

La Rete di Stazioni Permanenti GNSS della Regione Piemonte

Alberto Cina (*), Luigi Garretti (**), Ambrogio Maria Manzino (*), Patrizia Nazio (**), Marzio Pipino (***), Gianni Siletto (**)

(*) Politecnico di Torino - DITAG, tel. 011-5647658/30/61/75/61/87/ fax: 011-5647699,

(**) Regione Piemonte. Direzione Programmazione Strategica, Politiche territoriali ed Edilizia. Settore Cartografia e SIT. Corso Bolzano, 44 - 10121 Torino – Italia Tel. 011 4324160 - Fax +39 0114326462

(***) CSI Piemonte Corso Tazzoli 215/12b - 10137 Torino Tel. +39 011.3168724 - Fax +39 011.3169560

e-mail: (alberto.cina/ ambrogio.manzino/)@polito.it; (luigi.garretti/ patrizia.nazio/gianbartolomeo.siletto)@regione.piemonte.it; marzio.pipino@csi.it

Riassunto

La Regione Piemonte, settore Cartografia e SIT sta procedendo alla realizzazione della rete regionale di stazioni permanenti GNSS per il tempo reale e il post *processing* e del relativo servizio di posizionamento a partire dalla consolidata esperienza della rete sperimentale del Politecnico di Torino. Dopo anni di sperimentazione la Regione ha deciso di dotarsi di una struttura di servizio propria. L'obiettivo è quello di erogare il servizio su tutto il territorio regionale contando su opportune sinergie logistiche con le reti delle confinanti Regioni Lombardia e Liguria e affidando al proprio ente strumentale, CSI - Piemonte, la gestione e l'erogazione del servizio.

Abstract

Regione Piemonte, is proceeding to the realization of the GNSS regional permanent stations network for the real time and the post processing positioning services, starting from the consolidated experience of the experimental Politecnico di Torino network. After some years of experimentation Regione Piemonte has decided to acquire its own service structure. The objective is to deliver the service on the whole regional territory relying on opportune/appropriate logistic sinergies with the networks of the bordering Regions Lombardia and Liguria and submitting to its own instrumental corporate body, CSI - Piemonte, the management and the delivery of the service.

Introduzione

Dopo anni di sperimentazione a cura del Politecnico di Torino, anche Regione Piemonte sta cercando di realizzare la propria rete di stazioni permanenti GNSS per offrire un servizio di posizionamento.

Uno degli obiettivi prioritari del servizio di rete GNSS è quello di collocarsi su livelli tecnologici di elevato aggiornamento e disponibilità di prodotti per un grande numero di applicazioni, quindi la rete è multi costellazione fin dall'avvio. Allo scopo è stato predisposto un capitolato in cui sono previsti il rispetto degli standard nazionali ed internazionali relativi alle reti GNSS e la futura certificazione da parte dell'IGM.

Nella redazione del Capitolato si è tenuta nella debita considerazione sia la vasta letteratura che le diverse esperienze maturate presso altre Regioni, e si è voluto che tale documento si adeguasse alle linee guida recentemente proposte in ambito CISIS, modificandole in termini rafforzativi, quando necessario, per le particolari esigenze della Regione Piemonte e recepisce i suggerimenti delle ricerche nazionali, in particolare quelle presenti nel "Libro Bianco" del progetto di ricerca del Ministero dell'Università MURST "Prin2004".

In particolare i servizi fornibili dalla rete dovranno? essere aperti all'uso di più costellazioni: GPS, GALILEO GLONASS E COMPASS e alle loro possibili innovazioni, nonché all'impiego, da parte

dell'utenza, di ricevitori di ogni fascia e marca (basso o medio costo e geodetici) nonché agli scopi di ricerca compatibili con le finalità della Regione Piemonte.

Il Servizio di Posizionamento di Regione Piemonte (di seguito: Servizio) fornirà all'utenza finale gli strumenti per le applicazioni di rilievo finalizzati al monitoraggio ed al controllo del territorio, alla produzione ed all'aggiornamento cartografico, all'innovazione tecnologica legata al moderno posizionamento satellitare.

Il Servizio farà uso di 16 stazioni permanenti "di base" e di altre stazioni "di infittimento" dislocate come si vedrà oltre. Il Centro di Controllo del servizio, sarà ubicato a Torino, presso il CSI Piemonte. Il Sistema si avvarrà di software per la configurazione da remoto delle stazioni permanenti (SP), per l'acquisizione continua, la distribuzione dei loro dati, per il calcolo in tempo reale delle correzioni differenziali e la loro diffusione.

Il progetto prevede il riutilizzo di alcuni siti sui quali operano già alcune stazioni permanenti, in genere stazioni GPS che debbono essere adeguate alla nuova tecnologia.

Le stazioni permanenti che formano la rete, costituiranno l'ossatura minima portante del servizio. Il servizio potrà tuttavia utilizzare i dati provenienti da altre SP, dislocate sul territorio della Regione o di Regioni limitrofe al Piemonte, purché provenienti da enti pubblici e per mezzo di apposite convenzioni. Prevedendo l'impiego e la condivisione di SP delle Regioni Liguria, Valle D'Aosta e Lombardia, il software di rete dovrà essere pertanto dimensionato per il funzionamento di un numero minimo di 25 stazioni.

Dislocazione geografica delle stazioni permanenti

Le stazioni della rete del Piemonte sono dislocate nei siti visibili in Fig. 1. Sono previste anche stazioni "di rinforzo", cioè non indispensabili alla rete ma utili nel caso di spegnimento involontario del flusso dati di una delle precedenti stazioni.

La scelta dei siti è stata condotta mirando alle seguenti esigenze:

- il recupero delle stazioni permanenti facenti parte del servizio sperimentale del Politecnico di Torino, con l'uso di sensori più moderni;
- la sinergia con le stazioni già esistenti di Irealp e quelle progettate della Liguria
- la progettazione geometrica delle interdistanze medie delle stazioni
- la progettazione in funzione della qualità del segnale ricevibile nei vari siti
- la disponibilità di buone e veloci connessioni di rete (RUPAR)
- la scelta di strutture pubbliche vigilate e non accessibili da estranei e di luoghi protetti;
- la stabilità strutturale del sito.

I sensori e la strumentazione richiesta

Nello scenario mutevole del posizionamento GNSS di questi anni è necessario che i nuovi ricevitori rappresentino lo stato dell'arte della tecnologia e che, obbligatoriamente, ricevano i segnali delle due costellazioni utili al posizionamento: GPS e GLONASS.

Per ridurre al minimo le probabilità di guasto dei computer connessi al ricevitore è necessario che i ricevitori posseggano autonome capacità di invio in rete dei dati in tempo reale e dei dati per il post processing. Per le stesse ragioni, in caso di mancanza di alimentazione, è necessario dispongano di un'autonomia elettrica adeguata (48 ore) ed ancora maggiore autonomia di memoria per i dati grezzi per possibili e più lunghi problemi di ricezione dovuti alle connessioni di rete (7 giorni).

Il riavvio deve essere automatico e l'aggiornamento del *firmware* deve avvenire senza la visita in situ di un operatore. Anche i messaggi di allarme del ricevitore devono arrivare automaticamente al centro di controllo. Visti i siti di installazione, devono avere adeguata resistenza alle alte e basse temperature (-40 °C/+60°C) in condizioni operative.

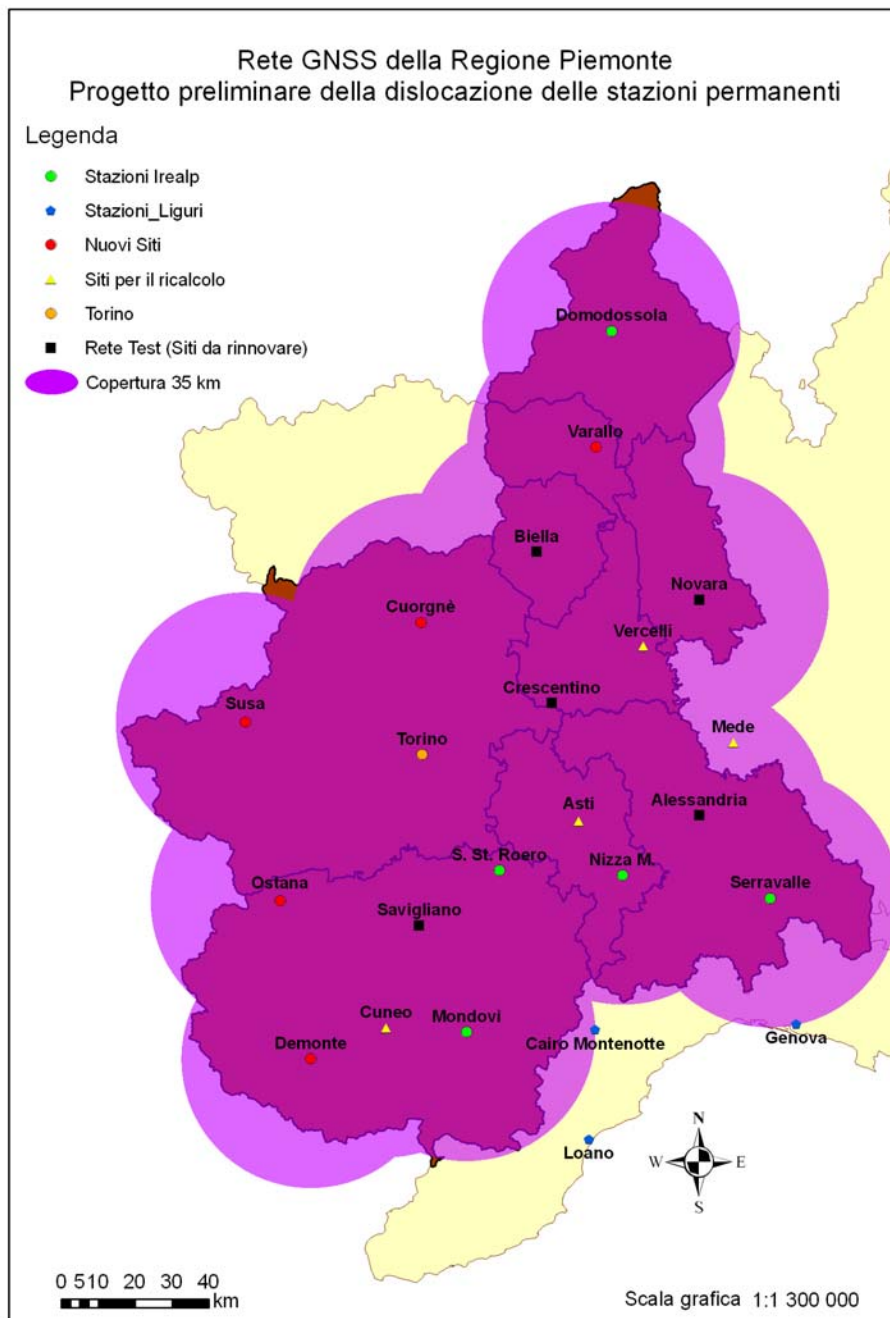


Fig. : 1 - Dislocazione delle stazioni permanenti della progettata rete della Regione Piemonte

Sarà posta particolare attenzione su caratteristiche migliorative dei sensori. Fra queste indichiamo:

- il tracciamento di segnali GNSS di codice e fase sulle frequenze trasmesse anche da un solo satellite della costellazione di caratteristiche innovative;
- la possibilità di trasmettere i dati grezzi memorizzati nel ricevitore con comandi FTP *push* (per il *post processing*) anche in caso di avaria del *software* di rete;
- la trasmissione dei dati per il tempo reale con lo standard NTRIP anche in caso di avaria del *software* di rete;
- la possibilità di ricezione di un segnale di sincronizzazione esterno;
- un apposito SW per gestire le misure di pressione, temperatura e umidità;
- la disponibilità di *files* di calibrazione assoluta PCV per ogni singola antenna.

I prodotti forniti all'utenza ed il software di rete

Per “prodotto di rete” si intende un prodotto generato dal *software* di rete proveniente dalla modellazione dei *bias*. Tale prodotto, quando è generato in tempo reale, può essere trasmesso all'utenza tramite le varie tipologie (VRS, NRS, MAC, FKP ecc.). Ciò ha lo scopo di consentire il fissaggio rapido ed affidabile delle ambiguità di fase nella modalità RTK con ricevitori *rover* geodetici a distanze anche superiori alle usuali distanze delle tecniche RTK da singola stazione. Ha inoltre lo scopo di mitigare gli errori sistematici nel posizionamento di codice DGPS. I prodotti di rete possono essere utilizzati anche in *post processing* in quanto permettono di produrre *files* di dati sintetici generabili da una stazione permanente virtuale sita in prossimità del ricevitore *rover*, utilizzabili per il posizionamento statico o cinematico.

Tali prodotti dovranno essere congruenti ai dati grezzi forniti dai ricevitori. Se pertanto i ricevitori saranno in grado di tracciare più costellazioni che rendano possibile ed utile il posizionamento, il *software* di rete dovrà fornire prodotti di rete relativi a tali costellazioni.

Si intende possibile e ragionevolmente utile il posizionamento per mezzo di una costellazione, quando derivante da almeno 12 satelliti regolarmente funzionanti.

Per la distribuzione dei dati verso l'utenza per il posizionamento in tempo reale deve essere previsto sia il formato RTCM più recente sia, per i ricevitori di generazione precedente, il formato RTCM 2.3 e la modalità di modellazione dei *bias* di rete VRS.

Allo stato attuale delle tecniche di distribuzione dei dati in tempo reale, si ritiene che il protocollo di trasmissione preferibile sia quello NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*, basato su standard *http*), mediante diffusione delle correzioni via Internet.

Cuore del servizio di rete è il *software* di gestione e calcolo. Ciò che si è richiesto non detta indicazioni sulla struttura del *software*, ma descrive le funzioni generali che esso deve svolgere. Alcune di queste caratteristiche sono:

- la capacità di usare dati di ricevitori di marca e/o tipo diversi da quelli acquisiti per la realizzazione della rete per mezzo dell'uso del flusso dati RTCM 3.xx o RTCM 2.xx,
- la ricezione del dato proveniente dalle singole SP in formato nativo per i nuovi ricevitori installati,
- la verifica del funzionamento delle SP e la generazione di eventuali allarmi automatici,
- la regolazione dei parametri di configurazione dei ricevitori,
- il trasferimento e archiviazione dei dati in un formato compresso simile alla codifica dati IGS,
- l'elaborazione dei dati in tempo reale per la generazione delle correzioni differenziali e di altri prodotti,
- la distribuzione dei prodotti di rete all'utenza per il tempo reale (RTK e DGPS) e per il *post processing*,
- l'autenticazione e costruzione di *log files* delle avvenute connessioni degli utenti,
- la fornitura di *report* inerenti il servizio fornito all'utenza con spedizione automatica degli stessi,
- un'interfaccia web per gli utenti autenticati che preveda lo scaricamento di dati nel formato *rinex* delle stazioni reali della rete e delle stazioni virtuali,
- la generazione e fornitura di *files* di dati “virtuali”, cioè ottenuti dalla rete in una posizione interna alla stessa e diversa da quella di una stazione permanente,
- la possibilità di fornire, nei messaggi di correzione, i parametri inerenti la trasformazione dal sistema di riferimento utilizzato dalla rete, ad un secondo sistema di riferimento secondo standard RTCM 3.1 emendamento 1),

Per tutti i dati ricevuti nel centro di controllo, compresi quelli provenienti da stazioni dalle quali si riceve il solo flusso RTCM dovrà essere possibile un controllo automatico di qualità dei *files* memorizzati, in base alla valutazione del numero di dati acquisiti rispetto a quelli acquisibili, la valutazione del numero di dati in singola frequenza rispetto a quelli in doppia frequenza, i rapporti segnale/rumore sulle frequenze ed i valori di multipath;

È prevista la possibilità di valutare con particolare attenzione alcune caratteristiche migliorative del *software* di rete. Indichiamo solo le più importanti:

- La fornitura di servizi automatici in post processing per il posizionamento dell'utenza esterna;
- La possibilità di fornire all'utenza un monitoraggio in tempo reale dello stato della rete inerente il numero di satelliti tracciati e il loro stato di fissaggio delle ambiguità;
- La generazione di *files* dati inerenti il contenuto ionosferico e troposferico dell'atmosfera, stimato nelle stazioni permanenti, memorizzati secondo formati standard internazionali;
- La possibilità di migliorare la qualità, la velocità o l'affidabilità del fissaggio delle ambiguità di rete per mezzo di informazioni legate alle buone caratteristiche degli orologi associati ad alcune stazioni permanenti;
- La possibilità di memorizzare dati di nuove costellazioni o di nuovi segnali delle costellazioni, anche se il numero di satelliti della/e nuove costellazioni è inferiore a 12.

Il collaudo

Come per tutte le opere pubbliche è prevista per la rete GNSS la fase di collaudo. Tale fase avverrà in corso d'opera e al termine dei lavori. Parliamo in queste poche righe della parte geodetica del collaudo, che può interessare maggiormente il lettore.

È previsto il collaudo geodetico del *software* di rete che riguarda non solo le capacità di calcolo e distribuzione dei servizi richiesti, ma anche le capacità e le velocità di fissaggio e la robustezza del sistema rispetto a latenze o carenze dei segnali da alcune stazioni, nonché un collaudo in campagna dei risultati ottenuti. Sia il collaudo del *software* di rete che il collaudo in campagna avverranno dopo il calcolo delle coordinate della rete di stazioni permanenti.

Il fissaggio dell'ambiguità di fase della rete dovrà avvenire, all'accensione del *software*, in tempi ragionevolmente brevi in funzione della costellazione GNSS presente.

Dopo l'attivazione del servizio di posizionamento saranno collaudati in campagna tutti i servizi per il tempo reale offerti dall'impresa aggiudicataria.

Sempre in campagna sarà verificata l'efficienza della rete su tutti i prodotti forniti (in tempo reale e in post processing). Si verificherà il posizionamento in alcuni siti, posti a distanze pressoché baricentriche rispetto a triangoli formati da vertici di stazioni permanenti.

Durante le misure dovranno essere acquisite anche le misure grezze GNSS ad 1 s di *rate* onde poter ricavare in *post processing* ciò che costituirà la "verità di confronto".

Verranno effettuate misure statiche, misure RTK e misure DGPS con ricevitori forniti dall'Impresa aggiudicataria e con ricevitori a discrezione del collaudatore. Per quanto concerne l'uso dei *files* RINEX virtuali dovranno prevedersi almeno tre sessioni di misura in modalità rapido statica. Il trattamento alle differenze doppie dei due *files* di dati (i dati virtuali ed i dati del ricevitore *rover*) dovrà fornire precisioni compatibili con le precisioni ottenibili nella modalità rapido statica con l'uso del ricevitore *rover*.

Sono previste particolari modalità di collaudo in prove di quattro tipi:

- prova RTK continua di almeno quattro ore di durata
- prova RTK "stop and go"
- prova DGPS continua (15 minuti)
- prova in post processing con stazioni virtuali.

Nelle prove RTK dovranno essere acquisite le coordinate RTK in tutte le modalità di trasmissione dei dati previste dal *software* di rete.

Bibliografia

Biagi L., Caldera S., Crespi M., Manzano A. M., Mazzoni A., Roggero M., Sansò F. (2007), “Una rete GNSS di ordine zero per i servizi di posizionamento in Italia: alcune ipotesi e test”, *Atti della XI Conferenza ASITA*. XI Conferenza Nazionale ASITA. Torino. (vol. 1, pp. 387-388). ISBN/ISSN: 978-88-903132-0-2.

De Agostino M., Manzano A. M., Roggero M. (2007), Repertorio delle stazioni GNSS in Italia, controllo di qualità e monitoraggio dei dati, presentato al *Convegno SIFET 2007* ISBN 88-901939-4-8 Convegno Naz. Sifet Arezzo 27,28,29/06/07 pagg. 8. 60-67.

Cina A., Manzano A. M., Roggero M. (2007) “Verifiche in continuo del posizionamento RTK in una rete GNSS” ISBN 88-901939-4-8 *Convegno Naz. Sifet Arezzo 27,28,29/06/07* pagg. 8. 183-190

Biagi L., Sansò F. Editori (2007), “Un libro bianco su I servizi di posizionamento satellitare per l’e-government” – i risultati del Progetto di Rilevante Interesse Nazionale cofinanziato nel 2004 dal Ministero dell’Università e della Ricerca — *Geomatics Workbooks, volume 7 - 2007* (consultazione e download su <http://geomatica.como.polimi.it/workbooks/n7/list.php>)

Barbarella M. Coordinatore (2008), “Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale” – i risultati del Progetto di Rilevante Interesse Nazionale cofinanziato nel 2005 — *Bollettino SIFET* (Società Italiana di Fotogrammetria e Topografia) n. 2 e n. 3 anno 2008 (consultazione e download su www.sifet.it)

Barbarella M., Radicioni F., Sansò F. Editori (2009), Lo sviluppo delle tecnologie per le reti geodetiche” – i risultati della ricerca finalizzata commissionata dal CISIS (Centro Interregionale per i Sistemi informatici, geografici e statistici) – (consultazione e download su www.cisis.it e su www.dica.unipg.it)