

Implementazione delle nuove costellazioni e segnali nella rete GPSUMBRIA

Ambra Ciarapica ^(a), Fabio Radicioni ^(b), Aurelio Stoppini ^(b)

^(a) Regione Umbria, via M. Angeloni 61, 06124 Perugia, tel. 075 5045909,
aciarapica@regione.umbria.it

^(b) Università degli Studi di Perugia, DI, via G. Duranti 93, 06125 Perugia, tel. 075 5853765,
fabio.radicioni@unipg.it, aurelio.stoppini@unipg.it

Riassunto

La rete di stazioni permanenti GPSUMBRIA (Regione Umbria e Università di Perugia) è stata profondamente rinnovata a tutti i livelli (hardware, software e architettura della rete) per aggiornarla allo stato dell'arte del GNSS mettendola in grado di acquisire e gestire tutte le costellazioni satellitari oggi disponibili (GPS, GLONASS, GALILEO e BEIDOU) in tutte le frequenze e segnali, rendendola così più performante.

GPSUMBRIA è la prima rete GNSS in Italia a operare in modalità multicostellazione, multifrequenza e multisegnale in modo completo e in tutte le fasi operative, dall'acquisizione dei dati alla trasmissione dei messaggi RTCM agli utenti. La rete è in grado di erogare servizi multicostellazione non solo agli utenti tecnici ma anche a quelli del mass market che operano con app su dispositivi telefonici mobili.

Abstract

The permanent station network GPSUMBRIA (Umbria Region and Perugia University) has been profoundly renewed at all levels (hardware, software and network architecture) to update it to the state of the art of GNSS, enabling it to acquire and manage all the satellite constellations available today (GPS, GLONASS, GALILEO and BEIDOU) in all frequencies and signals, thus making it more performing.

GPSUMBRIA is the first GNSS network in Italy to operate in multi-constellation, multi-frequency and multi-signal mode completely and in all operational phases, from data acquisition to RTCM message transmission to users. The network is able to provide multi-constellation services not only to technical users but also to those of the mass market operating with apps on mobile telephone devices.

La rete GPSUMBRIA

La rete di stazioni permanenti GPSUMBRIA è stata realizzata a partire dal 2004 dalla Regione Umbria in collaborazione con l'Università degli Studi di Perugia. Già nella sua versione originaria si è caratterizzata per la elevata densità delle stazioni (circa 35 km di interdistanza) e per la capacità di gestire GPS e GLONASS in tutte le fasi, dall'acquisizione e archiviazione dei dati alla erogazione di servizi in postprocessamento e in tempo reale. Le stazioni sono ubicate presso edifici pubblici o sedi universitarie, per garantire accessibilità e protezione alle attrezzature.

Nei circa quindici anni di servizio è stata eseguita una costante attività di manutenzione e sono state implementate varie migliorie. La rete, i cui servizi sono sempre stati gratuiti, è stata utilizzata da centinaia di utenti tecnici che si

sono registrati per ottenere le credenziali di accesso, e ha fornito il supporto a numerose attività di ricerca in vari settori, dall'analisi delle deformazioni post-sismiche all'impiego in campo meteorologico, dal controllo di macchine da cantiere all'agricoltura di precisione.

Trascorso questo lungo periodo di attività, si è ritenuto necessario procedere a un esteso rinnovamento dell'infrastruttura, per cogliere i benefici della evoluzione avvenuta nei sistemi GNSS, per far fronte al logorio e obsolescenza di alcuni componenti e per realizzare un'architettura più efficiente e meno onerosa dal punto di vista della manutenzione.

Criticità della rete nella configurazione precedente

Più in dettaglio, la rete nella sua configurazione presentava le seguenti criticità:

- obsolescenza e usura di componenti hardware (ricevitori, PC server, gruppi di continuità);
- obsolescenza di componenti software che richiedevano aggiornamenti e nuove implementazioni;
- manutenzione onerosa per l'età dei componenti e per l'architettura datata della rete;
- organizzazione della manutenzione da rivedere e migliorare;
- necessità di garantire un supporto continuo 24/7 ad applicazioni quali l'agricoltura di precisione, non vincolata a orari di lavoro standard;
- esigenza di migliorare la copertura dei servizi di rete in tempo reale in aree parzialmente ostruite da vegetazione ed edifici (agricoltura, cantieri);
- configurazione geografica con copertura debole nel settore nord-ovest (lago Trasimeno e dintorni);
- problemi locali in alcune stazioni (ad es. Norcia nella sede comunale resa inagibile dal terremoto, Città di Castello di difficile accesso e gestione);
- connessioni, cablaggi e alimentazione da rivedere in tutte le stazioni.

Interventi di sviluppo e potenziamento

Per far fronte ai problemi emersi, Regione e Università di Perugia hanno stipulato un accordo di collaborazione sulla base del quale è stato redatto un progetto di interventi di sviluppo e potenziamento della rete.

Per la revisione e aggiornamento dell'infrastruttura sono stati individuati due canali di finanziamento:

- Per la Regione Umbria (7 stazioni permanenti e Centro di Controllo), il POR FESR 2014-2020 Asse II Azione 2.3.1 E-Government;
- Per l'Università (6 stazioni permanenti) il PSR 2014-2020 Misura 16.1

Gli interventi attuati, di seguito descritti, hanno avuto l'obiettivo di ripristinare la piena funzionalità della rete superando le criticità e problemi sopra descritti che ne limitavano notevolmente la fruibilità.

Obiettivo primario degli interventi è stato quello di adeguare la rete allo stato dell'arte del GNSS implementando le nuove costellazioni GALILEO e BEIDOU, e comprendendo i nuovi segnali, frequenze e modulazioni disponibili.

A tale scopo è risultato necessario sostituire i sensori (ricevitori/antenne) esistenti, oltretutto tecnologicamente datati e in funzione con continuità da più

di un decennio, con nuovi sensori in grado di ricevere le nuove costellazioni e segnali.

Oltre all'hardware, anche il software è stato adeguato implementando il supporto alle nuove costellazioni e frequenze, sia ai fini dei servizi in tempo reale che in post-processamento.

Il passaggio alle funzionalità multicostellazione/multisegnale/multifrequenza apporta notevoli benefici tra i quali si citano i seguenti:

- disponibilità di un numero maggiore di satelliti visibili ottimizzando i parametri DOP e la qualità delle posizioni e servizi anche in presenza di ostruzioni;
- maggior numero di frequenze con cui operare e conseguentemente miglior correzione del bias ionosferico, tra le maggiori fonti di errore;
- maggiore accuratezza nel posizionamento;
- maggiore robustezza e affidabilità delle posizioni calcolate;
- minor tempo per ottenere il fissaggio delle ambiguità in NRTK e miglior continuità del posizionamento per veicoli mobili;
- ridondanza dei servizi in condizioni di ricezione non ottimali come ad esempio in ambienti urbani o con vegetazione e altre ostruzioni naturali o artificiali.

Un ulteriore obiettivo raggiunto è stato quello di aumentare la frequenza di campionamento delle acquisizioni dati GNSS nelle SP, precedentemente a un massimo di 1 Hz (intervallo di campionamento 1 secondo) portandola, con i sensori di nuova generazione, a 100 Hz. Ciò permette di effettuare analisi di dati ad alta frequenza, ad esempio nel monitoraggio di strutture soggette a vibrazioni dovute al transito di veicoli, a eventi sismici o al vento.

Altro obiettivo importante era quello di rendere la rete meno soggetta a interventi di manutenzione e inconvenienti di vario tipo che ne compromettevano a volte il funzionamento. Per questo si è proceduto a una revisione dell'architettura della rete con semplificazione di alcune fasi funzionali e introduzione di sistemi e procedure di backup che limitano la possibilità di interruzioni del servizio.

Alcune stazioni, come già accennato esponendone le criticità, sono state fisicamente spostate in nuovi siti accuratamente scelti in modo da garantire un funzionamento continuo e nel contempo migliorare la distribuzione spaziale e la copertura dei servizi sul territorio regionale. In particolare, la stazione di Norcia (RENO) è stata spostata dalla sede comunale inagibile causa sisma a un nuovo edificio con struttura antisismica; la stazione di Città di Castello (REMO) è stata spostata circa 30 km a sud-ovest, a Tuoro sul Trasimeno (RETU) per coprire meglio quel settore del territorio regionale.

I collegamenti informatici tra le stazioni, il centro di controllo e i portali web di accesso dell'utenza, fondamentali per un buon funzionamento dell'infrastruttura, sono stati resi più stabili, performanti e resistenti a eventuali eventi ed interventi esterni accidentali. Ciò ha comportato un controllo e revisione sia dei cablaggi sia delle connessioni alla rete informatica in tutti i siti della rete.



REGIONE UMBRIA - Giunta Regionale
DIREZIONE REGIONALE RISORSE UMANE, FINANZIARIE E STRUMENTALI. AFFARI GENERALI E RIFORME,
TURISMO E AGENDA DIGITALE
Servizio Programmazione Strategica dello sviluppo della Società dell'Informazione e della Amministrazione Digitale,
Sistema Informativo Geografico e semplificazione amministrativa



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI
DI PERUGIA



UmbriaDigitale
Centro Digitale dell'Umbria

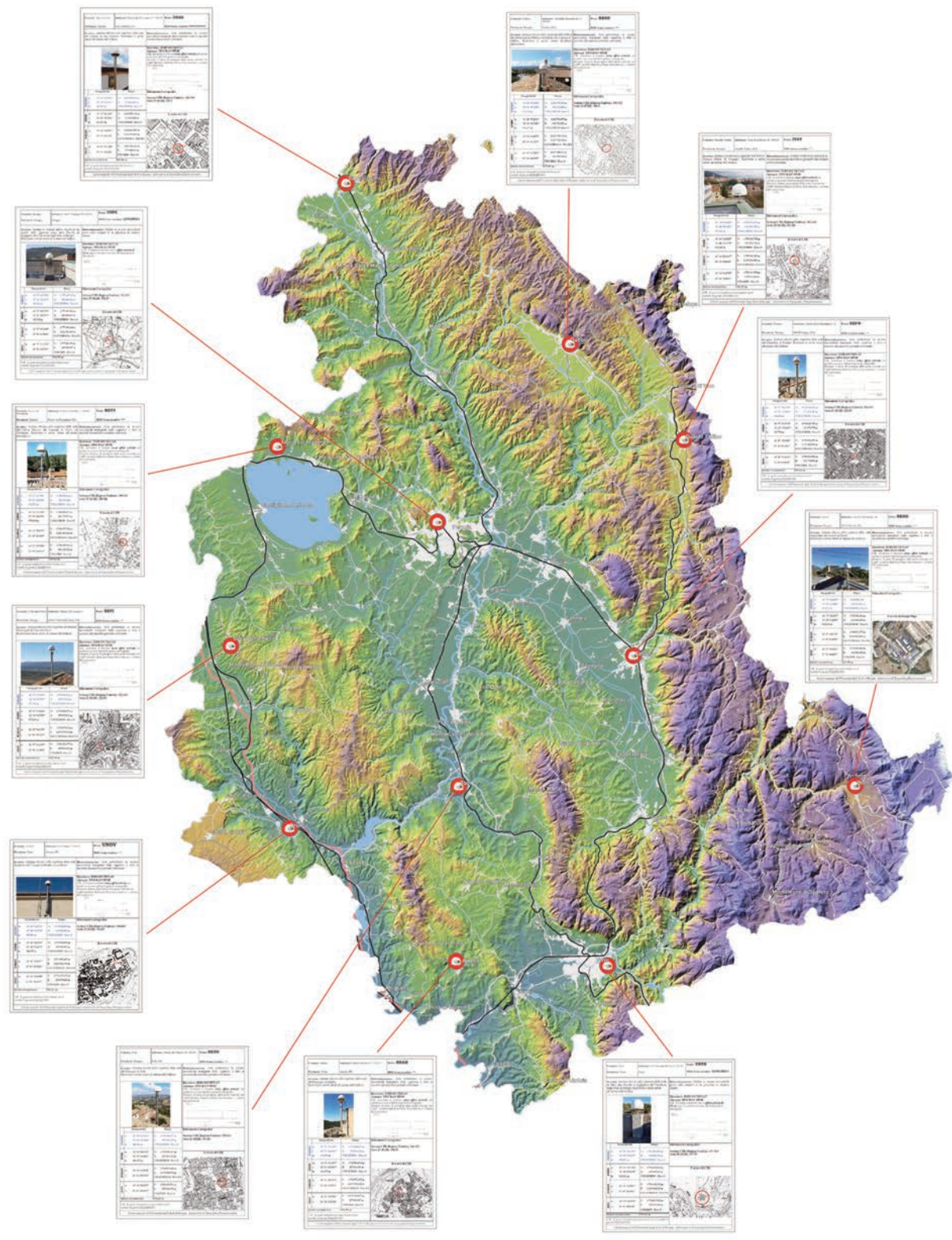


Fig.1 - La rete GPSUMBRIA nel nuovo assetto dopo gli interventi

Il Centro di Controllo della rete è stato trasferito dalla precedente sede presso il CRPC (Centro Regionale di Protezione Civile) di Foligno al DCRU (Data Center Regionale Unitario) di Perugia, per usufruire di attrezzature e collegamenti informatici ottimali.

Rispetto alla precedente configurazione, il maggior numero di costellazioni, frequenze e segnali produce un forte incremento di dati con un vettore di stato di dimensioni da 30 a 50 volte maggiori. Da qui la richiesta di maggiori prestazioni computazionali al centro di controllo. Per questo, e sempre nell'ottica di ridurre la manutenzione e favorire gli interventi da remoto, il software del centro di controllo è stato installato su due server virtuali (per ridondanza) definiti su server fisici di elevate prestazioni al DCRU.

Un obiettivo essenziale era anche quello di assicurare nel tempo il mantenimento dell'elevato standard di servizi che le attuali applicazioni comportano, e la continuità 24/7 richiesta dalle applicazioni più critiche, è stato messo in atto un efficace piano di manutenzione ordinaria e straordinaria della rete con adeguato orizzonte temporale.



Fig. 2 – La nuova stazione di Norcia (PG)

Caratteristiche del nuovo hardware

I nuovi ricevitori sono dei Topcon GR-5, con antenne TPSCR.G5 TPSH. Nel dettaglio, le costellazioni e segnali acquisiti sono i seguenti:

GPS: L1, L2, L5

GLONASS: G1, G2, G3

GALILEO: E1, E5A, E5B, AltBOC

BEIDOU: B1, B2, EDU

I ricevitori includono una CPU e sono quindi paragonabili a dei computer; sono dotati di porta ethernet per cui sono connessi direttamente alla rete informatica oltre che tramite il server, con il vantaggio di una connessione ridondante. Rispetto ai ricevitori installati in precedenza, il controllo della frequenza è molto accurato per cui non è più indispensabile l'ausilio di un orologio atomico esterno. Come già accennato, hanno capacità di acquisire a elevate frequenze di campionamento, fino a 100 Hz.

In tutti i siti si è verificata l'efficienza dei cavi e delle connessioni, procedendo ove necessario alla riparazione e/o sostituzione di cavi e connettori. Per le antenne, situate all'esterno e quindi esposte alle intemperie, si è provveduto alla sostituzione del connettore e al rifacimento della crimpatura dello stesso al cavo.

I server locali delle stazioni sono stati sostituiti con nuove macchine a sistema operativo Windows Server installandovi il software per i servizi in post-processamento aggiornato alle nuove costellazioni. I gruppi di continuità sono stati sostituiti con nuovi gruppi da 1500 VA.

La connessione delle stazioni alla rete informatica è effettuata con 2 IP statici, uno per il ricevitore (dotato di porta ethernet) e l'altro per il server, con le seguenti caratteristiche:

- ricevitore: porta 2101, protocollo 21 FTP;
- server: porta 2101, protocollo 5900 VNC;
- entrambe: banda minima 100 kbit/secondo continui, latenza max. 0.5 secondi.

Aggiornamento del software di rete

Per i servizi in tempo reale il software Geo++ GNSMART (Wübbena et al., 2001) è stato aggiornato alla versione 2, che ha le seguenti nuove funzionalità:

- supporto di GALILEO e BEIDOU oltre a GPS e GLONASS;
- supporto delle nuove frequenze oltre a L1, L2;
- supporto del formato di correzione RTCM-MSM (Multiple Signal Messages, Boriskin et al. 2012) generando un nuovo stream di correzione e relativo mountpoint con tale formato;
- elaborazione di dati con frequenze fino a 20 Hz con analisi dei dati delle singole SP e generazione di allarmi in caso di repentina variazione di posizione (dovuta a effetti sismici o altro).

Il software include la funzionalità di *hot backup* del server di rete attraverso la realizzazione di un secondo server virtuale, implementato nell'ambito del DCRU, che affianca il server primario sia a scopo di ridondanza che per consentire lavori di ricerca variando i parametri di acquisizione ed elaborazione. La funzionalità di hot backup permette il passaggio da un server

all'altro in caso di guasto di uno di essi, assicurando la continuità 24/7 dei servizi in tempo reale ed evitando disagi agli utenti.

L'aggiornamento del software non comporta cambiamenti al modo di operare attuale degli utenti della rete in real time: essi seguivano a collegarsi all'interfaccia web della rete (attraverso il portale regionale UmbriaGeo - <http://www.umbriageo.regione.umbria.it>) mediante internet, inserendo le proprie credenziali di accesso (che rimane gratuito previa registrazione) e inviando la propria posizione approssimata mediante un messaggio NMEA trasmesso automaticamente dal ricevitore.

Per il collegamento e la trasmissione dei dati di correzione viene utilizzato, come in precedenza, il protocollo di rete Ntrip (Networked Transmission of RTCM corrections via Internet Protocol).

Sono state mantenute in essere le tipologie di correzioni ottenibili precedentemente dalla rete GPS-Umbria, aggiungendo ad esse i nuovi stream RTCM 3.1 comprendenti le nuove costellazioni, e la modalità MSM.

Tra le funzionalità implementate nel server di tempo reale, due di esse riguardano il post-processamento:

- generazione di files RINEX delle singole SP a partire dagli stream di dati RTCM, e archiviazione degli stessi in parallelo agli altri files RINEX acquisiti direttamente dalle stazioni;
- generazione e distribuzione di RINEX virtuali in base a richieste degli utenti.

Architettura della nuova rete

Non si è voluto del tutto stravolgere l'architettura della rete GPSUMBRIA, che per molti anni ha svolto il suo servizio pur con alcune difficoltà manifestatesi negli ultimi tempi soprattutto a causa della scarsa manutenzione.

La sostituzione dei componenti hardware è avvenuta in un'ottica di plug-in in cui i nuovi strumenti sono andati a sostituire quelli esistenti aggiornando l'infrastruttura alle nuove costellazioni e segnali mantenendo in essere tutte le funzionalità precedenti. Ad esse si sono affiancate le nuove funzionalità a scopo di ridondanza e backup per limitare al minimo i gap di dati e servizi.

Nel caso dei servizi di post-processamento è stato mantenuto sostanzialmente lo schema preesistente (server locali nelle stazioni e invio dei RINEX al centro di controllo) ma ad esso si è affiancato un nuovo metodo di generazione dei files RINEX da parte del server di tempo reale. I server del centro di controllo, come già detto, sono stati tutti virtualizzati per limitare le possibilità di guasto. Per la connessione alla rete informatica la rete informatica Com.Net su cui si basava la GPSUMBRIA nella sua configurazione originaria è stata sostituita dalla nuova rete RUN (Rete Umbria Network) che permette il collegamento tra stazioni e centro di controllo in modo più stabile e con maggior banda disponibile.

Considerazioni conclusive

In assenza degli interventi realizzati, la rete GPSUMBRIA sarebbe divenuta rapidamente obsoleta e probabilmente sarebbe stata destinata in qualche anno a dover cessare l'erogazione dei servizi.

Con gli interventi attuati la rete è stata ripristinata, aggiornata e potenziata, permettendo di erogare nuovi servizi di posizionamento multicostellazione più efficienti e allo stato dell'arte.

L'hardware, il software e l'architettura della rete sono stati completamente rinnovati allungando di molto l'orizzonte di obsolescenza e nel contempo riducendo gli oneri della manutenzione. Quest'ultima è stata comunque riorganizzata, affidandone l'onere a soggetti ben individuati.

I servizi di posizionamento nella nuova configurazione raggiungeranno un bacino di utenza molto più ampio di quello precedente, tenendo conto della disponibilità di massa e dell'evoluzione dei dispositivi di ricezione mobili incorporati in telefoni cellulari, tablet e simili, che aprono il campo ad applicazioni del tutto nuove.

In tale ottica è in corso di completamento la creazione di specifiche app per dispositivi mobili a larga diffusione nell'ambito della collaborazione civica con associazioni di cittadini, enti culturali e altre istituzioni.

Bibliografia

Barzaghi, R., Carrion, D., Fastellini, G., Radicioni, F., Stoppini, A. (2008), New active and passive networks for a support to geodetic activities in Umbria. Bollettino di Geodesia e Scienze Affini, IGMI - vol. LXVII/2008 (3) pp. 203-227.

Boriskin, A., Kozlov, D., Zyryanov, G. (2012), The RTCM Multiple Signal Messages: A New Step in GNSS Data Standardization. Proceedings of the 25th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS 2012), Nashville, TN, September 2012, pp. 2947-2955.

Ciarapica, A., Ferranti, G., Radicioni, F., Stoppini, A. (2005), La rete di stazioni permanenti GPS/GNSS della Regione Umbria: verso un servizio regionale di posizionamento. Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA - vol. I, pp.721-726.

Radicioni, F., Stoppini, A. (2005). Applicazioni in post-processamento e in real-time su reti locali di stazioni permanenti GPS/GNSS.. In Atti della IX Conferenza Nazionale ASITA - vol. II , pp.1715-1720.

Wübbena, G., Bagge, A., Schmitz, M., (2001), Network-Based Techniques for RTK Applications. GPS Symposium, GPS JIN 2001, GPS Society, Japan Institute of Navigation, November 14- 16, 2001, Tokyo, Japan.