

Procedure di controllo di reti GNSS per Servizi di Posizionamento a scala nazionale: il caso NetGEO Rete Topcon-Sokkia

Nicola Perfetti (*), Paolo Centanni (*), Guido Fastellini (*), Giuliano Molinelli (*),
Alberto Pellegrinelli (**), Giuseppe Perrucci (*)

(*) Geotop s.r.l. gruppo Topcon-Sokkia, Via delle Breccie Bianche, 60131 Ancona, e-mail: nicolaperfetti@geotop.it

(**) Dipartimento di Ingegneria Università degli Studi di Ferrara, Via G. Saragat 1, 44121 Ferrara,
e-mail: alberto.pellegrinelli@unife.it

Riassunto

Le reti di stazioni permanenti GNSS sono l'infrastruttura alla base dei moderni Servizi di Posizionamento realizzati a scala nazionale o locale (regionale, provinciale). Il corretto utilizzo di detti servizi da parte dell'utenza dipende dalla qualità dei dati ricevuti e trasmessi dal centro di controllo del servizio ed in particolare della precisione e della accuratezza delle coordinate delle stazioni medesime.

Per raggiungere questo obiettivo è necessario innanzitutto effettuare il calcolo delle coordinate delle stazioni GNSS con software e procedure consolidate. Nella gestione è importante un quotidiano monitoraggio dell'intera rete allo scopo di individuare eventuali cambiamenti delle posizioni delle stazioni, dovuti a fenomeni naturali (terremoti, cedimenti delle strutture/edifici su cui sono installate le stazioni, ecc) o a cause antropiche (spostamenti non segnalati con anticipo delle antenne, manomissioni ecc). Tale controllo risulta di non semplice esecuzione soprattutto quando si gestiscono reti di dimensione nazionale costituite da centinaia di stazioni.

Nel presente lavoro si descrive la procedura predisposta per il controllo quotidiano della rete Topcon-Sokkia italiana: NetGEO.

Abstract

GNSS permanent network are one of the basic component of the modern national and local Positioning Services. The quality of users jobs is good only if GNSS permanent stations coordinates are accurate and precise and high quality data are provided to users.

To achieve these results it is necessary to compute GNSS permanent stations coordinates using scientific software and codified computation strategies. In the administration of the GNSS Positioning Service it is also important a daily monitoring of the network to detect changing of the stations coordinates caused by natural events like earthquake, by problem in the stability of the monumentation, or by human causes, like not signalized changing on damaging of antennas and/or receivers. This task is quite hard in the case of large GNSS network like those used in the national Positioning Services, in which hundreds of stations are used.

In this work is described the procedure used for monitoring NetGEO the Italian Topcon-Sokkia GNSS network.

Le Reti di Stazioni Permanenti per l'erogazione di Servizi di Posizionamento

A partire dagli anni '90 sono state realizzate, a scopo scientifico, reti di stazioni permanenti GPS e GNSS in grado di acquisire le osservabili con continuità per la definizione di Sistemi di Riferimento quali ITRS su scala globale o ETRS su scala europea, ma anche per la determinazione di orbite satellitari, correzioni d'orologio dei satelliti GNSS, studi geodinamici ecc. I dati acquisiti da tali reti sono presto divenuti molto utili anche per le applicazioni tecniche per la post-elaborazione e

successivamente per il posizionamento e la navigazione di precisione in tempo reale attraverso le correzioni differenziali erogate da queste reti. La diffusione è divenuta notevole soprattutto grazie al protocollo NTRIP, quindi la possibilità di impiegare Internet per la distribuzione dei dati, senza limiti di connessioni simultanee ai centri di controllo.

In Italia dal 2004 sono state realizzate numerose Reti di Stazioni Permanenti su scala regionale e contemporaneamente, aziende private, professionisti, scuole secondarie, Università, Enti di ricerca hanno iniziato l'installazione di stazioni per applicazioni di tipo geodetico, geofisico e di servizio. Già nel 2008 un censimento (De Agostino et al., 2007) ha identificato circa 350 Stazioni Permanenti GPS e GNSS operative in Italia delle quali è stata eseguita un'analisi delle peculiarità evidenziando numerose criticità (Barbarella et al, 2009) come la monumentazione spesso non idonea, discontinuità dei dati, incompletezza dei metadati ecc., che penalizzano l'impiego di tali stazioni per utilizzi differenti dai servizi in tempo reale.

Contemporaneamente l'IGM, vari ambienti istituzionali e le Università hanno iniziato un'attività di coordinamento volta alla definizione di un sistema di riferimento geodetico nazionale di ordine zero. L'IGM ha quindi selezionato un sottoinsieme di Stazioni tra quelle censite e definito un *frame*, cioè una realizzazione denominata Rete Dinamica Nazionale. Tale Rete rappresenta la materializzazione dell'ETRF2000 (all'epoca 2008.0), divenuto Sistema di Riferimento ufficiale nazionale a seguito del DPCM del 10/11/2011 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27.2.2012, Supplemento ordinario n. 37, si veda anche l'intervista al comandante dell'IGM nel n.2 di Geomedia del 2012). Attraverso questo percorso sono state definite regole per la monumentazione, gestione e inquadramento di una Rete di Stazioni Permanenti utili a tutti i Gestori per fornire dati e servizi di qualità e per gli utenti che usufruiscono di tali dati per finalità scientifiche e/o tecniche per avere la garanzia di comuni standard delle SP e protocolli di interscambio, nonché dello stesso Sistema di Riferimento (Benciolini et al., 2007).

La Rete Topcon-Sokkia per l'Italia: NetGEO

La Geotop s.r.l. ha iniziato l'installazione di Stazioni Permanenti per la fornitura di dati di correzione differenziale già dal 2006, coprendo le aree italiane con maggior numero di clienti dotati di sistemi GNSS. Progressivamente tale rete è cresciuta, non solo come numero di Stazioni Permanenti installate, con l'obiettivo di realizzare un Servizio di Posizionamento GNSS su scala nazionale.

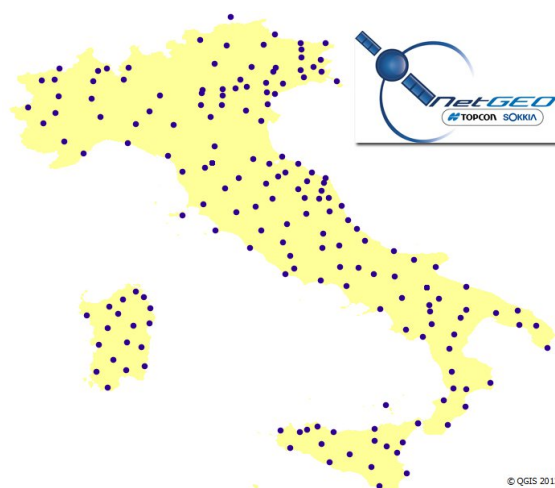


Figura 1. Distribuzione delle Stazioni Permanenti di NetGEO.

La rete realizzata da Geotop, rivolta agli utenti Topcon-Sokkia e denominata NetGEO, conta attualmente 188 Stazioni Permanenti distribuite sul territorio nazionale (Figura 1), dotate tutte di ricevitori e antenne Topcon GPS-GLONASS (modelli NET-G3A, NET-G3, Odyssey-RS, GB-1000 per i ricevitori e antenne CR-G3, CR-3, G3-A1, PG-A1). Le installazioni sono state effettuate seguendo criteri consolidati con il fine di realizzare una infrastruttura utilizzabile sia per servizi in tempo reale che per le numerose applicazioni derivanti dall'utilizzo dei dati RINEX.

NetGEO eroga un servizio in tempo reale con correzioni differenziali di fase e di codice in modalità *nearest station*, VRS e DGPS, distribuite da un *NTRIP caster* attraverso i protocolli RTCM 3.0, RTCM 2.3 e CMR così da poter garantire l'operatività anche a sistemi non di ultima generazione. Sebbene la procedura fosse già operativa da tempo, dall'inizio del 2012 sono stati resi ufficialmente disponibili agli utenti i dati RINEX con campionamento a 1 e 30 secondi. Numerosi centri di ricerca e Università stanno attivando collaborazioni con Geotop per usufruire dei dati a 30 secondi di parte o della totalità delle Stazioni, data la loro diffusione sull'intero territorio nazionale.

L'accesso a tutti i servizi è disponibile on-line al sito web www.netgeo.it (Figura 2) che consente un controllo in tempo reale da parte degli utenti dell'operatività delle Stazioni Permanenti, oltre a fornire una serie di *utilities* ed istruzioni. Nel sito sono disponibili le monografie di ciascuna Stazione Permanente.



Figura 2. Homepage di www.netgeo.it.

Le coordinate delle Stazioni Permanenti della Rete NetGEO sono inquadrare in ETRF2000(2008.0) con certificazione dell'IGM. Il calcolo di rete di NetGEO è stato eseguito su una serie temporale di 5 settimane di dati impiegando anche le osservazioni delle 13 Stazioni IGS usate per RDN; la prima soluzione in ITRF2008 è stata successivamente unita alle soluzioni della RDN relative allo stesso periodo e inquadrata in ETRF2000 (2008.0) dall'Istituto Geografico Militare, secondo le strategie consolidate (Altamimi et al., 2011).

Una strategia di calcolo per il monitoraggio di reti di grandi dimensioni GPS+GLONASS

Oltre alla iniziale attività di inquadramento della Rete, come ampiamente espresso in letteratura (Benciolini et al., 2007, Caldera, 2009, Biagi e Caldera, 2010), è opportuno mantenere monitorate le Stazioni Permanenti in particolare l'evoluzione temporale delle coordinate in due modi: 1) esecuzione di un ricalcolo frequente delle coordinate delle stazioni utilizzando prodotti ultrarapidi (ad esempio quelli dell'IGS) con il fine di rilevare eventuali spostamenti delle stazioni; 2) un re-inquadramento della rete (o di un sottoinsieme di sue stazioni) quando le variazioni delle coordinate evidenziate al punto 1 lo rendano necessario, facendo uso in questo secondo caso dei prodotti finali IGS.

Essendo NetGEO una rete di stazioni permanenti a scala nazionale la procedura per il ricalcolo giornaliero messa a punto (punto 1 di cui sopra), assume caratteristiche molto particolari.

La procedura realizzata fa uso del software scientifico Bernese nella versione 5.0 del Gruppo di topografia dell'Università di Ferrara. Dato che sono disponibili le coordinate ETRF2000-RDN delle stazioni la procedura realizzata effettua un confronto direttamente sulle coordinate nel sistema di riferimento nazionale (ETRF2000(2008.0)), sulla base di un calcolo a minimi vincoli; in alternativa, non disponendo di coordinate nel sistema di riferimento ufficiale si potrebbe ricorrere ad un calcolo intrinseco della rete (con il solo obiettivo di evidenziare variazioni statisticamente significative delle coordinate delle stazioni).

Le caratteristiche della rete, la frequenza del ricalcolo e la scelta del software, mettono in luce i seguenti punti critici:

- la rete è caratterizzata da tutti strumenti GPS+GLONASS;
- il numero delle stazioni permanenti che la costituiscono, più quello delle eventuali stazioni usate per l'inquadramento, supera 200: si tratta di una rete molto grande;
- non tutti i prodotti rapidi/ultra-rapidi sono disponibili per tecnologia GPS+GLONASS e per alcuni di essi il formato rapido ha una latenza superiore a 1-2 giorni;
- la procedura standard del Bernese v5.0 non prevede il calcolo delle ambiguità come valori interi per le osservabili GLONASS.

Tra i punti critici quello che ha maggiore influenza sulla procedura realizzata è che la strumentazione che equipaggia le stazioni permanenti della rete è GPS+GLONASS.

La strategia messa a punto utilizza molte delle funzionalità già predisposte nel pacchetto Bernese v5.0 per la gestione delle reti di grandi dimensioni come il *clustering* automatico (Dach et al., 2007) per la suddivisione della rete in sotto-reti di dimensione limitata (in questo caso si è scelto di limitare il numero massimo di stazioni a 50 per *cluster* e disponendo di un PC desktop con *CORE i3* si sono raggiunti tempi di calcolo di poco superiori alle due ore). Ciò permette di risolvere il problema della dimensione della rete.

Per quanto riguarda i prodotti rapidi è stata fatta la scelta di utilizzare quelli del CODE (dell'Università di Berna) che rende disponibili le orbite sia per i GPS che per i Glonass nel formato rapido (COD*gpsweekgpsday*.EPH_P), ed anche i parametri di orientamento dell'asse di rotazione terrestre istantaneo (EOP, nel formato COD*gpsweekgpsday*.ERP_P). La procedura standard del Bernese fa uso del file .ION (file con la mappa ionosferica giornaliera), ma la latenza nella produzione di questo file (superiore ad 1 giorno) pone di fronte due alternative: ritardare il calcolo in attesa della produzione del file da parte del CODE oppure adottare una strategia differente. In questo lavoro si è scelto di procedere nel secondo modo utilizzando una combinazione L3 *ionofree*. Poiché la procedura standard del Bernese v5.0 fa uso dell'algoritmo *Quasi-Iono-Free* (QIF) per il calcolo delle ambiguità come valori interi, che non supporta i GLONASS, si è ricorso all'uso di una diversa strategia per il calcolo delle ambiguità; questa si accorda con la scelta della soluzione L3 e fa uso dell'algoritmo SIGMA per il fissaggio delle ambiguità. I dettagli di questa metodologia di calcolo sono riportati in Dach et al. (2007, pag. 182); l'algoritmo fa uso molto limitato delle informazioni di correlazione tra le ambiguità (per avere un'idea della differenza tra un approccio rigoroso ed uno "meno rigoroso" al calcolo delle ambiguità si veda Biagi, 2009), tale inconveniente viene mitigato dalla lunghezza delle sessioni di misura (24 ore) che agisce riducendo la correlazione

tra le ambiguità. L'inquadramento in ETRF2000(2008.0) avviene utilizzando le 13 stazioni internazionali utilizzate per il calcolo della RDN.

La procedura realizzata è basata su script in *DOS* e *Perl* e funziona secondo lo schema di figura 3.

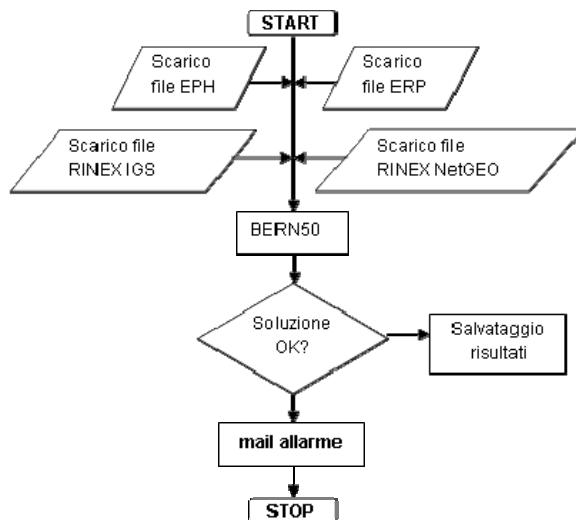


Figura 3. Schema a blocchi della procedura di monitoraggio (la fase scarico file RINEX IGS è relativa all'acquisizione dei dati delle 13 stazioni internazionali usate per il calcolo di RDN).

A titolo di esempio si riporta in figura 4 il grafico delle variazioni calcolate per la stazione di Concordia: è evidente l'effetto del sisma del maggio/giugno 2012 sulla posizione della stazione. La stazione attualmente non è utilizzata per la fornitura di correzioni in Netgeo dato che sarà rimaterializzata entro l'anno a causa dei danni all'edificio su cui è installata.

Conclusioni

Il lavoro svolto per mettere a punto la strategia descritta ha messo in luce una serie di criticità che è necessario superare per ottenere il monitoraggio a frequenza giornaliera di una grande rete GNSS. In particolare se da un lato l'uso di strumenti a doppia frequenza è cosa consolidata, soprattutto per quello che riguarda la tecnologia per il posizionamento N-RTK (sono oggi molto usati sia strumentazione GNSS che software di rete in grado di trattare i dati dei entrambe le costellazioni), non sempre sembra esserlo per i software di post-elaborazione. La strategia proposta costituisce una possibile soluzione.

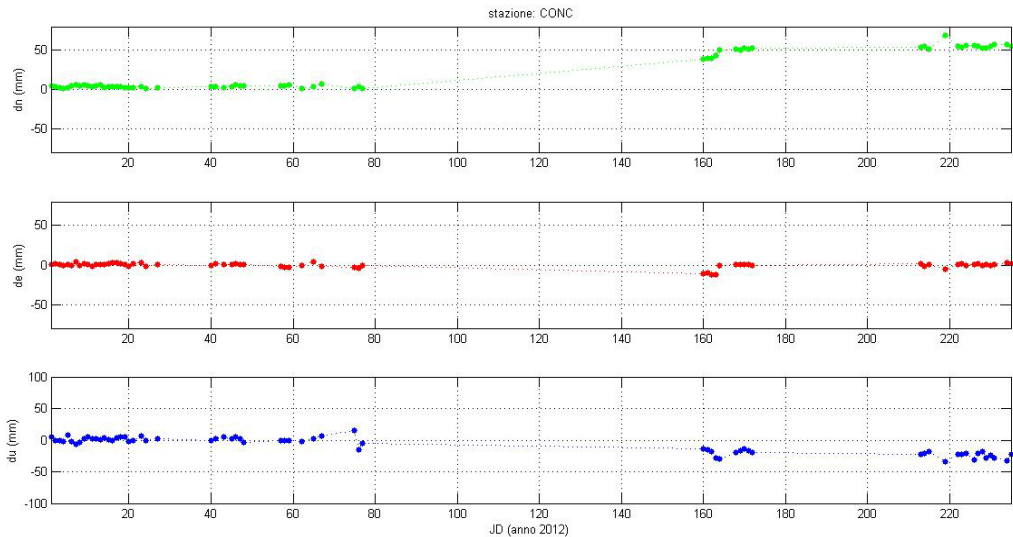


Figura 4. Grafico delle variazioni calcolate per la stazione di Concordia.

Riferimenti bibliografici

- Barbarella M., Radicioni F., Sansò F. (2009), Lo Sviluppo delle Tecnologie per le reti geodetiche, Pubblicazione a cura del CISIS.
- Benciolini B., Biagi L., Crespi M., Manzano A.M., Roggero M., Sansò F. (2007), “Materializzazione dei Sistemi di Riferimento mediante i servizi di posizionamento satellitari”. Paragrafo 2.1 del volume *Un libro bianco su I servizi di posizionamento satellitare per l'e-government*, Editori L. Biagi, F. Sansò, Geomatics Workbooks, Vol. 7.
- Biagi L. (2009), I fondamentali del GPS, Geomatics Workbooks, Vol. 8, ISSN 1591-092X.
- Biagi L., Caldera S. (2010), Esperienze e procedure per la compensazione automatica di reti permanenti, Atti 14a Conferenza Nazionale ASITA, Brescia 9-12 novembre 2010.
- Boucher C., Altamimi Z. (2011). Memo: Specifications for reference frame fixing in the analysis of EUREF GPS campaign, vers. 8 – 18-05-2011, <http://etrs89.ensg.ign.fr/memo-V8.pdf>
- Dach R. (2007), U. Hugentobler, P. Fridez, M. Meindl, eds. (2007), Bernese GPS Software, Version 5.0, Astronomical Institute, University of Bern, February 2007.
- De Agostino M., Manzano A.M., Roggero M. (2007). Repertorio delle stazioni GNSS in Italia, controllo di qualità e monitoraggio dei dati. Sifet 2007, Arezzo.
- S. Caldera (2009), GNSS Permanent Networks Monitoring: problems and solutions, Ph.D Thesis.
- L'adozione del nuovo sistema di riferimento geodetico Italiano, n. 2/2012 Geomedia.