



## SIFET 02 08

Bollettino della Società Italiana  
di Fotogrammetria e Topografia  
n 2 anno 2008

Periodico trimestrale  
Sped in abb. post 45% art 2  
comma 20/b legge 662/96 - Filiale CMP  
Cagliari - ISSN 1721-971X



Autorizzazione del Tribunale di Firenze  
n. 1515 del 4 dicembre 1962  
iscrizione RNS n. 01907 vol. 20 foglio 29  
del 27 maggio 1986

Distribuzione gratuita ai soci SIFET  
Associato alla  
Unione Stampa Periodica Italiana

### Direttore responsabile

Prof. Elio Falchi

### Comitato di Redazione

Prof. Alessandro Capra  
Ing. Paolo Aminti  
Prof.ssa Maria Antonia Brovelli  
Ing. Virgilio Cima  
Prof.ssa Donatella Dominici  
Prof. Stefano Gandolfi  
Ing. Claudio Pigato  
Prof. Livio Pinto  
Prof. Fulvio Rinaudo  
Prof. Luca Vittuari  
Ing. Giuseppina Vacca

### Segreteria di Redazione

Ilaria Banni  
SIFET  
C.P. 286 Cagliari Centro  
Piazza del Carmine  
09124 CAGLIARI  
e-mail: redazione@sifet.org  
t 070 6755436/42

### Progetto grafico

S. Asili, G. Toneguzzi

Autorizzazione del Tribunale  
di Firenze n. 1515 del 4.12.62  
iscrizione R.N.S.  
n. 01907 vol. 20 foglio. 29  
del 27.5.86

### ABBONAMENTO ANNUALE AL BOLLETTINO

Soci: distribuzione gratuita

Non Soci:

Italia e Comunità Europea € 80.00

Altri Stati € 100.00



**In questo numero:****Nella foto sopra**

Rilievo RTK della Tomba Reale nel sito  
archeologico di Arslantepe  
(Malatya- Turchia)

**Nella foto a fianco**

EUREF Permanent Tracking Network

- 9 Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale**  
Maurizio BARBARELLA
- 15 Monitoraggio GPS in Real Time di edifici con strumenti basso costo**  
Maurizio BARBARELLA, Stefano GANDOLFI
- 33 Dalle reti statiche alle reti dinamiche: reti per il tempo reale e IGM95 in Piemonte e Lombardia**  
Tamara BELLONE, Horea BENDEA, Barbara BETTI, Ludovico BIAGI, Alberto CINA  
Manuele PESENTI, Marco PIRAS
- 49 Serie temporali da SP GPS: metodi di analisi di discontinuità**  
Tamara BELLONE, Manuele PESENTI, Marco PIRAS
- 65 L'analisi di movimenti e deformazioni di piccola entità: un metodo probabilistico bayesiano multidimensionale**  
Barbara BETTI, Noemi CAZZANIGA, Fausto SACERDOTE, Vincenza TORNATORE
- 79 Le reti NRTK alla luce del nuovo formato RTCM3**  
Alberto CINA, Ambrogio MANZINO, Marco PIRAS
- 107 La rete GNSS per il posizionamento in tempo reale dell'Università di Palermo: progetto, realizzazione e primi risultati**  
Gino DARDANELLI, Vincenzo FRANCO, Mauro LO BRUTTO
- 125 A cento anni dalla nascita di Ugo Bartorelli**  
Attilio SELVINI

---

La SIFET  
per il quadriennio  
2007-2010

**Presidente**

Prof. Ing. Elio Falchi  
c/o DIST - Facoltà di Ingegneria  
Piazza d'Armi - 09123 Cagliari  
t 070 6755436  
f 070 6755405  
e eliofalchi@tiscali.it

**Vice Presidente**

Prof. Luciano Surace  
c/o Istituto Idrografico  
della Marina  
Passo Osservatorio, 4  
16134 Genova  
t 010 2443363  
f 010 2443391  
e luciano.surace@libero.it

**Tesoriere**

Prof. Ing. Giannina Sanna  
c/o DIST - Facoltà di Ingegneria  
Piazza d'Armi - 09123 Cagliari  
t 070 6755437  
f 070 6755405  
e topoca@unica.it

**Segretario**

Geom. Ornella Sperandeo  
Via Bixio, 10  
20052 Monza  
e geom.sperandeo@sperandeo.it

**Assessori**

Prof. Livio Pinto  
c/o DIAR - Politecnico di Milano  
Piazza Leonardo da Vinci, 32  
20133 Milano  
t 02/23996525  
f 02/23996530  
e livio.pinto@polimi.it

Geom. Renzo Maseroli  
c/o Istituto Geografico Militare  
Via di Novoli, 93 50127 Firenze  
t 055 2732442  
f 055 417909  
e maseroli@tin.it

### **Sede legale**

c/o FAST - P.le Morandi 2  
20121 Milano  
Partita Iva 04295830154  
Codice fiscale 00754730588

### **Coordinate SIFET**

C.C.P. Banco Posta n. 39667761  
IBAN IT45Q0760104800000039667761  
intestato a Sifet C. P. n. 286  
Cagliari Centro  
Piazza del Carmine  
09124 Cagliari

### **Il Consiglio Direttivo della Società è così costituito**

#### **Giunta esecutiva**

*Presidente*  
Prof. Ing. Elio Falchi  
*Vice Presidente*  
Prof. Luciano Surace  
*Segretario*  
Geom. Ornella Sperandeo  
*Tesoriere*  
Prof. Giannina Sanna  
*Assessori*  
Geom. Renzo Maseroli  
Prof. Livio Pinto

#### **Membri onorari**

Gen. Mario Carlà  
Geom. Angelo Pericoli  
Prof. Enrico Vitelli

#### **Membri di diritto**

Direttore del Centro Informazioni  
Geotopografiche dell'Aeronautica

Direttore del Dipartimento  
del Territorio delle Finanze  
Direttore dell'Istituto Geografico  
Militare  
Direttore dell'Istituto Idrografico  
della Marina  
Direttore del Servizio Geologico  
Nazionale  
Presidente del Consiglio  
Nazionale degli Architetti  
Presidente del Consiglio  
Nazionale dei Geometri  
Presidente del Consiglio  
Nazionale degli Ingegneri  
Presidente CS SIFET  
Presidente Sezione SIFET Palermo  
Presidente Sezione SIFET Catania

#### **Membri ordinari**

(oltre ai componenti la giunta  
esecutiva)  
Prof. Maurizio Barbarella  
Geom. Karl Bernard  
Prof. Alberto Cina  
Prof. Sergio Dequal  
Geom. Vittorio Grassi  
Geom. Otello Grassi  
Prof. Ambrogio Manzino  
Geom. Stefano Nicolodi  
Prof. Anna Spalla  
Ing. Giuseppina Vacca

#### **Probiviri**

Ing. Virgilio Cima  
Prof. Giovanmaria Lechi  
Prof. Attilio Selvini

### **Revisori dei conti**

Sig.ra Giusy Italiano  
Ing. Marco Nardini  
Le quote sociali (con rinnovo  
entro il 31 Marzo) per l'anno  
2008 sono le seguenti:

#### **Soci annuali individuali**

Euro 50.00 (Europa)  
  
Euro 70.00

#### **Soci annuali collettivi**

Euro 250.00 (Europa)  
Euro 305.00

#### **Soci annuali giovani (\*)**

Euro 25.00 (Europa)  
Euro 45.00

#### **Soci vitalizi individuali**

Euro 650.00 (Europa)  
Euro 975.00

#### **Soci vitalizi collettivi**

Euro 2260.00 (Europa)  
Euro 3250.00

(\*) età inferiore a 26 anni

Per informazioni:  
Segreteria Amministrativa  
Dott.ssa Lucia Amato  
t +39 070 6755406  
e amministrazione@sifet.it

**scienza sifet**

---

## Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale

Maurizio BARBARELLA  
DISTART, Facoltà Ingegneria  
40136 Bologna  
V.le Risorgimento 2  
e [maurizio.barbarella@mail.ing.unibo.it](mailto:maurizio.barbarella@mail.ing.unibo.it)

**Riassunto** > Lo studio di Reti di Stazioni Permanenti GPS/ GNSS per il rilievo in tempo reale in impieghi di controllo e emergenza è stato il tema di una ricerca finanziata dal MIUR (Ministero dell'Istruzione, dell'Università e della Ricerca), nell'ambito dei Progetti di Rilevanza Nazionale bandita nel 2005, "PRIN05". Alcuni risultati delle ricerche realizzate dalle Unità Operative partecipanti vengono pubblicati nei vol. 2/08 e 3/08 del Bollettino. In questa nota introduttiva si richiamano gli obiettivi della ricerca e si introducono gli articoli che vengono presentati in questo volume e nel successivo.

**Abstract** > A research on Networks of Continuously Operating GPS/ GNSS Reference Stations for real time precise positioning for emergency, monitoring and surveying has been financed in 2006 by the MIUR, within the framework of the Project of National Importance (PRIN05). Some results of that research carried out by the five Universities participants are published in Vol. 2/08 and 3/08 of the Bulletin. In this introductory note the objectives of research are recalled and the articles are introduced that will be published in this volume and in the following.

---

## Monitoraggio GPS in Real Time di edifici con strumenti basso costo

Maurizio BARBARELLA  
Stefano GANDOLFI  
DISTART, Facoltà Ingegneria  
40136 Bologna  
V.le Risorgimento 2  
e stefano.gandolfi@mail.ing.unibo.it  
e maurizio.barbarella@mail.ing.unibo.it

**Key words** > GPS, Monitoraggio, Galileo, Tempo Reale, Strumenti a Basso Costo.

**Riassunto** > Il monitoraggio di strutture ed edifici con metodologia GNSS può aver un forte sviluppo soprattutto se può essere realizzato con strumenti a basso costo. A questo scopo è stata istituita una rete di monitoraggio di edifici posti in frana in una situazione tipica dell'Appennino tosco emiliano. Ricevitori GPS a singola frequenza montati sui punti da monitorare hanno inviato in tempo reale le ricezioni ad una stazione base posta in prossimità, a sua volta collegata in rete internet e resa completamente gestibile da remoto. Il rilievo si è protratto per quattro mesi. I dati sono stati riorganizzati e compattati e successivamente sono stati elaborati per individuare sistematismi e in particolare eventuali effetti periodici.

**Summary** > The monitoring of structures and buildings with GNSS methodology may have a strong development especially if it can be done with receivers and tools at low cost. To this purpose has been set up a monitoring network of buildings in landslide in a typical situation of the Appennino Tosco Emiliano. Single frequency GPS receivers have been mounted on the roof of three buildings. The receivers sent the acquired data to a base station located in the vicinity. The survey has lasted four months. In order to reduce noises and periodic effects the acquired data have been elaborate. The experiment has allowed to verify the good results obtained with low-cost instruments and the applicability of this approach to this context.

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008



---

## Dalle reti statiche alle reti dinamiche: reti per il tempo reale e IGM95 in Piemonte e Lombardia

Barbara BETTI  
Rilevamento del DIAR,  
Politecnico di Milano  
P.zza Leonardo da Vinci 32  
20133  
Milano  
t 02/23996508  
e barbara.betti@polimi.it

Ludovico BIAGI  
Polo Regionale di Como  
del Politecnico di Milano,  
via Valleggio 11  
22100, Como  
t 031/3327562  
e ludovico.biagi@polimi.it

**Key words** > Reti di SP, RTCM3, GNSS, IGS05, trasformazione di datum

**Riassunto** > Una completa interoperabilità tra reti permanenti regionali GNSS differenti è ottenibile solo se queste sono inquadrare nello stesso sistema di riferimento. Inoltre è opportuno fornire all'utenza coordinate finali nel sistema di riferimento ufficiale nazionale (IGM95). Al fine di valutare quali siano i parametri e le trasformazioni ottimali tra le reti di stazioni permanenti regionali e la rete IGM95 sono stati utilizzati diversi approcci per la stima della trasformazione tra il sistema di riferimento IGS05 e il sistema IGM95. Le trasformazioni sono state stimate a partire dai risultati di una campagna statica GNSS di rioccupazione di alcuni vertici IGM95 presenti sul territorio delle regioni Lombardia e Piemonte realizzata ad hoc.

**Abstract** > A fully interoperability between different regional permanent GNSS networks is possible only if they are defined in the same reference system. Furthermore the final user have to be able to define his coordinates in the official reference system (IGM95). Different approaches in order to estimate the parameters and the transformations from the IGS05 to IGM95-ETRF89 have been used. Transformations were estimated using the results obtained from a static GNSS campaign, where some IGM95 vertex distributed in Lombardy and Piedmont have been occupied.

Tamara BELLONE  
Horea BENDEA  
Alberto CINA  
Manuele PESENTI  
Marco PIRAS  
DITAG  
Dipartimento di Ingegneria del Territorio  
dell'Ambiente e delle Geotecnologie  
Politecnico di Torino  
C.so Duca degli Abruzzi, 24  
10129 Torino  
t 011 564 7709 / 7719 / 7675  
f 011 564 7699  
e alberto.cina@polito.it  
manuele.pesenti@polito.it  
marco.piras@polito.it

---

## Serie temporali da SP GPS: metodi di analisi di discontinuità

Tamara BELLONE

Manuele PESENTI

Marco PIRAS

DITAG

Dipartimento di Ingegneria del Territorio  
dell'Ambiente e delle Geotecnologie

Politecnico di Torino

C.so Duca degli Abruzzi, 24

10129 Torino

t 011 564 7709 / 7719 / 7675

f 011 564 7699

e manuele.pesenti@polito.it

marco.piras@polito.it

**Key words** > Serie temporali, stazioni permanenti GPS, discontinuità, forward search

**Riassunto** > A partire dagli anni novanta, l'introduzione dei sistemi di riferimento (SR) globali e di elevata precisione, ha portato ad una evoluzione dello stesso concetto di SR. L'introduzione della quarta coordinata temporale è stata conseguenza sia delle tecniche di misura di geodesia spaziale, le quali coinvolgono punti anche all'esterno della superficie terrestre (VLBI, LLR, SLR, DORIS e GPS), sia dell'elevata precisione dei risultati da queste ottenuti, incompatibile con le deformazioni che necessariamente ogni vertice della materializzazione del datum accumula nell'arco degli anni. Al fine di valutare spostamenti e velocità dei vertici che costituiscono un *frame*, occorre effettuare una analisi di serie storiche di soluzioni periodiche su un adeguato set di dati. Questa analisi ha, in ambito geodetico, un triplice interesse. Essa rappresenta un utile strumento nella definizione del SR, nell'analisi di deformazioni, nonché, nella stima della ripetibilità per il controllo di qualità delle soluzioni.

Lo studio svolto è mirato alla stima di regressioni di serie storiche, in particolare viene studiata l'individuazione di discontinuità, spesso non note a priori, e l'identificazione di *cluster* internamente coerenti rispetto alle condizioni di osservazione. Sono valutati, inoltre, i vantaggi dell'utilizzo di tecniche robuste finalizzate all'esclusione degli *outliers*.

**Abstract** > From the early 90s, introduction and use of high precision global reference systems, and their continuous evolution, brought to the revolution of main concept of datum introducing the 4<sup>th</sup> temporal coordinate. This was due both to the use of space geodesy techniques (VLBI, LLR, SLR, DORIS and GPS), which involve in measurements points outside of the earth surface, and to the high precision results obtained, that are not consistent with deformations piled up during few years from vertexes of a datum materializations. With the

Marco ROGGERO

DINSE

Dipartimento di Scienze e Tecniche per i  
Processi di Insedimento

Politecnico di Torino

viale Mattioli, 39

10125 Torino

t 011 564 4362

f 011 564 4399

e marco.roggero@polito.it

aim of controlling deformations of the vertexes of a frame, a time series analysis of a suitable list of periodic solutions is necessary. This kind of analysis of coordinates in time has three different rules in geodesy. It is a useful tool for datum definition, but it can be also used for deformations analysis and for repeatability evaluation for solutions quality control. What we propose here is a study on techniques for zero level discontinuities detection, in order to identify clusters internally consistent respect to measurement conditions in time series. Robust techniques for outlier detection are also discussed.

---

## L'analisi di movimenti e deformazioni di piccola entità: un metodo probabilistico bayesiano multidimensionale

Barbara BETTI  
Noemi Emanuela CAZZANIGA  
Vincenza TORNATORE  
DIIAR – Sezione Rilevamento  
Politecnico di Milano  
Piazza L. Da Vinci, 32 - 20133 Milano  
t ++3902 23996508  
f ++39 02 23996530  
e barbara.betti@polimi.it  
  
t ++39 02 23996505  
f ++39 02 23996530  
e noemi.cazzaniga@polimi.it  
  
t ++39 02 23996502  
f ++39 02 23996530  
e vincenza.tornatore@polimi.it

**Key words** > deformazioni, test di significatività, approccio bayesiano.

**Riassunto** > Nell'ambito delle misurazioni geodetiche e topografiche, rivestono particolare importanza le reti di controllo, il cui scopo è il monitoraggio di deformazioni di varia natura. Tali rilievi permettono un ampio spettro di applicazioni, per scopi ingegneristici o geologici, come pure per indagini in campo geofisico e geodinamico, molte delle quali sono di notevole rilevanza nella prevenzione degli eventi calamitosi. Il progresso tecnologico ha rivoluzionato strumentazioni e modalità di misura, semplificando e velocizzando le operazioni di rilievo. Spesso però ci si ritrova in situazioni in cui lo spostamento subito dai punti è inferiore alla precisione con cui essi sono stati stimati e le tecniche statistiche di analisi della significatività degli spostamenti non sono in grado di segnalare la deformazione. Perciò si è sviluppato un approccio innovativo all'analisi di significatività degli spostamenti che introducendo delle informazioni a priori sia in grado di anticipare le metodologie classiche nell'individuazione degli spostamenti dei punti. Tale approccio probabilistico prevede una conoscenza a priori di direzione e verso degli spostamenti e introduce l'informazione relativa alle correlazioni delle informazioni a priori. Sono state studiate le potenzialità di questo modello per mezzo di una serie di prove. Pur essendo più complesso delle procedure tradizionali, questo metodo ha fornito risultati promettenti: è in grado di associare informazioni a priori alle misure, di evidenziare spostamenti in anticipo rispetto alle metodologie classiche e di identificare in alcuni casi errori sistematici residui.

Fausto SACERDOTE  
DICEA, Università di Firenze  
Via di S. Marta, 3 - 50139 Firenze  
t ++39 0554796220  
f ++39-055495333  
e fausto@dicea.unifi.it

**Abstract** > Monitoring networks allow a wide spectrum of applications, many of them are very relevant in prevention of natural hazards. Technological development deeply changed instruments and measurement methods, simplifying surveys. Often, however, point movements are smaller than standard deviation of estimation and, in those cases, statistical techniques for significance analysis of displacements are not able to highlight deformations. Therefore it has been devel-

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

oped an innovative approach to this analysis which, introducing a priori information, can identify smaller displacements than classical methodologies. This probabilistic approach needs an a priori knowledge of movement direction and it introduces correlation between prior information. By a series of tests, effectiveness of this model has been studied. Even if more complex than the traditional procedures, the method brought promising results: it is able to associate a priori information to measures, to highlight smaller displacements respect to classical tests and to identify in some cases residual systematic errors.

---

## Le reti NRTK alla luce del nuovo formato RTCM3

Alberto CINA  
Ambrogio MANZINO  
Marco PIRAS  
DITAG  
Dipartimento di Ingegneria del Territorio  
dell'Ambiente e delle Geotecnologie  
Politecnico di Torino  
C.so Duca degli Abruzzi, 24  
10129 Torino  
t 011 564 7709 / 7719 / 7675  
f 011 564 7699  
e alberto.cina@polito.it  
ambrogio.manzino@polito.it  
marco.piras@polito.it

**Key words** > Master Auxiliary, RTCM3, Reti RTK

**Riassunto** > Le tecniche RTK richiedono formati di trasmissione dati: RTCM è attualmente lo standard indipendente dai formati proprietari dei ricevitori.

Le versioni RTCM2.x stentano però a contenere le informazioni necessarie per lavorare con reti RTK secondo i nuovi approcci basati sul principio Master Auxiliary per cui è stata rilasciata la versione RTCM3 nel 2004.

In questa nota si spiegano le novità inerenti a questi formati e i loro recenti aggiornamenti, alla luce dello stato dell'arte delle reti RTK.

**Abstract** > RTK techniques require a broadcasting data format: RTCM is now the standard format, independent from the mark of receiver. RTCM2.x versions have some difficulty to contain the main information used in the NRTK positioning.

RTCM3 version has been delivered in 2004 in order to respect the necessity required by the new approaches based on the Master Auxiliary concept.

This paper describes the news about these formats and their updates, considering the "state of art" of the RTK networks.

---

## La rete GNSS per il posizionamento in tempo reale dell'Università di Palermo: progetto, realizzazione e primi risultati

Gino DARDANELLI  
Vincenzo FRANCO  
Mauro LO BRUTTO  
DIRAP  
Dipartimento di Rappresentazione  
Università di Palermo  
Viale delle Scienze  
90133 Palermo  
t 0917028731  
f 0917028740  
e gino.dardanelli@unipa.it  
vifranco@unipa.it  
lobrutto@unipa.it

**Key words** > GNSS, stazione permanente, NRTK, VRS, FKP

**Riassunto** > Le reti di stazioni permanenti GNSS (Global Navigational Satellite System) per il tempo reale (NRTK - Network Real Time Kinematic) rappresentano un argomento di grande interesse per la comunità scientifica per le potenziali ricadute sulle applicazioni tecnico scientifiche del posizionamento satellitare.

L'articolo descrive e affronta le problematiche riscontrate nel corso dell'attività di ricerca svolta dall'Unità Operativa di Palermo nell'ambito del progetto PRIN2005 dal titolo: "Reti di stazioni permanenti GPS per il rilievo in tempo reale in impieghi di controllo e emergenza".

La ricerca è stata finalizzata alla progettazione e realizzazione di una rete di stazioni permanenti GNSS NRTK nella Sicilia centro-occidentale, costituita da otto stazioni permanenti dislocate nelle province di Agrigento, Caltanissetta, Palermo e Trapani. L'attività svolta ha riguardato lo studio preliminare, la scelta dei siti, la materializzazione delle stazioni, il funzionamento delle strumentazioni hardware e software, la trasmissione dei dati, l'inquadramento geodetico e le prime applicazioni.

**Abstract** > In this paper are presented the methodological criteria for the institution of a GNSS (*Global Navigational Satellite System*) real time NRTK (*Network Real Time Kinematic*) permanent stations sub-network in Sicily, with particular regard to the last year activity. Eight stations has been already set up and is currently working, under supervision of research group of University of Palermo in Agrigento, Caltanissetta, Palermo and Trapani provinces. The network will be able to supply effective positioning services over the whole territory of part of Sicily, with different operating levels in post-processing and real-time (VRS, FKP, Code). After an overview on the situation of the permanent networks in Italy, in the paper are summarized the activity involved the preliminary study, the choice of sites, the materialization of the GNSS stations, equipment hardware and software, data transmission, the geodetic framework and the first applications.

Articolo ricevuto in redazione nel mese di Marzo 2008. Articolo accettato nel mese di Novembre 2008

