

L'adozione del nuovo sistema di riferimento geodetico Italiano

a colloquio con l'IGM

Sulla Gazzetta Ufficiale n. 48 del 27 febbraio 2012 (supplemento ordinario n. 37) è stato pubblicato il DM con cui è stato adottato un nuovo sistema di riferimento denominato ETRF2000 (2008.0). I precedenti sistemi di riferimento, ancora in uso in Italia, sono il Roma40 (più conosciuto come Gauss-Boaga o MonteMario), l'ED50 (European Datum 1950 spesso chiamato semplicemente UTM) e l'ETRF89 (WGS84). Molti si chiederanno il perchè e quale sia la motivazione di fondo che ha portato lo Stato italiano ad adottare un quarto sistema di riferimento in meno di 100 anni.

Ripercorrendo la storia ad ogni cambiamento di sistema di riferimento geodetico si associano eventi epocali; il Roma40, famoso per essere stato riferito a Monte Mario, è il sistema storicamente più diffuso per tutta la cartografia IGM al 1:25000 ove le longitudini si contavano centrate su Roma da zero verso Est positive e da zero verso Ovest negative. Il riferimento abbracciava la nostra penisola celebrando una cartografia unificata da poco a seguito dell'Unità d'Italia. Con l'ED50 si adotta un sistema internazionale, si superano i confini dei riferimenti nazionali e le longitudini iniziano ad essere riferite al meridiano universale passante per Greenwich. Con l'avvento dei satelliti e del GPS nasce la necessità di utilizzare un nuovo sistema di riferimento per compensare le prime perturbazioni che vengono osservate nelle orbite dei satelliti. Questi infatti danno la posizione di ricevitori a Terra ma si trovano su orbite perturbate dalle variazioni dinamiche delle masse terrestri e si adotta pertanto un riferimento dinamico all'epoca chiamato WGS84 (World Geodetic System 1984) e in Italia concretizzato nell'ETRF89 (European Terrestrial Reference System 1989).

Ma cosa è successo poi per arrivare a questo nuovo provvedimento?

Lo abbiamo chiesto all'Istituto Geografico Militare, Organo Cartografico di Stato, intervistando il suo Comandante Giovanni Petrosino e il direttore del servizio geodetico Renzo Maseroli con i quali abbiamo avuto modo di scambiare sia sull'argomento che sull'importante ruolo dell'Istituto qua-

le ente cartografico di Stato con la massima autorità per il coordinamento e l'uniformazione della cartografia nazionale e dei suoi relativi riferimenti geodetici relazionati alle reti europee e mondiali. Dai discorsi avuti trapela un energico recupero del ruolo di coordinamento per il massimo organo cartografico di Stato guidato verso il recupero di alcune lacune originatesi negli anni passati quando, le Regioni, in assenza di legislazione certa, si sono trovate ad operare in totale autonomia. Ma anche un recupero dell'immagine del nostro Istituto Geografico Militare che conscio delle sue competenze e delle sue capacità si impone con rigore anche negli organismi internazionali riprendendo il ruolo fondamentale che l'Italia aveva svolto nel secolo scorso.

Le questioni poste al Comandante Petrosino affrontano quesiti di sicuro interesse per molti lettori dando risposta certa ai molti dubbi che sono sorti e, considerata l'adozione ufficiale del sistema, si spera che ora le Regioni provvedano velocemente all'adeguamento onde evitare le continue incertezze su quale sia il sistema di riferimento da utilizzare oggi in Italia.

Quale Sistema di Riferimento mondiale utilizzava l'IGM prima del 2009?

In Italia la prima adozione del Sistema di Riferimento Globale risale al 1996, e fu decisa a seguito dell'affermarsi delle metodologie di rilievo GPS che, già disponibili da alcuni anni a livello scientifico, stavano diffondendosi sempre più anche nelle attività tecniche.

L'IGM in quel periodo, proprio in vista di tale innovazione, stava portato a termine i lavori per la realizzazione della rete geodetica IGM95, interamente determinata con metodologia GPS e costituita, all'impianto, da circa 1200 punti omogeneamente distribuiti sul territorio nazionale con un'interdistanza di circa 20 km (fig. 1).

La rete IGM95 costituiva in effetti la materializzazione del Sistema Globale sul territorio nazionale e ne permetteva l'utilizzo, consentendo posizionamenti satellitari di precisione per mezzo della traslocazione a breve distanza. Fu scelto opportunamente, fin dall'inizio, di allinearsi al Sistema che l'EUREF aveva definito per l'Europa pochi anni prima (1989), e che era già utilizzato da buona parte dei Paesi europei. Si tratta del Sistema ETRS89 (European Terrestrial Reference System 1989), del quale fu adottata la realizzazione ETRF89 (European Terrestrial Reference Frame 1989), l'unica disponibile in quel momento.

EUREF (European Reference Frame) è una sottocommissione dell'IAG (International Association of Geodesy), e costituisce il sodalizio scientifico europeo che si occupa della definizione dei riferimenti geodetici a livello continentale; ad essa aderiscono tutte le National Cartographic Agencies oltre ad alcune Università ed Enti di Ricerca, per l'Italia l'IGM.



Figura 1 - Rete IGM95 all'impianto (1996).



Figura 2 - Rete Dinamica Nazionale.

La rete IGM95 fu calcolata in appoggio alle 9 stazioni dell'EPN (EUREF Permanent Network) presenti allora sul territorio nazionale, per le quali l'EUREF forniva le coordinate ETRF89, e precisamente: Monte Generoso, Mondovì, Monte Grappa, Medicina, Firenze (IROE), Roma M. Mario, Matera, Noto e Cagliari. La precisione della rete risultò ottima: gli errori quadratici medi delle coordinate forniti dal calcolo di compensazione, espressi a livello di confidenza del 95%, erano pari a 2,5 cm per la planimetria e 4 cm per la quota.

Per oltre 10 anni la rete IGM95 ha materializzato il Sistema Globale sul territorio nazionale, consentendo ai tecnici italiani di ottenere determinazioni di precisione sfruttando a pieno le potenzialità del sistema GPS.

Quali sono le ragioni che hanno portato dopo pochi anni a cambiare Sistema di Riferimento?

A partire dagli anni '90 le metodologie di sfruttamento del GPS hanno avuto una continua evoluzione, che ha portato a semplificare sempre più le tecniche di rilievo e a renderle più veloci e precise. L'aumento delle precisioni ottenibili nelle determinazioni richiede però un equivalente miglioramento nella definizione del Sistema di Riferimento nel quale tali determinazioni si inquadrano. La realizzazione ETRF89, pur essendo caratterizzata da incertezze dell'ordine di alcuni centimetri, non risultava adeguata a supportare i Servizi di Posizionamento in Tempo Reale, organizzati in Italia dalle Regioni, ciascuna per il proprio territorio, oltre che da alcuni network nazionali privati.

D'altra parte il metodo RTK (Real Time Kinematic), supportato da reti di stazioni permanenti che mettono a disposizione dell'utente le correzioni in tempo reale, consente di ottenere buone precisioni (sub-decimeriche) operando con un solo strumento e con ridottissimi tempi di stazionamento. Risulta quindi il metodo di gran lunga più produttivo ed economico, ed è perciò molto richiesto. Il Sistema di Riferimento in uso in quel momento in Italia penalizzava di fatto l'utenza tecnica nazionale, a cui era impedito l'utilizzo delle tecniche di rilievo più moderne ed economiche.

L'IGM consapevole dell'importanza di dotare la Nazione di un Riferimento in linea con i tempi ed adeguato alle moderne tecnologie, ha approntato nel 2006 il progetto per la definizione di un nuovo Sistema i cui lavori hanno avuto inizio nella primavera del 2007. Il Riferimento scelto è la più recente realizzazione del Sistema ETRS89: precisamente l'ETRF2000 all'epoca 2008.0.

Come è realizzato in Italia il nuovo Sistema?

Il nuovo Sistema è materializzato in Italia dalla Rete Dinamica Nazionale (RDN), costituita da 100 stazioni permanenti GPS omogeneamente distribuite sul territorio nazionale (fig. 2). Al momento della realizzazione della RDN erano presenti in Italia oltre 300 stazioni permanenti GPS, istituite da vari Enti, molti dei quali pubblici, con svariate finalità; si è quindi ritenuto opportuno di non procedere

ad ulteriori installazioni, operazione che avrebbe costituito in effetti uno spreco di denaro; sono stati invece stipulati accordi con gli Enti pubblici proprietari delle stazioni esistenti, per ricevere via web le osservazioni a 30 secondi in formato RINEX.

Nella scelta delle stazioni permanenti si è cercato di ottenere un'uniforme distribuzione, con particolare riguardo alle zone marginali del territorio, evitando al contempo i siti affetti da sensibili movimenti locali. L'interdistanza fra le stazioni è variabile fra i 100 e i 150 km. Sono state incluse nel network 13 stazioni EUREF, indispensabili per l'allineamento all'ETRF2000; fra queste è presente la stazione dell'IGM (fig. 3) ufficialmente riconosciuta dall'EUREF dal marzo 2007 ed inclusa nell'EPN (EUREF Permanent Network - fig. 4). Sono state incluse inoltre le stazioni dell'ASI (Agenzia Spaziale Italiana), una parte di quelle dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia), oltre ad alcune stazioni per ciascuna Regione, in



Figura 3 - Stazione GPS permanente dell'IGM.



Figura 4 - EUREF Permanent Network nel 2008.



Figura 5 - Approvazione ufficiale della RDN Italiana nel network europeo (2009)

modo da poter trasferire a tali Enti, gestori del posizionamento in Tempo Reale, il Riferimento nazionale.

L'analisi dei dati è stata effettuata presso il Centro di Calcolo del Servizio Geodetico, appositamente allestito, utilizzando un software fra i più quotati a livello internazionale: il cosiddetto "Bernese". Il calcolo delle posizioni dei vertici della rete è stato eseguito in appoggio alle 13 stazioni EUREF suddette, utilizzando inizialmente le coordinate espresse nella più recente versione del sistema internazionale ITRS (International Terrestrial Reference System): l'ITRF2005, trasportate temporalmente al 1 gennaio 2008 per mezzo delle velocità. A compensazione avvenuta le coordinate ITRF2005 sono state convertite in ETRF2000 utilizzando i parametri ufficiali dell'EUREF e mantenendo invariato il riferimento temporale: 2008.0. La precisione raggiunta nella definizione della posizione delle stazioni, migliore di 1 cm in planimetria e 1.5 cm in quota, ha consentito di chiedere all'EUREF l'approvazione ufficiale del network. Durante il Simposio EUREF di Firenze, conclusosi il 30 maggio 2009, il Technical Working Group dell'EUREF ha proposto ed ottenuto dall'Assemblea Generale l'integrazione della RDN nel raffittimento ufficiale europeo con la categoria "B".

Che impatto ha avuto sull'IGM questo cambio di Sistema di Riferimento ?

In realtà non si tratta di un vero cambio di Sistema ma di un cambio di Realizzazione nell'ambito dello stesso Sistema: da ETRF89 a ETRF2000; comunque le coordinate dei punti, anche se di poco, cambiano. Per quanto riguarda il settore geodetico l'IGM si era già organizzato per presentarsi il 1° gennaio 2009, momento dell'ufficializzazione dell'ETRF2000, con tutti i dati aggiornati.

"Tali quantità assumono importanza solo nel settore geodetico, non in quello cartografico e dei GIS, tantomeno alle scale che ricadono nella competenza dell'IGM, cioè quelle topografiche e corografiche".

La rete IGM95 è stata ricalcolata nella nuova Realizzazione per mezzo di un robusto collegamento di alcuni suoi punti con l'RDN. Le stazioni permanenti collegate sono 45 (fig. 5), selezionate in modo da ottenere una omogenea distribuzione sul territorio, con particolare riguardo alle zone marginali al fine di contenere la propagazione degli errori. Ciascuna delle 45 stazioni scelte è stata collegata con almeno 2 baseline GPS ad altrettanti punti IGM95 "originali", quei punti cioè che risalgono all'impianto della rete statica ed hanno partecipato al calcolo di compensazione fondamentale. La stabilità dei punti IGM95 utilizzati per il riattacco è stata verificata chiudendo i poligoni costituiti dalle basi misurate in aggiunta a quelle d'impianto; tale controllo ha consentito anche di verificare la possibilità di mantenere buone precisioni utilizzando congiuntamente basi misurate in tempi diversi. Chiaramente questa operazione non ha migliorato la rete IGM95 ma l'ha resa omogenea all'RDN. L'IGM95 mantiene le imprecisioni che la caratterizzano, non superiori, come già detto, ai 5 cm, quantità per altro sufficiente per la quasi totalità delle applicazioni pratiche. In caduta sono stati ricalcati tutti i successivi raffittimenti della rete statica, fino a comprendere la totalità degli oltre 4000 punti che costituivano nel 2008 l'IGM95. Disponendo così di una maglia di punti "doppi" densa e diffusa su tutto il territorio, è stato possibile eseguire un dettagliato confronto tridimensionale fra i due Riferimenti:

ETRF2000-ETRF89	Latitudine	Longitudine	h Ellissoidica		
Differ. media (val. ass.)	0.0016"	4.9 cm	0.0011"	2.6 cm	5.4 cm
Differenza massima	0.0038"	11.4 cm	0.0056"	12.8 cm	22.0 cm

Tab. 1 - Differenze fra le Realizzazioni ETRF2000 ed ETRF89

ETRF89 ed ETRF2000. Le differenze hanno consentito la stima di precise griglie di conversione (griglie "GK"), con le quali è stato possibile aggiornare le procedure per il passaggio fra Sistemi; lo stesso software VERTO è stato aggiornato in VERTOK, e tratta ora 4 Riferimenti: ROMA40, ED50, ETRF89 e ETRF2000.

Le differenze riscontrate risultano però molto modeste: i valori massimi non superano i 13 cm in planimetria e i 22 cm in quota, in entrambi i casi con valori medi di circa 5 cm (vedi tab. 1).

Tali quantità assumono importanza solo nel settore geodetico, non in quello cartografico e dei GIS, tantomeno alle scale che ricadono nella competenza dell'IGM, cioè quelle topografiche e corografiche.

E qual'è stato l'impatto sull'utenza tecnica nazionale?

Il discorso è equivalente a quello già fatto per l'IGM: le differenze fra ETRF2000 e ETRF89 incidono solo sulle determinazioni geodetiche e non sulla georeferenziazione degli oggetti tipica della cartografia e dei GIS, nemmeno se si considerano le scale tipiche della carta tecnica. Noi infatti consigliamo a tutti i produttori di tali dati di dichiarare il Sistema ETRS89 senza indicare la Realizzazione; le Realizzazioni possono variare nel tempo, ma presentano differenze a cui i loro dati non sono sensibili. A tal proposito il Servizio Geodetico dell'IGM ha posto recentemente in



Figura 6 - Collegamenti fra i punti dell'IGM95 e le stazioni dell'RDN.

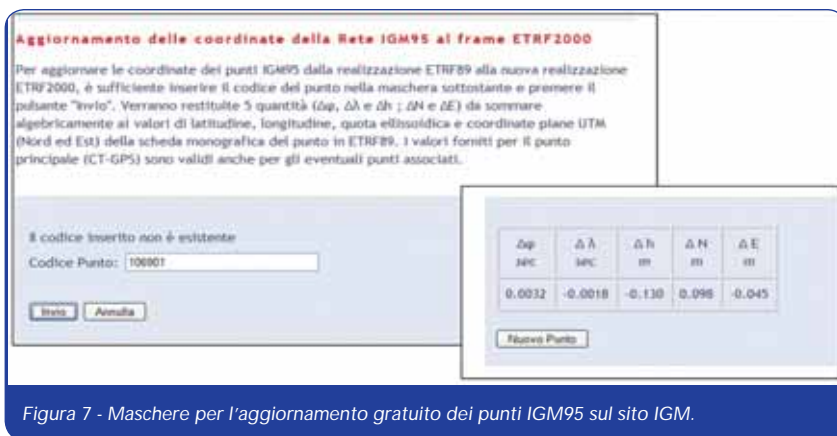


Figura 7 - Maschere per l'aggiornamento gratuito dei punti IGM95 sul sito IGM.

cessione le griglie per il passaggio fra i Sistemi Geodetici anche nel formato NTV2. Questa nuova versione contiene gli stessi valori delle griglie nel formato GK, leggibili dai software VERTOK, e fornisce quindi gli stessi risultati, ma è accettata dalla maggior parte dei software GIS più diffusi, e consente quindi una fruibilità dei dati notevolmente maggiore. In linea con quanto anzidetto, nel formato NTV2, rivolto espressamente ai GIS, non è stata considerata la differenza fra ETRF89 e ETRF2000, che risultano unitamente sotto l'acronimo ETRS89.

Per quanto riguarda il settore geodetico la trasformazione dei dati in ETRF2000 può essere facilmente ottenuta utilizzando la versione aggiornata dei software VERTO (VERTOK), disponibile già dal momento dell'ufficializzazione della nuova Realizzazione. Chi avesse acquistato punti IGM95 in data precedente al 1° gennaio 2009, quindi con le coordinate in ETRF89, può aggiornarli gratuitamente all'ETRF2000 collegandosi al sito IGM: www.igm.org - Servizio Geodetico - Aggiornamento delle coordinate dei punti IGM95 ... (fig. 7).

Il DPCM del 10 novembre 2011, che ufficializza l'ETRF2000, quali oneri aggiuntivi dà all'IGM?

Il Decreto del 10 novembre 2011 introduce una novità significativa nel settore delle informazioni territoriali, poiché, per la prima volta in Italia, ufficializza un Sistema Geodetico nazionale che deve essere utilizzato da tutta la Pubblica Amministrazione. Nei settori di nostra competenza infatti, l'uniformità dei dati costituisce un traguardo importante che, eliminando le ambiguità, rende realmente possibile ed efficace lo scambio delle informazioni fra le varie Amministrazioni. Le attività che il Decreto ci assegna venivano in realtà già eseguite, compatibilmente agli altri compiti istituzionali: ora avranno una maggiore priorità.

"Per quanto riguarda il passaggio fra Sistemi siamo, invece, pronti ad offrire il nostro ausilio a tutte le Pubbliche Amministrazioni che ne faranno richiesta".

di tutte le stazioni. In quanto ai ricalcoli della rete, che consentono anche il monitoraggio del Sistema di Riferimento sul territorio nazionale, abbiamo fino ad ora proceduto con intervalli un po' troppo lunghi rispetto gli standard europei, cercheremo di intensificare, per arrivare a fine anno ad intervalli mensili. Per quanto riguarda il passaggio fra Sistemi siamo, invece, pronti ad offrire il nostro ausilio a tutte le Pubbliche Amministrazioni che ne faranno richiesta.

Che cosa si prevede in Italia per il futuro dei Sistemi di Riferimento?

Il sistema ETRS89 risulta soggetto, secondo le stime attuali, a movimenti dell'ordine dei millimetri, o delle frazioni di millimetro, all'anno; ritenendo tollerabili, anche per le applicazioni più esigenti, disallineamenti dell'ordine dei 3 cm, la nuova realizzazione dovrebbe mantenere l'attuale efficienza per qualche decennio.

Abstract

Adoption of a new geodetic reference system

On the Official Gazette no. 48 of 27 February 2012 (ordinary supplement no. 37) was published the Ministerial Decree which was adopted a new geodetic reference system called ETRF2000 (2008.0). The previous reference systems, still in use in Italy, are the Roma40 (better known as Gauss-Boaga and often called MonteMario), the ED50 (European Datum 1950, often called only UTM) and ETRF89 (WGS84). Many will wonder why and what the underlying motivation that led the Italian government to take fourth reference system in less than 100 years.

Parole chiave

RIFERIMENTO GEODETICO, RETE DINAMICA, SERVIZIO GEODETICO.

Autori

GIOVANNI PETROSINO
COMANDANTE IGM
CTE@GEOMIL.ESERCITO.DIFESA.IT

RENZO MASEROLI
DIRETTORE SERVIZIO GEODETICO IGM
INFO@GEOMIL.ESERCITO.DIFESA.IT

ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE
Via CESARE BATTISTI, 10 FIRENZE IT

INTERVISTA A CURA DI RENZO CARLUCCI
DIRETTORE@RIVISTAGEOMEDIA.IT



Figura 8 - Sito dell'IGM dedicato alla RDN.

L'IGM ha già da tempo attivato un sito dedicato all'RDN (www.igmi.org - Servizio Geodetico - Nuovo sito RDN), nel quale sono disponibili le monografie di tutte le stazioni (fig. 8). Entro fine anno completeremo questo servizio consentendo, come previsto dall'EUREF, anche lo scarico dei dati RINEX a 30"