

# Reti topografiche e governo del territorio

**N**ell'articolo che segue vengono prese in esame le diverse soluzioni tecnologiche e pratiche relative alle reti GPS territoriali. L'occasione in cui nasce tale articolo è proprio un convegno con il medesimo titolo a cui l'autore è stato invitato a dare il suo contributo. Il convegno promosso dal Consiglio Nazionale Geometri si è tenuto presso il Collegio Provinciale di Taranto, che sul tema del GPS è stato uno dei collegi più attivi. I ringraziamenti vanno quindi sia all'attuale Presidente neo eletto, Geom. Claudio Donati, che al suo attivo predecessore Geom. Domenico Marzullo, che già precedentemente aveva promosso la realizzazione di un corso di 48 ore sul GPS in vista dell'imminente operatività della nuova normativa catastale Pregeo 8 che oltre ad altre innovative soluzioni come l'altimetria e l'allestimento degli elaborati grafici, prevede anche l'uso del GPS nell'aggiornamento degli atti catastali (nota 1).

## Le reti GPS a supporto della gestione territoriale

Per un corretto governo del territorio è indispensabile che gli amministratori abbiano una sua conoscenza sotto tutti gli aspetti: geografico e topografico, sociale ed economico, naturale e ambientale, etc..

Il geometra, in quanto preposto al rilevamento del territorio nell'ambito della sua multiforme professione, può conoscerlo a fondo più di ogni altro tecnico.

Dal punto di vista topografico, il geometra è l'unico tecnico che per preparazione, cultura e ambito professionale è in grado di rilevarlo e rappresentarlo correttamente. Ancorchè oggi, grazie alla diffusione di soluzioni tecnologiche semplici da usare e a basso costo, molte altre figure professionali si avventurano nel mercato, tra molti operatori la cui formazione elettronica ed informatica poco si presta a certe accortezze di natura concettuale e pratica, commettendo spesso errori che si ripercuotono in maniera non indifferente, creando un danno tecnico ed economico all'intera comunità. Ma polemiche a parte, nessuno conosce il territorio meglio di un geometra e conoscerlo significa saperlo rilevare e rappresentare correttamente. Per rilevare il territorio, il tecnico deve riferirsi a punti stabili di coordinate note nel sistema di riferimento geodetico conforme locale.

### Nota 1.

Il convegno dal titolo: "Reti topografiche e governo del territorio", si è tenuto lo scorso 15 Novembre del 2002, nell'ambito della istituzione del "Laboratorio di Geomatica" presso il Collegio dei Geometri. Al convegno oltre agli iscritti del collegio, erano presenti l'Università di Taranto, l'Agenzia del Territorio, Enti Pubblici e Privati, la stampa locale. Tra i relatori e le presenze Alessandro Capra, Domenico Marzullo, Sergio Padovani, Fiorenzo Guaralda, Giovanni Cavaliere, Agostino Leuzzi, Claudio Donati e l'autore.

L'insieme di questi punti di riferimento costituiscono una rete geodetica. Le reti geodetiche basate sulla tecnologia GPS possono essere classificate come reti "PASSIVE" o "ATTIVE".

### Le reti passive

Sono considerate reti passive quelle reti geodetiche tradizionali. Tali reti possono essere state rilevate con strumenti tradizionali come è avvenuto, per esempio, per le reti dell'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI) di I, II, III e IV ordine, per la rete catastale, per quella dell'Istituto Idrografico della Marina (IIM) o per le Regioni e gli Enti Locali; oppure possono essere state rilevate con mezzi moderni, ad esempio il GPS, come è avvenuto per la rete IGM95 o per le reti di raffittimento eseguite a cura del Catasto, Regioni ed Enti vari.

### Le reti attive

Sono considerate reti attive quelle reti geodetiche avanzate costituite da stazioni GPS permanenti che a loro volta possono archiviare o trasmettere i dati di correzione in tempo reale.

Le reti attive possono essere di tipo **topografico** quando la distanza tra le stazioni è inferiore a 30 km o di tipo **geodetico** se tale distanza supera di molto i 30 km. Vedremo più avanti quali differenze esistono tra questi due tipi di rete e a quali utenti sono destinate.

Il vantaggio principale che una rete attiva offre agli operatori che operano sul territorio è la possibilità di effettuare i rilievi topografici e territoriali impiegando un singolo ricevitore GPS. In questo modo il topografo, può agire sul territorio con maggiore autonomia di movimento e ottenere un notevole risparmio economico sia in termini di produttività che di risparmio sugli investimenti, potendo operare con un solo ricevitore. Tradizionalmente infatti, l'uso del GPS in campo topografico e geodetico richiede un ricevitore GPS di tipo primario che in genere assume la funzione di stazione di riferimento a coordinate note o non.

Una rete "rete attiva" GPS può essere in genere concepita a livello **locale, regionale, nazionale e mondiale**.

A livello europeo ed internazionale moltissimi sono gli esempi di reti attive GPS, ed a titolo di esempio, possiamo citare le più note tra quelle dedicate ad aspetti scientifici e professionali, come la rete europea EUREF in fig. 1 e la rete IGS in fig. 2 (200 stazioni GPS e 40 GLONASS). I dati di queste reti, raccolti giornalmente, sono sempre disponibili via Internet. Le reti in questione sono state istituite per scopi scientifici e quindi sono scarsamente utilizzate dai topografi.

Un esempio di rete, a livello topografico, è quella austriaca in fig. 3, costituita da 12 Stazioni Permanenti con interdistanza variabile. La novità più importante consiste nel fatto che queste





Figura 1 - La rete primaria europea EUREF da cui derivano le reti nazionali come IGM95.

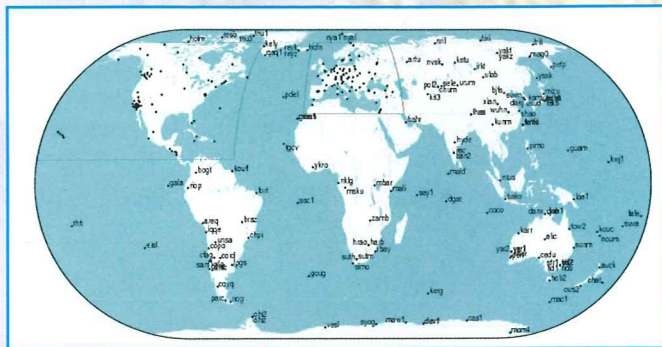


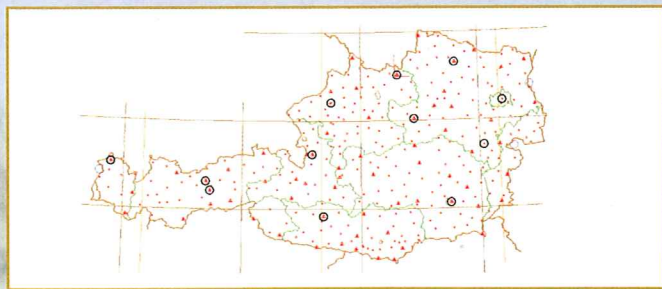
Figura 2 - La rete mondiale IGS dedicata allo studio e controllo della geodinamica terrestre.

stazioni rendono disponibili le correzioni differenziali di codice e fase attraverso le stazioni radio in formato digitale DARC (Data Radio Channel), e quindi il topografo con poche centinaia di euro può dotarsi di appositi apparecchi che gli permettono di operare su tutto il territorio nazionale. I test eseguiti su tale rete ha dato ottimi risultati, così come si evince dalla tabella sottostante.

Tabella 1 - Risultati preliminari su 6 stazioni GPS.

	HORIZONTAL DISTANC	ABSOLUTE HEIGHT	2D VECTOR
Mean	0.032m	0.040	0.054
0.01 + Xppm	1.4	2.0	2.9
Standard Deviaton	0.014m	0.031	0.029

Figura 3 - La rete GPS austriaca che invia le correzioni differenziali attraverso il canale digitale radio DARC.



## La situazione in Italia

Per quanto riguarda l'Italia alla data attuale sono diversi i progetti nazionali e locali, ed andando in ordine di estensione possiamo citare le diverse esperienze e progetti.

A livello nazionale la situazione è variegata ed in corso di continua definizione, tra i progetti e le infrastrutture esistenti citiamo le diverse realtà come:

## La rete di stazioni permanenti dell'Agenzia Spaziale Italiana (ASI).

Fanno parte di questa rete, alla data attuale, le 26 stazioni elencate nella tabella n°1 dove sono riportate, nell'ordine, le seguenti informazioni: nome in codice della stazione, nome del sito, ente proprietario della stazione, rete di appartenenza, disponibilità dei dati in files di un'ora.

La rete ha scopi scientifici, la registrazione dei dati avviene con una velocità di registrazione di 30" e la stazione principale della rete ASI, Matera, raccoglie giornalmente i dati di tutte le stazioni, ne analizza la qualità e i dati registrati sono disponibili, gratuitamente, nel sito Internet di Matera (<http://geodaf.mt.asi.it>).

Ad oggi esistono sul territorio nazionale circa 94 stazioni (fig. 4), di cui appena il 30% circa rende disponibili i propri dati con continuità.

## La rete nazionale di Telespazio

Un'altra rete di stazioni permanenti, a livello nazionale, è quella di Telespazio che, attualmente, è costituita da 9 stazioni distribuite ed operanti sul territorio italiano: Roma (Telespazio), Venezia (Theis S.p.A.), Fucino (Centro Spaziale Telespazio), L'Aquila (Palazzo della Provincia), Matera (Centro di Geodesia Spaziale), Crotona (centrale ENI - AGIP), Scansano (Stazione Telespazio), Cagliari (Telecom).

Le stazioni sono operative 24 ore al giorno e sono collegate al centro operativo di Telespazio dove vengono costantemente monitorate. Il servizio GEONET fornisce dati in formato RINEX da 24 ore e con campionamento ad 1, 5, 15, 30 secondi. I campi di applicazione della rete Telespazio sono molteplici e di diversa natura: perimetrazione delle aree incendiate, applicazioni cinematiche, controllo altimetrico di strutture "off-shore" e "on-shore" per il progetto AGIP, impiego in aerofotogrammetria, correzione differenziale dei dati. L'accesso ai dati è a ti-

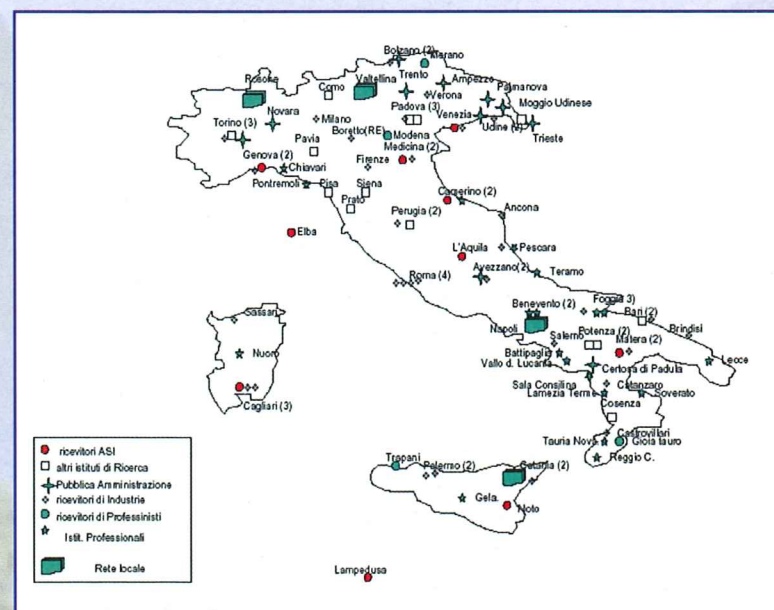


Figura 4 - La mappa delle stazioni permanenti GPS in Italia.



Tabella 2 - Un elenco delle stazioni permanenti ASI e IGS.

Stazione	Sito	Agenzia	Rete	Dati orari
AQUI	L'Aquila	ASI		si
BZRG	Bolzano	Regione Autonoma Trentino Alto Adige	EUREF	si
CAGL	Cagliari	ASI	IGS	s
CAGZ		INAF-CAO, DIST		si
CAME	Camerino	ASI	EUREF	si
COMO	Como	Politecnico di Milano, polo di Como		si
COSE	Cosenza	CNR IRPI Cosenza		
ELBA	Isola d'Elba	ASI		si
GENO	Genova	ASI	EUREF	si
INGR	Roma	INGV		si
LAMP	Lampedusa	ASI	EUREF	si
MARA	Maratea	ASI		si
MATE	Matera	ASI	IGS	s
MATI				si
MEDI	Medicina	ASI	IGS	s
MILO	Trapani Milo	ASI		si
NOTO	Noto	ASI	IGS	
NOTI				si
NOVA	Novara	Comune di Novara		
PAVI	Pavia	Università di Pavia		
PRAT	Prato	Università di Firenze		
TGRC	R. Calabria	ITG "Righi" Reggio Calabria	EUREF	si
TITO	Tito	CNR		si
TORI	Torino	Politecnico di Torino	EUREF	si
UNFE	Ferrara	Università di Ferrara		si
UNPG	Perugia	Università di Perugia	EUREF	
UPAD	Padova	Università di Padova	IGS	
PADO				
VEVE	Venezia	ASI	EUREF	si
VLUC	Vallo della Lucania	ITG "Cenni"		

tolo oneroso. Anche questa rete, però, è scarsamente utilizzabile dai topografi per l'enorme distanza tra le stazioni. Fa eccezione il caso in cui il rilevatore si trovi ad operare a meno di 15 km dalla stazione permanente più vicina.

## Il servizio GEODATA di TIM

Un discorso a parte merita la rete GeoTIM già ampiamente presentata sulle pagine di questa rivista (GEOmedia 4/2001 e 4/2002). La rete è inquadrata nel sistema nazionale di riferimento IGM95 e l'interdistanza media tra le stazioni è di circa 100 km, mentre la registrazione dei dati avviene con un campionamento da 1 a 30 secondi 24 ore al giorno.

Per accedere al servizio della rete GeoTIM è necessario sottoscrivere un contratto TIM Business Open 10, con attivazione e canone di abbonamento a costo zero, mentre il traffico ha un costo di 0,08 € a minuto + IVA.

A conti fatti e considerando una giornata lavorativa di 8 ore comprendendo l'IVA e la quota di costo del servizio, si ottiene un costo effettivo di 56,46 € per una intera giornata di lavoro in real time. Un costo quindi che rende il servizio molto interessante e forse competitivo su altre soluzioni.

## Vantaggi e svantaggi

I vantaggi dovuti all'uso della rete GeoTIM, possono essere riassunti nel fatto che il geometra topografo può utilizzare (e, quindi, acquistare) un solo ricevitore.

Le limitazioni o svantaggi che si possono ipotizzare nell'uso della rete GeoTIM sono dovuti al fatto che le stazioni sono troppo distanti tra di loro e quindi occorre eseguire il rilievo con il metodo statico con diverse ore di registrazione e con ricevitori a doppia frequenza, oppure in tempo reale, con pochi minuti di osservazione, ma con il solo codice.

Se si è invece a meno di 15 km dalla stazione di riferimento più vicina, è possibile operare in modalità statico rapido e in tempo reale, impiegando sia le correzioni di codice che fase, e anche con un ricevitore a singola frequenza si ottengono ottimi risultati.

Questo comporta, in termini di **precisione teorica**, che:

**lavorando in statico con un ricevitore a doppia frequenza** con un e.q.m. di  $\pm (5+1 \text{ ppm})$  mm si ha a 50 km (nell'ipotesi di trovarsi a metà tra due stazioni) un errore teorico di  $\pm 55$  mm. In questo caso i tempi orientativi di stazionamento sono di almeno un'ora fino a 20 km, di almeno due ore tra 21 e 40 km e di almeno tre ore da 41 a 50 km ;

**lavorando in tempo reale con il solo codice** e con un ricevitore a doppia frequenza si ha un errore teorico che oscilla tra 1 e 3 m. I tempi di stazionamento sono di 3 || 5 minuti;

**lavorando in statico rapido a distanze fino a 15 km** dalla stazione più vicina la precisione teorica è, per un ricevitore a doppia frequenza, di  $\pm (10+1 \text{ ppm})$  e cioè di  $\pm 2,5$  cm, mentre con un ricevitore monofrequenza è di  $\pm 4$  cm.

**lavorando in tempo reale, con codici e fase, a distanze inferiori a 15 km** dalla stazione più vicina la precisione teorica è di pochi centimetri.

Abbiamo qui parlato di precisioni teoriche e non di precisioni reali, perché è impossibile prevedere tutto quello che può accadere in campagna (multipath, GDOP, rapporto segnale - rumore, ecc. ecc.) e molto dipende dal tipo di ricevitore impiegato, se appartiene alla nuova generazione che impiega algoritmi particolari di tracciamento del segnale (per es. codice narrow, codice stabilizzato con la fase, ecc. ecc.), ciò soprattutto per quanto riguarda l'impiego in tempo reale con il solo codice. In questi casi sono possibili precisioni anche al di sotto del metro. Ma per una analisi e una lettura delle varie esperienze, rimandiamo ai diversi articoli pubblicati sia su questa testata (GEOmedia 4/2002) che sugli atti di altri convegni e conferenze di settore.

**A livello regionale e sub regionale**, esistono, al momento, soltanto dei PROGETTI che mi auguro vengano presto realizzati. Tali progetti sono quelli relativi alla rete sub regionale della Sicilia Occidentale con 13 stazioni permanenti aventi una interdistanza di circa 60 km, quello della Lombardia con 20 stazioni ed interdistanza massima di 70 km e quello della Regione Emilia Romagna con 14 stazioni ed una interdistanza che varia da 20 circa 60 km. Quest'ultimo è ad uno stadio di progettazione più avanzato degli altri ed è nato per iniziativa del Comitato Regionale dei Collegi dei Geometri ed è completamente finanziato dalla Regione.

**A livello locale** molte altre le esperienze consolidate e perfettamente funzionanti, come le reti di stazioni GPS permanenti di Rosone (in Piemonte), Valtellina, Vesuvio, Etna.

Le prime due reti servono per il controllo di frane mentre le altre due (Vesuvio ed Etna) sono state realizzate per la sorveglianza, in tempo reale, degli omonimi vulcani. Queste quattro



reti però sono utilizzate per scopi scientifici e non svolgo l'attività di distribuire i dati a terzi.

A livello nazionale poi altri progetti ed operatori assurgono a diventare player di riferimento nel settore, anche se e l'unica azienda che possiamo ancora citare è la GALILEO Sistemi ([www.galileosistemi.com](http://www.galileosistemi.com)), che in una visione del tutto nuova e orientata ai servizi piuttosto che alle soluzioni hardware GPS. Galileo Sistemi attraverso il progetto "NETISON" ha iniziato a distribuire servizi GPS Based attraverso un accesso "Mobile Internet", impiegando tra le altre soluzioni anche quella basata su Pocket PC per la ricezione del messaggio DGPS o RTK, mentre per il post processing il download diretto dei dati via web.

### Dalle tecnologie tradizionali a quelle VRS

L'acronimo VRS sta ad indicare i termini di Virtual Reference Station, ovvero un modo di definire un approccio tecnologico e concettuale della reference station GPS, non più identificata con la sua collocazione fisica ma semplicemente virtualizzata attraverso un modello matematico di riferimento.

Uno degli inconvenienti del tempo reale (RTK), con codici e fasi e con precisione di pochi centimetri, è infatti costituito dal fatto che il ricevitore mobile deve trovarsi entro una distanza non superiore a  $10 \div 15$  km dalla stazione di riferimento. Questo significa che le stazioni dalla rete permanente devono avere una interdistanza massima di  $20 \div 30$  km.

Inoltre per utilizzare la modalità RTK con l'opzione On the Fly (inizializzazione al volo) occorre osservare almeno 5 satelliti, mentre la durata dell'inizializzazione è proporzionale o quasi alla distanza.

Un altro aspetto della soluzione standard RTK, è che non tiene conto della geometria della rete, ovvero coincide con una soluzione a singola linea di base, e se ad esempio una stazione è in avaria o non colleziona i dati correttamente, l'operatore se ne accorgerà al momento della verifica in ufficio, e dovrà tornare sul campo ed eseguire nuovamente il rilievo, con grande perdita economica e di tempo.

Non esistono infatti sistemi avanzati che informino preventivamente l'operatore sulla salute delle singole stazioni o che esegua un controllo della integrità dei dati in tempo reale, a meno che su reti tecnologicamente molto avanzate (vedi Progetto Oresund su GEOmedia 1/97).

Inoltre con distanze intorno ai  $10 \div 15$  km, in molti casi non si possono ignorare gli errori sistematici del sistema GPS (ionosfera, troposfera, scostamenti orbitali, deriva degli orologi, ecc. ecc.), non sempre modellabili al meglio usando procedure in tempo reale.

### Oltre il concetto di RTK standard

Per superare le difficoltà di cui abbiamo accennato al precedente paragrafo, sono stati messi a punto nel tempo diverse soluzioni (soluzioni multistation, etc.), che hanno portato all'affermarsi della soluzioni da molti anni ormai impiegata dai grandi provider internazionali di servizi di posizionamento (RACAL, FUGRO, etc.), ovvero l'approccio VRS.

Ma quali sono i principi di funzionamento del VRS?, e quali i suoi vantaggi?

Osservando la fig. 6, le diverse stazioni permanenti sono su punti di coordinate note, e inviano ad una stazione master (o

centro di calcolo) i dati GPS acquisiti. Il sistema archivia i dati e ne verifica l'integrità, in tempo reale, inoltre calcola i modelli ionosferici e troposferici locali e validi all'intorno di una certa area coperta dalle stazioni, ne modella gli errori di orbita e degli orologi. In questa maniera l'utente collegandosi via GSM alla medesima stazione master, riceve delle correzioni differenziali già verificate e mediate nell'ambito della sua area di operazioni.

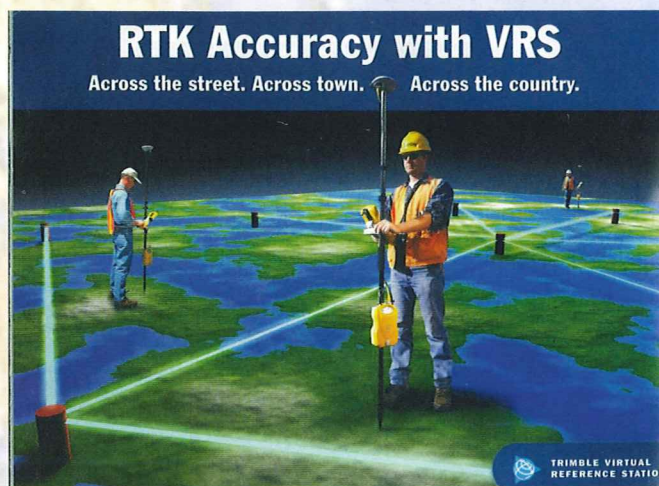


Figura 5 - La pubblicità della soluzione VRS di Trimble.

L'approccio alle soluzioni VRS sono sostanzialmente di due tipi. Nel primo caso, ovvero le soluzioni di prima generazione (Racal e Fugro), il modello di correzione risiede all'interno dell'apparato di decodifica del servizio. Nel secondo caso, ovvero le soluzioni di ultima generazione, il ricevitore mobile invia al centro di controllo la propria posizione di navigazione attraverso un messaggio NMEA, che in assenza della disponibilità selettiva (SA) può anche presentare una approssimazione di  $\pm 30$  m.

Sulla scorta della posizione dell'utente, presso la stazione master viene calcolata la posizione virtuale di una stazione di riferimento e una ri-localizzazione dei dati di fase e di codice.

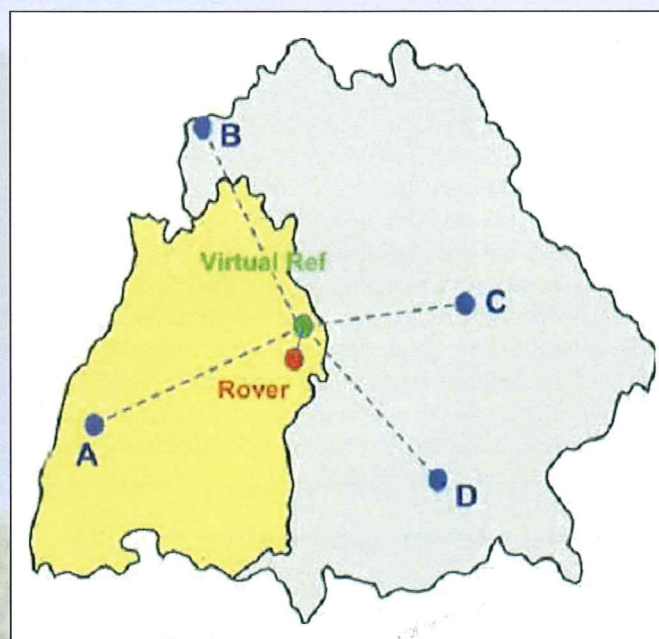


Figura 6 - Uno schema tipico di una rete di reference station GPS.



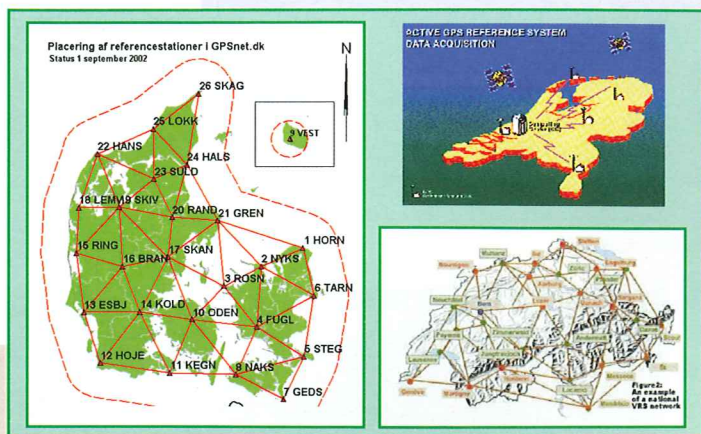


Figura 7- Nell'immagine le reti VRS della Danimarca, Olanda e Svizzera. Rispettivamente con 26 stazioni a interdistanza di 70 km, 5 stazioni a 100 km e 29 stazioni a 30 km.

Non è determinante quale sia la stazione della rete a cui si impone la traslazione dato che tutte sono state compensate in blocco. In generale viene presa in considerazione quella più vicina al ricevitore mobile se questa è perfettamente funzionante. Alle osservazioni della stazione virtuale vengono applicate tutte le correzioni necessarie degli effetti ionosferici, troposferici, deviazione delle orbite tra quelle predette e quelle trasmesse, centro di fase e sua variazione in funzione dello stesso modello dell'antenna del ricevitore mobile, ecc. I dati così calcolati vengono trasmessi quindi al ricevitore mobile generalmente con il protocollo RTCM o con altri formati.

Il ricevitore mobile "vede" quindi questi dati come provenienti da una **stazione virtuale**, situata pressochè a 30 m dalla posizione di navigazione dell'utente (fig. 5).

Le stazioni virtuali generate presso la stazione master, vengono calcolate per ogni singolo utente, e possono quindi operare contemporaneamente e in tempo reale una infinità di ricevitori mobili, senza possibilità di confusione o di sovrapposizione di dati o stazioni virtuali.

Nel caso di applicazioni statiche, i dati VRS consistono in un formato RINEX generato con lo stesso concetto di cui sopra. Tali dati sono resi poi disponibili in formato di file via FTP, mentre il sistema consente così di selezionare la posizione della stazione virtuale, la frequenza di campionamento dei dati, l'intervallo temporale che interessa ed il modello dell'antenna. Tra le procedure in uso, è previsto anche il calcolo presso la stazione master, ovvero l'utente invia al centro di controllo i propri dati e ne riceve in cambio l'elaborazione e i risultati finali, comprese eventuali compensazioni ed elaborazioni particolari. Quali sono i vantaggi e gli svantaggi di disporre di un servizio di Stazioni di Riferimento Virtuale?

**I vantaggi** possono essere riassunti in quanto segue:

Maggiore robustezza della soluzione geo-topografica e tecnologica. Riduzione degli errori sistematici (orologio, multipath, ionosferici, troposferici, orbite, etc.). Riduzione dello sqm di un fattore pari ad almeno 0,70 rispetto al tradizionale posizionamento a singola base. Minore tempo di inizializzazione in modalità real time. Maggiore precisione e stabilità nel calcolo delle coordinate del ricevitore mobile. Maggiore distanza dai vertici della rete.

**L'unico svantaggio**, se di svantaggio si può parlare, è costituito dalla mole di calcoli e dalla pesantezza del messaggio di correzione differenziale. Ma sono cose che vengono gestite da computer per cui è bene sceglierli piuttosto potenti.

A livello internazionale esistono ormai numerosi esempi e implementazioni di reti permanenti VRS. E solo per citarne alcune tra quelle più ampiamente testate e perfettamente funzionanti, possiamo rimandare alle esperienze in Germania, Austria, Svizzera, Danimarca, Svezia, Norvegia, Finlandia, Cina, Giappone, Australia e Stati Uniti.

**I progetti e le sperimentazioni in Italia**

In Italia per quanto riguarda i sistemi VRS siamo come al solito, in notevole ritardo ed esistono ad ora solo e soltanto progetti e sperimentazioni in corso di realizzazione. Da citare un test operativo dell'Università di Brescia in collaborazione con il Politecnico di Milano e con il supporto e le tecnologie VRS di Trimble.



**RETI RTK/VRS  
GSM/GPRS  
INTERNET**

**Sardegna  
Lazio  
Marche  
Lombardia**

User ID

Password

**SERVIZIO  
DGPS  
GSM/GPRS  
INTERNET**



IL SERVIZIO DI CORREZIONE DIFFERENZIALE DGPS E' DISPONIBILE SU TUTTO IL TERRITORIO NAZIONALE.



**Galileo Sistemi S.r.l.**  
Via Vincenzo Viviani, 10  
20124 - Milano  
info@galileosistemi.com



Il test prenderà in esame l'installazione di 4 stazioni permanenti ed una serie la verifica funzionale e delle precisioni nell'ambito di una serie di applicazioni, che coprono diverse attività sia a livello topografico che catastale, GIS, e rilievi di precisione per opere d'ingegneria etc..

Altro test in corso di realizzazione è quello in Campania, tra l'Università degli studi di Napoli "Parthenope" e il Dipartimento di Geomatica dell'Università di Calgary in Canada.

In questo caso è prevista l'installazione di 12 stazioni e l'uso del metodo Multiref (Multi Reference Station) per il posizionamento differenziale in tempo reale con misure di codice e fase.

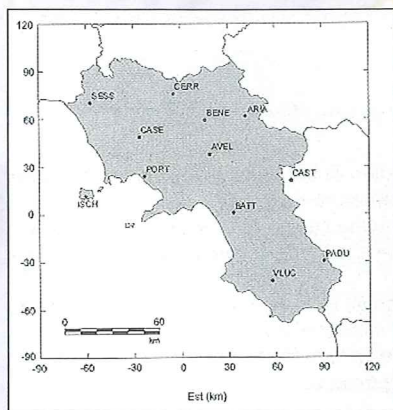


Figura 9 - L'area di test del sistema VRS basato su metodo Multiref dell'Università di Calgary.

Il metodo Multiref, sviluppato dall'Università di Calgary, è simile al VRS. Il test ha lo scopo di indagare sulle potenzialità di questo nuovo metodo e di avviarne lo studio anche in Italia visto che precedenti test sono stati eseguiti in diverse altre nazioni come Brasile, Canada, Giappone e Norvegia.

La soluzione Geo++ è tra le ultime in ordine di sperimentazione, e

dai test realizzati su diversi network sembra di sicuro interesse, anche per l'innovativo approccio FKP, che introduce nella tec-

nica del VRS un approccio del tutto nuovo, in cui la modellistica presa in esame non è più legata al modello geometrico reale delle RF introdotte nel network, ma bensì su modelli predittivi che si configurano come un modello continuo e omnidirezionale del territorio.

## Conclusioni

Le reti topografiche siano esse passive, realizzate con metodi topografici tradizionali o con l'uso del GPS, oppure attive, ovvero costituite da Stazioni GPS permanenti, costituiscono l'infrastruttura indispensabile per rilevare e gestire il territorio, informazioni indispensabili che possono essere rappresentate il maniera classica sui supporti cartacei o informatici come i sistemi SIT e GIS.

Ma al di là delle tecnologie più o meno avanzate, In ogni caso il disporre di carte topografiche o tematiche è la base essenziale per la pianificazione ed il corretto governo del territorio.

E l'augurio è quello che gli Enti di Ricerca e gli enti delegati alla gestione del territorio, abbiano il necessario impulso per portare a termine le necessarie fasi di test delle tecnologie GPS, e implementare poi in maniera collaborativa le necessarie infrastrutture tecnologiche per la resa dei servizi, in modo da recuperare il "gap" che ci separa dagli altri paesi in Europa e nel mondo.

## Autore

Geom. VITTORIO GRASSI

Libero professionista cultore della materia

Vittorio.grassi@tiscalinet.it

## Bibliografia

- HERBERT LANDAU *GPS positioning using VRS: theory, analysis and application Japan 21 st* 09 June 1999
- Trimble, 2000, GPS Reference Station Networks, Product Brochure, Spectra Precision Terrasat GmbH, Trimble Navigation Limited, September 2000. (available on-line at <http://www.terrasat.de/applications/refvirtual.htm>)
- VOLLATH U., A. BUERCHL, H. LANDAU, C. PAGELS and B. WAGNER, 2000a, Multi-Base RTK Positioning Using Virtual Reference Stations, Proceedings of ION GPS 2000, 13th International Technical Meeting of the Satellite Division of the Institute of Navigation, September 2000, Salt Lake City, Utah.
- RAQUET, J., and G. LACHAPPELLE (2001) *Multiple Reference RTK Positioning. GPS World*, 12, 4, 48-53.
- LACHAPPELLE, G., M.E. CANNON, L.P.S. FORTES, and P. ALVES (2000) *Use of Multiple Reference GNSS Stations for RTK Positioning. Proceedings of World Congress of International Association of Institutes of Navigation*, Institute of Navigation, Alexandria, VA.
- FORTES, L.P., G. LACHAPPELLE, CANNON, J. RAQUET, G. MARCEAU, S. FORTES, L.P., G. LACHAPPELLE, M.E. CANNON, G. MARCEAU, S. RYAN, S. WEE and J. RAQUET (2000) *Testing of a Multi-Reference GPS Station Network for Precise 3D Positioning in the St. Lawrence Seaway*. *International Hydrographic Review (New Series)* 1, 1, 15-29.
- FOTOPOULOS, G., and M.E. CANNON (2001), *An Overview of Multi-Reference Station Methods for Cm-Level Positioning*, *GPS Solutions*, Vol. 4, No. 3, pp. 1-10
- FORTES, L.P., M.E. CANNON, S. SKONE, and G. LACHAPPELLE (2001) *Improving a Multi-Reference Station GPS Network Method for OTF Positioning in the St. Lawrence Seaway*. Proceedings of GPS2001 (Session D1, Salt Lake City, 11-14 September), The Institute of Navigation, Alexandria, VA., pp. 404-414.
- FORTES, L.P., M.E. CANNON, S. SKONE, and G. LACHAPPELLE (2002) *Improving*

*a Multi-Reference GPS Station Network Method for OTF Positioning in the St. Lawrence Seaway*. Lighthouse, in press (March 2002).

FORTES, L.P. (2002) *Optimising the Use of GPS Multi-Reference Stations for Kinematic Positioning*. PhD Thesis, Department of Geomatics Engineering, The University of Calgary, to be published in April 2002.

F. SANSÒ, M. C. DE LACY *Uno studio sulle diverse applicazioni del GPS.....* 2002

G. VASSENA *Problemi di posizionamento in tempo reale - Atti del 2° Convegno Nazionale dei Collegi dei Geometri Lombardi*, maggio 2002

G. LACHAPPELLE G. PUGLIANO *Posizionamento GPS Network: il metodo Multiref* Bollettino SIFET n° 3 2002

## Siti Internet:

- <http://www.wrsc.com/wolfgang/gps/dbgps-ip.html>
- <http://www.iana.org/assignments/port-number>
- <http://www.agrs.nl>
- <http://www.geomatics.ucalgary.ca/research/gpsres/multiref.html>
- [http://www.uni.stuttgart.de-gi-reserach-schriftenreihe-quo\\_vasid-pdf-rizos.pdf.url](http://www.uni.stuttgart.de-gi-reserach-schriftenreihe-quo_vasid-pdf-rizos.pdf.url)
- <http://www.cagliari.gps-glonass.html>
- <http://www.terrasat.de/applications/refvirtual.htm>
- <http://geodaf.mt.asi.it>
- <http://www.geomatica.ing.unico.it>
- <http://www.igsch/jpl/nasa.gov>
- <http://www.hpiers.obspm.fr>
- <http://www.dgps.at>
- [http://www.ngs.noaa.gov/cors/site\\_selec\\_crit.html](http://www.ngs.noaa.gov/cors/site_selec_crit.html)
- <http://www.epncb.oma.be/parers.html>
- [http://www.gipsy.jpl.nasa.gov/igdg/gipsy/ion\\_paper\\_2000.doc](http://www.gipsy.jpl.nasa.gov/igdg/gipsy/ion_paper_2000.doc)
- <http://www.trimble.com>
- <http://www.galileosistemi.com>