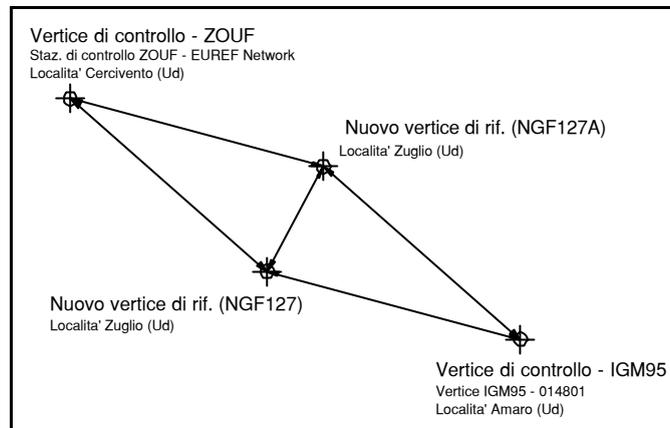
Di fatto, oltre ad avere risolto le esigenze tecniche della John Deere Company, la soluzione tecnica proposta con la nuova tecnologia Navcom risulta sposarsi perfettamente sia per motivi economici che per motivi tecnici anche con le attuali esigenze topografiche e/o geodetiche.

Sebbene i vantaggi economici siano facilmente dimostrabili, il vero problema, per gli utenti finali, risulta essere sempre la verifica e l'accertamento del campo di attendibilità delle misure ottenute con questo nuovo tipo di hardware gps.

Per questo motivo si è ritenuto indispensabile eseguire dei test di verifica tecnica atti ad ottenere risultati di controllo e relative procedure di verifica certe che soddisfino in modo indiscutibile la veridicità e correttezza del dato ottenuto.

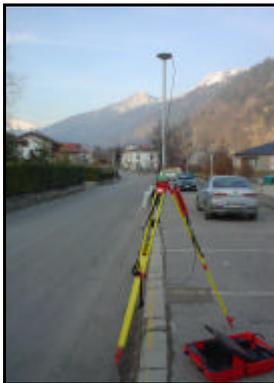
### 3. Descrizione delle procedure di verifica

Essendo lo scopo della verifica l'accertamento delle coordinate geografiche di due vertici di riferimento GPS si è stabilito di eseguire dei test incrociati secondo il seguente schema di rilievo:



#### Descrizione delle sessioni di rilievo in campagna

- Posizionamento e acquisizione dati GPS sui nuovi punti di riferimento NGF127 e NGF127A per una durata rispettiva di un'ora l'uno con strumentazione GPS tradizionale Leica (GPS System500).



Vertice di rif. NGF127



Strumentazione Leica



Vertice di rif. NGF127A

- Inizializzazione gps Navcom – Starfire in corrispondenza del nuovo vertice di riferimento NGF127, acquisizione immediata delle coordinate geografiche con correzione differenziale Starfire® e successivo stazionamento per la durata di circa un'ora al fine di acquisire i dati gps grezzi per i relativi calcoli di post-processo. Nella stessa sessione si è inoltre provveduto all'acquisizione delle coordinate geografiche del vertice di riferimento NGF127A tramite la sola correzione differenziale Starfire® al fine di calcolare e verificare la distanza lineare tra i due vertici con l'ausilio della sola strumentazione Navcom.



Vertice di rif. NGF127



Strumentazione Navcom



Vertice di rif. NGF127A

- Inizializzazione gps Navcom – Starfire in corrispondenza del nuovo vertice di riferimento NGF127A, acquisizione immediata delle coordinate geografiche con correzione differenziale Starfire® e successivo stazionamento per la durata di circa un’ora al fine di acquisire i dati gps grezzi per i relativi calcoli di post-processo.
- Posizionamento e acquisizione dati GPS sul Vertice di controllo IGM95 per tutta la durata della sessione di verifica (circa 3 ore) con strumentazione GPS tradizionale Leica (GPS System500) .
- Rilievo strumentale con stazione totale integrata elettronica Geotronics per l’acquisizione della della distanza orizzontale tra i due nuovi vertici NGF127 e NGF127A.

#### 4. Elementi di controllo e di riferimento per i calcoli gps post-processo

Per soddisfare i criteri di verifica imposti durante la procedura si è deciso di assumere due elementi di controllo che saranno alla base dei calcoli di post-processo delle sessioni GPS.

Gli elementi di controllo assunti sono:

- 1) Le coordinate note WGS84 del Vertice di controllo ZOUF della rete EUREF-IGS e ubicato in località CERCIVENTO in provincia di UDINE.



*Stazione EUREF-IGS: ZOUF - LAT 46°33'25.992400" LON 12°58'24.785720"*

- 2) Le coordinate note WGS84 del Vertice di controllo IGM95 identificato nel vertice 014801 (vertice associato) ubicato in località AMARO in provincia di UDINE.

#### 5. Stazioni di controllo EUREF-IGS

*IGS - International GPS Service*

Il sistema di posizionamento globale basato sulla costellazione di satelliti GPS gioca un ruolo sempre più importante nell’ambito degli studi scientifici e settori correlati della terra.

In funzione delle continue evoluzioni e diversificazioni delle applicazioni GPS, la comunità mondiale ha promosso la costituzione di un ente di standardizzazione relativamente a tutte le attività di acquisizione ed analisi dei dati gps.

A tal scopo è stato costituito l’IGS “International GPS Service” ove confluiscono diverse componenti governative e scientifico/commerciali a livello mondiale.

La base dati gestita dall’IGS rende quindi possibile il monitoraggio costante di una grande quantità di stazioni di controllo GPS dalle quali si possono acquisire in qualsiasi momento i relativi dati gps ed utilizzare per qualsiasi analisi e/o elaborazioni di cui si abbia bisogno.

*EUREF Permanent Network*

In seguito alla costituzione dell’IGS la Comunità Economica Europea ha istituito “EUREF Permanent Network” ovvero una rete di riferimento europea la quale oltre a vari scopi scientifici ha il compito di raffinare la rete IGS nel vecchio continente; il tutto mantenendo inalterati gli standard operativi e di gestione imposti dall’IGS stesso.

## 6. Risultati di posizionamento

In funzione delle sessioni di campagna realizzate e degli elementi di controllo disponibili la casistica dei risultati più significativi risulta essere:

### Coordinate geografiche

Elementi di controllo	Tipologia di calcolo	Vertice di rif.	Strum.	Longitudine	Latitudine
Vertice ZOUF	Post-processo	NGF127	Leica	13°01'36.478610" E	46°27'32.421234" N
Vertice ZOUF	Post-processo	NGF127A	Leica	13°01'36.320478" E	46°27'35.927260" N
Vertice ZOUF	Post-processo	NGF127A	Navcom	13°01'36.320660" E	46°27'35.927010" N
Tecn. Starfire®	Differenziale	NGF127A	Navcom *	13°01'36.313860" E	46°27'35.926483" N
Vertice IGM95	Post-processo	NGF127	Leica	13°01'36.468366" E	46°27'28.879589" N
Vertice IGM95	Post-processo	NGF127A	Leica	13°01'36.310686" E	46°27'32.385431" N
Vertice IGM95	Post-processo	NGF127A	Navcom	13°01'36.310670" E	46°27'32.385410" N
Tecn. Starfire®	Differenziale	NGF127	Navcom **	13°01'36.475037" E	46°27'32.420960" N
Tecn. Starfire®	Differenziale	NGF127A	Navcom **	13°01'36.317993" E	46°27'35.927887" N

(\*) Rilievo con correzione differenziale starfire® e inizializzazione sessione di lavoro su vertice di riferimento NGF127A

(\*\*) Rilievo con correzione differenziale starfire® e inizializzazione sessione di lavoro su vertice di riferimento NGF127

### Misure Lineari

Tipologia di rilievo	Base	Strum.	Distanza 2D
Strumentale	NGF127 - NGF127A	Geotronics	108.326
NGF127 - NGF127A	NGF127 - NGF127A	Navcom	108.343
GPS Post-processo su Zouf	NGF127 - NGF127A	Leica	108.301
GPS Post-processo su IGM95	NGF127 - NGF127A	Leica	108.319

## 7. Analisi dei risultati di posizionamento

La prima osservazione da fare è che con i risultati di posizionamento ottenuti possiamo verificare le coordinate geografiche di almeno un vertice di riferimento (NGF127A) ottenute tramite cinque diverse sessioni di rilievo:

- Coordinate vertice NGF127A calcolate in post-processo (strumentazione GPS tradizionale) su elemento di controllo ZOUF (Cercivento)
- Coordinate vertice NGF127A calcolate in post-processo (strumentazione GPS Navcom) su elemento di controllo ZOUF (Cercivento)
- Coordinate vertice NGF127A calcolate con correzione differenziale STARFIRE® DGPS (strumentazione GPS Navcom) con inizializzazione della sessione di lavoro sul vertice di riferimento NGF127A.
- Coordinate vertice NGF127A calcolate con correzione differenziale STARFIRE® DGPS (strumentazione GPS Navcom) con inizializzazione della sessione di lavoro sul vertice di riferimento NGF127.
- Coordinate vertice NGF127A calcolate in post-processo, (strumentazione GPS tradizionale) su elemento di controllo IGM95 (Amaro)

Come si può notare dalla Fig. 1 le prime quattro sessioni di rilievo definiscono la posizione del vertice di riferimento in un'area compresa ad una distanza massima di 15 cm. tra le coordinate più

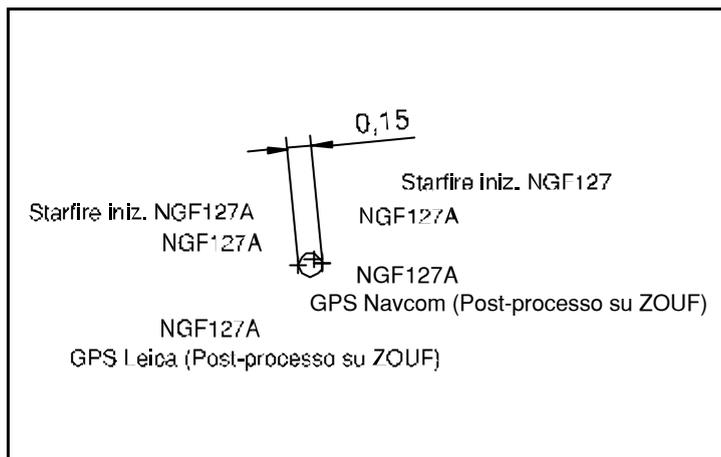


Fig. 1

distanti, per la quinta sessione di rilievo invece abbiamo ottenuto un risultato completamente anomalo, ovvero abbiamo individuato la posizione del vertice di riferimento ad una distanza superiore ai 100 m. rispetto alle coordinate precedentemente descritte, il tutto come si può meglio vedere dalla fig .2 sottoriportata.

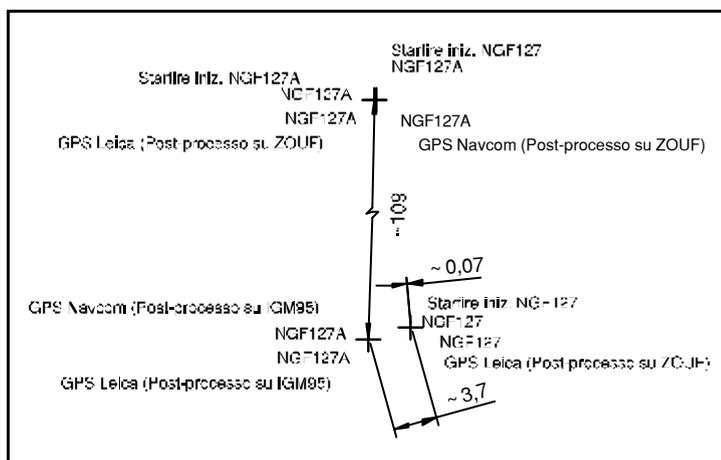


Fig. 2

Risulta evidente che le coordinate del vertice IGM95 sono afflitte da un errore grossolano che pregiudica il corretto calcolo in post-processo e il successivo posizionamento del vertice stesso.

Lasciando comunque in secondo piano la valutazione e l'analisi di questo possibile errore, che in ogni caso lascia molto perplessi, possiamo dire che rispetto ad alcuni anni addietro oggi possiamo perlomeno avere la possibilità di analizzare e definire con procedure diversificate la validità delle misure dedotte con strumentazione gps.

Per tutte le attività di rilievo topografico e geodetico vale il concetto di iperdeterminazione dei punti di rilievo, questo al fine di non trarre mai risultati ambigui e poter in ogni caso dimostrare e accertarsi della correttezza delle misure.

Dai risultati ottenuti si vuole inoltre evidenziare il discostamento tra le coordinate geografiche dello stesso vertice di riferimento (NGF127A) ottenute con diverse sessioni starfire.

Come possiamo vedere dalla Fig. 3 questo valore lineare risulta essere di circa 10 cm., esso lascia intendere che in ogni caso su attività topografiche è sempre meglio eseguire l'inizializzazione dei GPS Navcom su un vertice geodetico noto, calcolato preliminarmente utilizzando sempre la stessa tecnologia starfire o perlomeno eseguendo del calcolo in post-processo sulle stazioni di controllo EUREF-IGS, le quali garantiscono in ogni caso un elemento di controllo certo.

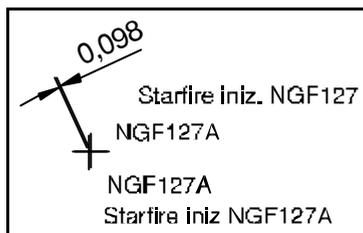


Fig. 3

In funzione dei dati ottenuti possiamo anche analizzare la coordinate del vertice di riferimento NGF127 (Fig. 4) rispetto alla sessione starfire® e la sessione in post-processo sulla stazione di controllo ZOUF.

Anche in questo caso il discostamento tra le due coordinate risulta essere di circa 10 cm. e questo conferma le analisi fatte per il vertice associato e avvalora la bontà delle misure delle macchine Navcom anche in corrispondenza di quanto dichiarato dalla casa produttrice stessa.

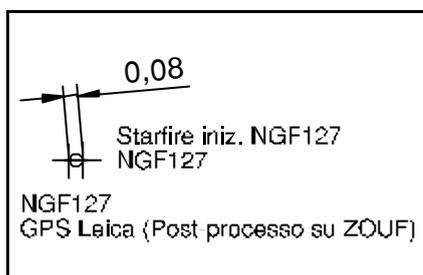


Fig. 4

Concludiamo con l'ultima analisi disponibile, ovvero quella che confronta le misure della distanza orizzontale tra i due nuovi vertici di riferimento.

Assumendo come elemento di controllo la distanza calcolata con la stazione totale elettronica i discostamenti ottenuti risultano essere:

<i>GPS tradizionali</i>	<i>Distanza di riferimento</i>	<i>GPS Starfire®</i>
Post-processo su Zouf -0.025 m.	Stazione totale elet. 108.326	Differenziale Starfire +0.017 m.
Post-processo su IGM95 -0.007 m.		

## 8. Conclusioni

È chiaro che il mondo gps sta mutando in funzione dell'evolvere della tecnologia.

I ricevitori gps che fino a poco tempo fa necessitavano di radio modem o di gsm modem, sembrano facilmente rimpiazzabili da queste nuove soluzioni hardware, ma è anche vero, e non bisogna dimenticarselo, che nell'ultimo decennio è stato fatto molto da parte di enti governativi e non solo in materia di posizionamento globale.

Le attività di raffittimento della rete IGM95, dell'Istituto Geografico Militare, sono state innumerevoli, ormai diventa quotidiano fornire in sede di progettazione informazioni globali e di riferimento alle cartografie nazionali e locali.

E forse proprio tutto questo gran lavoro fatto fino ad oggi può compromettere, per cause tecniche di varia natura, un massiccio impiego di queste nuove strumentazioni.

Ricordiamo infatti che la rete IGM95 non nasce in forma indipendente, è infatti anch'essa riferita ad altre reti esistenti all'epoca della sua costituzione ed in ogni caso afflitta dalla minor precisione degli elementi di riferimento all'epoca disponibili.

Le stesse trasformazioni tra i vari sistemi geografici sono chiaramente correlate alla natura dei punti geodetici sopra citati e di conseguenza tutto ci sembra legato e vincolato ad una serie di

vincoli statici che potrebbero non coincidere o non essere rapportati ad analisi ed elaborazioni globali soggetti ad una continua evoluzione che perseguano un sempre maggior grado di precisione.

Riteniamo comunque di aver eseguito dei test estremamente interessanti per tutti coloro che devono giustificare e/o validare le attività di rilievo eseguite con la nuova tecnologia Starfire®; inoltre queste verifiche possono essere di riferimento anche per tutti coloro che abbiano dei dubbi nell'acquisto di queste nuove strumentazioni gps.

I risultati ottenuti sono eloquenti ed inconfutabili, dettando nel contempo indicazioni chiare sui limiti e le possibilità operative di queste nuove attrezzature di cui oggi possiamo far uso.

## **9. Ringraziamenti**

Si desidera esprimere un ringraziamento alla ditta S.Te.T. sas di Udine la quale ha partecipato attivamente a tutte le attività di campagna inerenti la procedura di verifica.

Si vuole inoltre ringraziare in particolar modo il Sig. Marco Marchesini della Ditta Guido Veronesi s.r.l. di Bologna essendo ormai da diversi anni un punto di riferimento per l'autore relativamente a diverse problematiche inerenti il mondo gps.

*B&B Engineering s.r.l.*

*Web site: [www.bbeonline.it](http://www.bbeonline.it) E-Mail: [info@bbeonline.it](mailto:info@bbeonline.it)*