

IL SERVIZIO DI POSIZIONAMENTO GNSS PER LA REGIONE PUGLIA

Ludovico BIAGI (*), Alessandro CAPRA (**), Cristina CASTAGNETTI (**), Tina CAROPPO (***), Michele MUSCHITIELLO (****), Antonio BELLANOVA (****), Angelo GALEANDRO (****)

(*) DIAR c/o Polo di Como, Politecnico di Milano, Piazza Leonardo Da Vinci 32, 20133 Milano –IT–, 0313327562, ludovico.biagi@polimi.it

(**) DIMeC, Università di Modena e Reggio Emilia, Via Vignolese 905/B, 41100 Modena –IT–, 059205(6188, 6298), (capra.alessandro, cristina.castagnetti)@unimore.it

(****) TecnoPolis CSATA, 0804670 (513, 313, 217), (c.caroppo, m.muschitiello, a.bellanova)@tno.it
(*****) agaleandro@gmail.com

Sommario

La Regione Puglia, nell'ambito del Progetto per la realizzazione del Sistema Informativo Territoriale Regionale (SIT), ha realizzato una Rete di Stazioni Permanenti GNSS (Global Navigation Satellite System), finalizzata alla definizione di un'infrastruttura geodetica e alla fornitura di un servizio di correzione differenziale dei dati acquisiti da ricevitori GPS e tale da consentire, agli utenti, il raggiungimento di un'accuratezza del dato di "posizione" su scala centimetrica in tempo reale. Il progetto per la realizzazione della rete vede la collaborazione tra TecnoPolis, Ente attuatore dell'intero progetto, e il Dipartimento di Ingegneria Meccanica e Civile (DIMeC) dell'Università di Modena e Reggio Emilia, che assicura il supporto scientifico a tutte le fasi del processo. Nel presente lavoro sono illustrate le varie fasi della realizzazione della rete e lo stato di avanzamento complessivo dei lavori; particolare rilievo è dato all'esposizione delle problematiche e delle relative soluzioni che hanno costituito carattere di innovazione rispetto alle reti regionali già realizzate in Italia: il disegno della rete vincolato dalla particolare forma della Puglia, l'utilizzo della Rete Unitaria per la Pubblica Amministrazione Regionale (RUPAR) per la connessione e la trasmissione dei dati, la strategia di inquadramento complicata dalla geometria assai povera della rete IGS rispetto al Sud dell'Italia.

Abstract

The Region of Puglia, in Italy, has a project in the works about the construction of the Regional Territorial Information System (SIT). An important aspect of the project is the new permanent GNSS network; its main purpose is the differential corrections service for GPS data from users receivers. As a consequence, users will be able to obtain positioning in real time with a great accuracy (about centimeters). The network installations and management is provided by TecnoPolis, the reference organization for all the project, and the Department of Mechanical and Civil Engineering (DIMeC), University of Modena and Reggio Emilia, for the scientific support. In this paper the GNSS network will be presented from the beginning (choice of stations sites, installations, data quality checks, ...) to the first station coordinates estimations, focusing on the problems and the solutions. These makes the Puglia GNSS network innovative in respect to the other regional GPS networks in Italy: the network design due to the particular regional morphology; the use of the Regional RUPA for the connection and the data transmission; the processing and adjustment strategies, complicated by the lack of IGS stations in the South of Italy.

1. Introduzione

Le reti GNSS forniscono la risposta più efficiente alle esigenze di posizionamento e di navigazione. Alla possibilità di utilizzare il sistema statunitense GPS (NAVSTAR) si è aggiunta la potenzialità di utilizzo congiunto dei sistemi russo GLONASS ed europeo GALILEO

Le reti di stazioni permanenti GNSS definiscono una stabile infrastruttura geodetica di riferimento e incrementano le prestazioni dei sistemi di posizionamento rendendo possibile effettuare con grande rapidità posizionamenti plano-altimetrici assai accurati. L'elevata accuratezza ottenibile, coniugata al notevole aumento dell'affidabilità della posizione ottenuta, permettono applicazioni in rilevamenti di interesse istituzionale quali: catasto e gestione del territorio da parte dei Comuni, nonché applicazioni nella progettazione e nel tracciamento di precisione di infrastrutture (ad es. percorsi ferroviari e stradali). In quest'ottica nasce la rete GNSS regionale, costituita da 12 stazioni GPS/GLONASS, omogeneamente distribuite sul territorio pugliese. In armonia con le sue finalità, le stazioni sono state installate presso le sedi di Enti Pubblici connessi con il Centro Tematico del SIT, presso Tecnopolis, che svolge funzioni di gestione e controllo della rete. I dati acquisiti dalle stazioni della rete sono distribuiti attraverso il sito web <http://gps.sit.puglia.it>. Sono disponibili i dati grezzi in formato RINEX con campionamenti a scelta da un secondo a sessanta secondi. Gli utenti, pertanto, possono rielaborare i dati delle loro campagne di rilievo (post-processing) ottenendo precisioni sub-centimetriche. La rete GNSS regionale, inoltre, permette la correzione del posizionamento in tempo reale (NRTK), con accuratezze centimetriche, mediante trasmissione dati via Internet/GSM/GPRS con protocollo Ntrip e secondo modelli consolidati (NRT2, MAX3, I-MAX2-3). Attraverso tali strumenti, la Regione Puglia intende costituire un Servizio Regionale di Posizionamento a vantaggio dell'intera comunità. Il Servizio potrà prevedere, in futuro, la fornitura di soluzioni di basi GPS in post processamento su richiesta degli utenti, basato sull'elaborazione dei dati della rete e dei dati acquisiti da questi ultimi. Il servizio di posizionamento si integra perfettamente in un più ampio Servizio Geografico Regionale, che comprende anche la rete geodetica recentemente realizzata dalla Regione Puglia, quale raffittimento della rete nazionale IGM95. La rete GNSS e la rete geodetica di raffittimento vedono la collaborazione, rispettivamente, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) e dell'Istituto Geografico Militare Italiano (IGMI) con i quali la Regione Puglia ha stipulato apposite convenzioni. In particolare, la convenzione con l'INGV consentirà di utilizzare i dati della rete RING (Rete Integrata Nazionale GPS), che ha finalità di studio geodinamico del territorio nazionale. L'oggetto della convenzione è la condivisione dei dati relativi alle stazioni di RING presenti nella regione Puglia e di quelli delle stazioni limitrofe. Ciò consentirà di irrobustire la rete e migliorare la soluzione di inquadramento geodetico, aumentando le potenzialità del servizio di posizionamento e navigazione. La rete GNSS e la rete geodetica di raffittimento si integrano in una nuova infrastruttura regionale caratterizzata da un unico e stabile sistema di riferimento plano-altimetrico, che permette di effettuare posizionamenti di precisione a supporto di tutte le attività connesse al territorio.

Il SIT integra il servizio di posizionamento con altri servizi di carattere territoriale: la realizzazione del database topografico regionale, l'integrazione con dati di pianificazione e catastali (attraverso il riuso del sistema di interscambio SigmaTER), lo sviluppo di funzioni applicative in ambiente GIS di supporto ai processi decisionali, prioritariamente nell'ambito della pianificazione territoriale e paesaggistica. I servizi del SIT sono destinati, oltre agli organi interni della Regione, a Province, Comuni, Comunità Montane, altri Enti e Istituzioni pubbliche o private operanti sul territorio, Università, scuole e altri centri di formazione (didattica e ricerca), Gestori di reti di infrastrutture, Gestori di reti di trasporto, Ditte e liberi professionisti.

2. Progetto e realizzazione della rete

2.1 Progetto della rete ed individuazione dei siti idonei ad ospitare le Stazioni

Il progetto della rete GPS si basa su due criteri fondamentali:

- copertura della Regione con raggi di influenza delle stazioni di circa 40 km e, quindi, interdistanze attorno ai 70-80 km;
- ubicazione delle stazioni su edifici pubblici, possibilmente sede di Enti locali, al fine di poter disporre di siti stabili e curati nel tempo, con presenza di alimentazione elettrica e facilità d'accesso e, soprattutto, collegati attraverso la rete RUPAR della Regione Puglia al Centro Tematico del SIT per la elaborazione e trasmissione dei dati.

Tali parametri hanno portato alla messa a punto di un progetto di rete costituita da 12 stazioni permanenti, come schematizzato in Fig. 1.

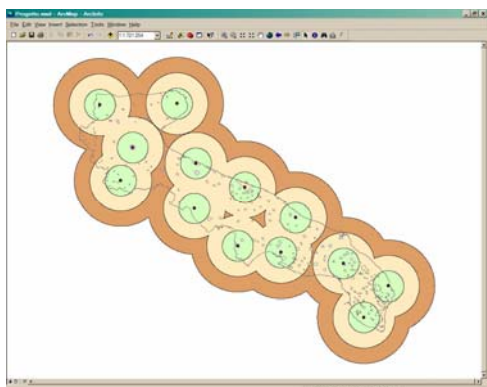


Figura 1. Schema di progetto della rete di stazioni permanenti GNSS della Regione Puglia.

Siti candidati	Nome sito
Accadia (FO)	ACCA
Barletta (BA)	BARL
Fasano (BR)	FASA
Foggia (FO)	FOGG
Ginosa (TA)	GINO
Giurdignano (LE)	GIUR
Margherita di Savoia (FO)	MARG
Poggiorsini (BA)	POGG
Salice Salentino (LE)	SASA
San Paolo di Civitate (FO)	SPCI
Ugento (LE)	UGEN
Valenzano (BA)	VALE

In seguito ai sopralluoghi ed alle analisi preliminari il sito di Barletta, è stato sostituito con quello di Margherita di Savoia mentre il sito previsto sulla sede del comune di Foggia è stato sostituito con quello della sede della Provincia di Foggia. Le acquisizioni di 48 ore continuative ai

fini della pre-analisi di qualità sono state effettuate dalla Ditta *Leica Geosystem*, realizzatrice dell'intera rete GPS, utilizzando ricevitori *LEICA GRX1200GGPRO* ($f_w=4.03$), corredati da antenne *LEICA AT504*.

2.2 Pre-analisi delle acquisizioni e scelta definitiva dei punti di Stazione

La pre-analisi consiste nell'elaborazione dei dati acquisiti collocando l'antenna su treppiede all'altezza di circa 1,60 m sui punti candidati ad ospitare le stazioni GPS. L'analisi dell'elaborazione consente di verificare la presenza di disturbi nei segnali acquisiti e quindi di validare l'idonea ubicazione dell'antenna e del ricevitore. I dati in formato RINEX, suddivisi per sessioni della durata di 12 ore, sono stati analizzati con il *software(sw) UNAVCO TEQC*, per individuare l'eventuale presenza di *cycle slips* e *multipath* imputabili a ostacoli oppure perturbazioni del segnale tali da pregiudicare la qualità del dato acquisito. Le elaborazioni sono state inoltre condotte con il *software TRIMBLE GEOMATICS OFFICE (TGO)*, in relazione alla stazione permanente IGS di Matera (MATE) per la verifica dei parametri statistici di affidabilità delle soluzioni *baseline*. L'analisi con il *sw TEQC* (non riportata in questa sede) ha fornito risultati qualitativamente più che soddisfacenti dal punto di vista della presenza di *cycle slips*: la maggior parte delle sessioni di misura ha presentato valori nulli e negli altri casi il numero è sempre stato inferiore a 10 (accettabile come "fisiologico"). L'analisi con il *sw TGO* delle basi tra le stazioni e la stazione IGS MATE ha fornito i seguenti risultati (Tab.2).

From	To	RMS[m]	From	To	RMS[m]	From	To	RMS[m]	From	To	RMS[m]
MATE	MARG	0.011	MATE	GIUR	0.010	MATE	SPCI	0.017	MATE	SASA	0.017
MATE	MARG	0.011	MATE	GIUR	0.019	MATE	SPCI	0.024	MATE	SASA	0.021
MATE	MARG	0.010	MATE	GIUR	0.016	MATE	SPCI	0.010	MATE	SASA	0.020
MATE	MARG	0.009	MATE	GIUR	0.020	MATE	SPCI	0.017	MATE	SASA	0.012
			MATE	GIUR	0.013	MATE	SPCI	0.008			
MATE	UGEN	0.021	MATE	ACCA	0.011	MATE	FOGG	0.009	MATE	MARG	0.011
MATE	UGEN	0.013	MATE	ACCA	0.011	MATE	FOGG	0.011	MATE	MARG	0.011
MATE	UGEN	0.015	MATE	ACCA	0.014	MATE	FOGG	0.014	MATE	MARG	0.010
MATE	UGEN	0.012	MATE	ACCA	0.011	MATE	FOGG	0.009	MATE	MARG	0.009
MATE	GINO	0.009	MATE	VALE	0.016	MATE	FASA	0.010	MATE	POGG	0.010
MATE	GINO	0.009	MATE	VALE	0.018	MATE	FASA	0.013	MATE	POGG	0.011
MATE	GINO	0.008	MATE	VALE	0.020	MATE	FASA	0.012	MATE	POGG	0.090
MATE	GINO	0.010	MATE	VALE	0.010	MATE	FASA	0.010	MATE	POGG	0.080

Tabella 2. Risultati della post-elaborazione (*software TGO*) rispetto alla stazione IGS di Matera dei dati acquisiti sui siti candidati.

Tenendo conto delle distanze (sempre maggiori di 80 km), del tipo di effemeridi utilizzate (IGS rapide) e del tipo di soluzione (*Iono Free Float*), i valori del parametro RMS sono del tutto soddisfacenti. I siti di FASA, GINO, POGG e VALE sono stati processati separatamente vista la distanza inferiore (meno di 70 km), in conseguenza della quale è stata adottata una soluzione di tipo diverso (*Iono Free Fixed*). Anche in questo caso i valori del parametro RMS sono risultati soddisfacenti.

Delle soluzioni ottenute con il processamento delle basi è stata fatta anche l'analisi dei residui (qui non riportata) e della ripetibilità delle soluzioni, di cui si riporta una sintesi di alcuni parametri statistici (Tab. 3), ottenendo risultati positivi. Da quanto precedentemente esposto si è dimostrato che i siti ACCA, ISCH, FASA, FOGG, GINO, GIUR, MARG, POGG, SASA, SPCI, UGEN e VALE sono idonei ad accogliere l'installazione di una stazione permanente (SP), almeno dal punto di vista della qualità del segnale GPS acquisibile in loco. La rete definitiva è pertanto rappresentata in Fig. 4.

Siti candidati	Deviazione standard[m]			Scarto massimo[m]		
	ΔX	ΔY	ΔZ	ΔX	ΔY	ΔZ
ACCA	0.009	0.010	0.005	0.018	0.024	0.011
FASA	0.002	0.003	0.001	0.004	0.006	0.001
FOGG	0.008	0.008	0.003	0.015	0.017	0.006
GINO	0.003	0.001	0.002	0.007	0.001	0.004
GIUR	0.004	0.009	0.003	0.010	0.019	0.006
UGEN	0.006	0.005	0.002	0.013	0.011	0.005
VALE	0.009	0.003	0.005	0.023	0.005	0.011
MARG	0.006	0.004	0.004	0.013	0.009	0.008
POGG	0.005	0.003	0.004	0.010	0.007	0.010
SASA	0.012	0.007	0.008	0.026	0.016	0.017
SPCI	0.007	0.004	0.011	0.017	0.009	0.022
ISCH	0.012	0.012	0.005	0.030	0.025	0.011

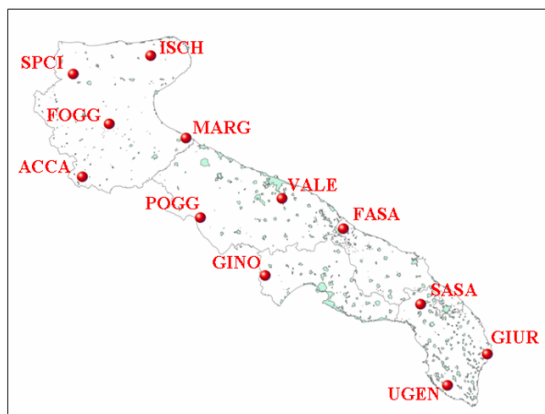
Tabella 3. Analisi della ripetibilità delle soluzioni ottenute con l'elaborazione delle basi (siti candidati-MATE): parametri statistici di sintesi.

2.3 Installazione e materializzazione della rete

Presso Tecnopolis è stato allestito il Centro di elaborazione dei dati delle stazioni GPS ed è stata monumentata (antenna, ricevitore GPS, apparato di memorizzazione, apparato di ricezione/trasmissione, *firmware*) la stazione di Valenzano, al fine di poter verificare immediatamente la fattibilità di utilizzare la RUPAR per la trasmissione dei dati e per la gestione remota delle stazioni, attraverso il *software SpiderNet*. Il collegamento ha dato esito positivo.

L'utilizzo della RUPAR per la *gestione remota* delle stazioni GPS da parte del personale del Centro Tematico del SIT, ha comportato il potenziamento dei servizi di rete già disponibili presso le altre 11 Amministrazioni locali coinvolte, ed in particolare:

Figura 4. La rete di stazioni GNSS permanenti della Regione Puglia.



- attivazione e gestione della rete RSR (Rete Servizi RUPAR) presso la generica Porta di Rete (PdR), in modo da poter attivare i servizi di interoperabilità tra il Centro di elaborazione e ogni singola Stazione,
- gestione di un elaboratore (il ricevitore GPS) sulla RSR,
- attivazione di opportune politiche di sicurezza.

3. Elaborazione dei dati ed inquadramento della rete

3.1 Elaborazione e compensazione della rete

Sono stati elaborati i dati per effettuare una prima stima delle coordinate di tutte le stazioni della rete. Un primo inquadramento è stato effettuato per le stazioni di FASA, GINO, GIUR, SASA e VALE: è stata elaborata la settimana GPS 1421; come SP IGS di inquadramento sono state utilizzate CAGL, NOT1, MATE, SOFI, MEDI, le cui coordinate a priori sono state ottenute dalla media delle soluzioni settimanali IGS dalla settimana 1417 alla settimana 1424. Nel vincolare le coordinate a priori delle stazioni di inquadramento è stato adottato un approccio di vincolo stocastico, attribuendo precisioni di 2 mm in planimetria e 4 mm in altimetria. I dati grezzi GPS sono stati elaborati in accordo alle linee guida IGS, mediante il programma Bernese v5.0, ottenendo

7 soluzioni di rete giornaliera, per le quali sono stati controllati i seguenti parametri di qualità: gli RMS delle soluzioni di codice, le numerosità dei *cycle slips*, le percentuali di ambiguità fissate e infine la ripetibilità delle coordinate stimate; tutti questi parametri sono nella norma, a verifica di una buona qualità generale dei dati. Le 7 soluzioni giornaliere sono quindi state compensate per ottenere una soluzione finale settimanale. Un secondo inquadramento è stato effettuato al termine della realizzazione di ulteriori 4 stazioni: è stata elaborata la settimana GPS 1429, al fine di inserire nella rete le stime delle coordinate di ACCA, POGG, SPCI, UGEN. In vista del prossimo completamento della rete e di un'imminente compensazione globale, si è scelto di procedere con un inquadramento locale: utilizzare le 5 stazioni già inquadrate in IGS05, e le relative stime di coordinate, per inquadrare quelle nuove.

Le stime di coordinate per le ultime stazioni, FOGG, MARG, ISCH sono state determinate di nuovo con approccio di inquadramento locale: in questo caso è stato utilizzato il *software* LEICA GEOMATIC OFFICE (LGO v4.0) e come stazioni di riferimento ACCA, POGG, SPCI. L'attuale stima di coordinate (Tab.5) è quindi provvisoria e verrà entro breve

Stazioni	X[m]	Y[m]	Z[m]	RMS E [mm]	RMS N [mm]	RMS h [mm]
FASA	4612625.280	1441887.944	4148677.771	0.8	0.9	1.7
GINO	4645418.980	1398799.528	4127148.488	0.4	1.1	1.4
GIUR	4633414.150	1544029.453	4088639.234	0.9	0.7	2.6
SASA	4627991.170	1500565.254	4110719.803	1.2	1.2	3.0
VALE	4611304.518	1401419.167	4163931.177	0.5	0.7	1.6
ACCA	638402.426	1271636.421	4176171.151	1.0	1.8	4.2
POGG	4634122.854	1351055.121	4155772.739	0.5	0.8	2.6
SPCI	4598377.465	1254478.430	4224298.627	1.0	2.1	5.3
UGEN	4653957.576	1526724.653	4071930.925	1.4	1.3	3.4
FOGG	4612763.6742	1282018.8671	4200293.3580	2.5	2.5	4.0
ISCH	4572564.3220	1302230.4242	4237948.9761	2.5	2.5	4.0
MARG	4604200.3454	1333194.2629	4193669.4879	2.5	2.5	4.0

Tabella 5. Rete Puglia: stime finali coordinate cartesiane IGS05 e precisioni associate.

sostituita dal risultato di una compensazione globale di tutte le stazioni della rete quando saranno disponibili almeno 14 giorni di osservazione di tutte le stazioni; viste le procedure seguite nelle elaborazioni, ci si attendono valori che differiscono di poco da quanto già stimato.

3.2 Parametri di trasformazione fra coordinate rete (IGS05) e coordinate utente (IGM95) per il Servizio di posizionamento e navigazione

Allo stato attuale, mancando le misure e le stime delle basi dalle SP della rete pugliese ai capisaldi IGM95 loro collegati, l'approccio più conservativo per la trasformazione fra IGS05 (coordinate rete) a IGM95 (coordinate utente) è dato da un adattamento regionale e ragionato delle trasformazioni internazionali fra ITRF2005 (approssimante IGS05) e ETRS89 (di cui IGM95 è la realizzazione ufficiale italiana all'epoca 1989.0). Per un punto P, la trasformazione delle sue coordinate da ITRF2005 all'epoca τ ($x_{P,I05}(\tau)$) a ETRS89 all'epoca 1989.0 ($x_{P,E89}(1989.0)$) è data dalla (Boucher et Altamimi, Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of a EUREF GPS campaign, version 6, <http://lareg.ensg.ign.fr/EUREF/>, 2007).

):

$$x_{P,E89}(1989.0) = t + x_{P,I05}(\tau) + (\tau - 1989.0) \cdot \dot{R} \cdot x_{P,I05}(\tau) + (1989.0 - \tau) \cdot \dot{x}_{P,E89} \quad [1]$$

$$x_{generico} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{bmatrix}, \dot{x}_{generico} = \begin{bmatrix} \dot{x}_1 \\ \dot{x}_2 \\ \dot{x}_3 \end{bmatrix}, t = \begin{bmatrix} t_1 \\ t_2 \\ t_3 \end{bmatrix}, \dot{R} = \begin{bmatrix} 0 & -\dot{r}_3 & \dot{r}_2 \\ \dot{r}_3 & 0 & -\dot{r}_1 \\ -\dot{r}_2 & \dot{r}_1 & 0 \end{bmatrix}$$

le unità di misura implicitamente definite sono: metri per le lunghezze, anni per i tempi, radianti per gli angoli di rotazione (in senso orario). Le 3 componenti di t e i 3 elementi indipendenti di \dot{R} sono tabulati nel lavoro citato. La velocità ETRS89 del punto P ($\dot{x}_{P,E89}$) deve essere stimata. La [1] può essere scritta anche come:

$$x_{P,E89}(1989.0) = t + \mathcal{G}_P(\tau) + R(\tau) \cdot x_{P,I05}(\tau) + x_{P,I05}(\tau) \quad [2]$$

dove

$$\mathcal{G}_P(\tau) = (1989.0 - \tau) \cdot \dot{x}_{P,E89}, R(\tau) = (\tau - 1989.0) \cdot \dot{R}$$

Per definire una trasformazione univoca sul territorio della Puglia, si deve porre

$$\mathcal{G}_P(\tau) \cong \mathcal{G}_{Puglia}(\tau) = (1989.0 - \tau) \cdot \dot{x}_{Puglia,E89} \quad [3]$$

dove $\dot{x}_{Puglia,E89}$ rappresenta una velocità ETRS89 media sulla Regione. Per desumerla si può utilizzare la velocità tabulata ETRS89 per la stazione di Matera (EUREF, 2007 ETRF2005 solution, ftp://lareg.ensg.ign.fr/pub/euref/ETRF2005.SSC, 2007.http://gps.sit.puglia.it/), unica SP IGS a ragionevole distanza dal territorio pugliese. La [2] diviene dunque:

$$x_{P,E89}(1989.0) = t_{Puglia}(\tau) + R(\tau) \cdot x_{P,I05}(\tau) + x_{P,I05}(\tau) \quad [4]$$

dove

$$t_{Puglia}(\tau) = t + \mathcal{G}_{Puglia}(\tau)$$

Le 3 componenti di $t_{Puglia}(\tau)$ e i 3 elementi indipendenti di $R(\tau)$ rappresentano i parametri dell'usuale trasformazione di Helmert (senza fattore di scala), da aggiornarsi periodicamente e da rendere disponibili all'utenza. Si è considerata come epoca di riferimento il 15 maggio 2007, ovvero l'epoca $\tau = 2007.375$; utilizzando i risultati precedenti, con riferimento alla formula [4], sono stati stimati i 6 parametri finali della trasformazione per la Regione Puglia (Tab.6).

Elemento	$t_{Puglia}(\tau)$ [m]	Elemento	$R(\tau)$ [mas]
t_1	0.0983	r_1	0.99225
t_2	0.0462	r_2	9.51825
t_3	-0.1142	r_3	-14.35087

Tabella 6. Regione Puglia: parametri di trasformazione da IGS05 a IGM95 (ETRS89).

3.3 Test di qualità della trasformazione

Sono state effettuate delle acquisizioni sia in modalità statica sia in modalità RTK su due siti, Conversano e Palo del Colle, con lo scopo di verificare la qualità dei parametri di trasformazione determinati. I dati in statico sono stati elaborati con il *sw* LGO utilizzando come stazioni di riferimento FASA, VALE e POGG (coordinate ed errori associati: Tab.5). Sulla stima di coordinate così ottenuta è stata applicata la trasformazione precedentemente descritta al fine di ottenere le coordinate in ETRS89. Queste sono state confrontate con quelle riportate nelle monografie IGM95 (Tab.7); i risultati mostrano differenze minime.

Punto di acquisizione	COORD. TRASFORMATE (IGS05→ETRS89)			COORD. IGM95 (ETRS89)		
	φ	λ	h [m]	φ	λ	h [m]
CONVERSANO	40°57'28.33909"	17°06'01.85947"	247.0639	40°57'28.3390"	17°06'01.8580"	247.140
PALO DEL COLLE	41°03'04.08462"	16°42'38.46684"	195.8237	41°03'04.085"	16°42'38.465"	195.83

Tabella 7. Confronto fra coordinate IGS05 trasformate e coordinate IGM95.

4. Conclusioni

Il servizio pubblico di posizionamento e navigazione della Regione Puglia è attivo sul sito [web: http://gps.sit.puglia.it](http://gps.sit.puglia.it). Per accedere al servizio di distribuzione dei dati RINEX delle SP è necessario registrarsi al suddetto sito *web* compilando l'opportuno modulo.

Test sulle potenzialità del posizionamento in tempo reale sono in corso: sono state effettuate alcune

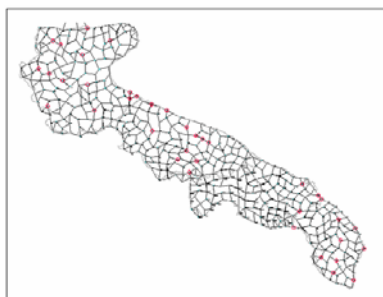


Figura 8. Rilievi RTK sui vertici IGM e della rete regionale di raffittimento.

acquisizioni in modalità RTK in zone alla massima distanza dalle stazione della rete e sostanzialmente equidistanti. E' stato verificato che la correzione differenziale viene acquisita e consente rapidamente (10÷15 secondi) una soluzione nel posizionamento dell'antenna GPS. L'antenna del ricevitore RTK è stata posizionata su vertici sia della rete IGM95 sia della rete regionale di raffittimento (Fig.8) sui quali sono stati effettuati anche rilievi in modalità statica, in modo da poter applicare le trasformazioni tra IGS05 ed IGM95. Le elaborazioni di questi dati hanno dato risultati soddisfacenti. Inoltre, la rete GPS è già utilizzata nei rilievi per il collaudo dei prodotti topografici regionali in corso di realizzazione

nell'ambito del SIT. A chiusura del collaudo della rete si prevede di valutare la possibilità di integrare stazioni già esistenti sul territorio pugliese, come quelle ubicata presso l'Università o Istituti di formazione professionale, con l'obiettivo di creare e rendere disponibile sul territorio un ampio servizio geografico regionale.