

Catasto, GPS, Archivio misure e sistemi di riferimento

di Domenico Santarsiero

L'evoluzione delle tecnologie al di fuori della Pubblica Amministrazione corre ad un ritmo inverosimile, se ad esempio si considera che c'è chi ha già pensato e realizzato una guida georeferenziata dei prodotti DOP (Denominazione d'Origine Protetta) pronta all'uso su uno qualsiasi tra la pletora di navigatori nati come funghi negli ultimi due anni. Non è invece disponibile alla stessa maniera la mappa catastale dell'intero territorio. Questo per motivi diversi e comprensibili, che gli addetti ai lavori ben conoscono. Il tema del Focus di questo numero di GEOmedia è specificamente legato al mondo delle informazioni catastali. Questo breve articolo vuole prendere in esame le ultime novità nell'ambito delle attività tecniche legate alla ricomposizione del sistema catastale, ed in particolare all'unificazione dei sistemi di riferimento.

Nel Convegno sulla situazione italiana del GPS, tenutosi a Roma il 20 marzo 2006 nell'Aula Magna dell'Università La Sapienza, Carlo Cannafoglia (Catasto) e Antonio Bottaro (SOGEI) hanno annunciato la costituzione di una rete nazionale GPS basata su tecnologia VRS, il cui scopo è quello di servire gli uffici territoriali del Catasto nell'ambito di attività di verifiche sul campo degli atti di aggiornamento cartografico e di eventuali misure necessarie alla ricomposizione cartografica.

Le metodologie da adottare sono state già in parte messe a punto, ed anticipate in una relazione presentata all'ASITA di Catania a firma Ferrante, Di Filippo, Gnesivo (Agenzia del Territorio) e Tufillaro (SOGEI). Un esteso articolo, unitamente ad ulteriori aggiornamenti, sarà pubblicato sul prossimo numero della rivista dell'Agenzia del Territorio.

II GPS

L'uso del GPS in ambito catastale inizia con una sperimentazione presentata sul Bollettino SIFET nel lontano '92, dove si anticipava l'immensa utilità di progettare e poi realizzare misure GPS lungo le diagonali o lungo i lati di una singola mappa catastale, al fine di rendere consistente la rete di misure geotopografiche che si forma in maniera *spontanea* dalla raccolta, disponibile negli archivi degli uffici, delle migliaia di misure tra punti fiduciali fornite dai professionisti, attraverso la procedura Pregeo nell'ambito della predisposizione degli atti di aggiornamento.

L'esperienza, condotta dal gruppo di specialisti della SOGEI che si occupava del Catasto Geometrico, portò già allora a concludere che la migliore soluzione per il consolidamento della rete spontanea (*propedeutica* alla *ricomposizione della mappa catastale*), si poteva realizzare con investimenti molto ridotti, a condizione di utilizzare le cosiddette *misurate* oggi disponibili sul sito web dell'Agenzia del Territorio, e la misura di una serie ridotta di *baseline GPS* che potevano fungere da *reference frame* di ordine zero. Tutto ciò, insieme alle competenze specifiche del gruppo di lavoro, ovvero alla già consolidata capacità di trattamento e compensazione delle centinaia di migliaia di dati geometrici e geotopografici presenti nell'archivio del Catasto, poteva permettere il calcolo della posizione e della precisione delle coordinate dei Punti Fiduciali, anticipando di oltre un decennio ciò che a breve verrà realizzato direttamente negli uffici periferici dell'Agenzia del Territorio con il supporto di procedure informatiche con elevati livelli di automazione, resi possibili, tra l'altro, dalla disponibilità ormai effettiva delle mappe catastali in forma digitale ed in forma numerica.

L'archivio delle misure e l'evoluzione del sistema

Se quanto descritto nel precedente paragrafo era virtualmente possibile già circa 14 anni fa, è anche vero che all'epoca le potenze di calcolo, le competenze, e le dotazioni strumentali degli uffici periferici non erano sufficienti a gestire l'intera operazione. Solo con l'avvento del sistema WEGIS gli uffici periferici dispongono realmente di un sistema di gestione cartografico di tipo numerico, e con esso dell'intero patrimonio delle mappe catastali in formato digitale (*raster*) e numerico (*vettoriale*).

Leggiamo dalla relazione presentata ad ASITA 2005 che *"gli atti di aggiornamento catastale realizzati dai professionisti dal 1989 ad oggi ammontano a circa 6.600.000, coinvolgendo circa 1.700.000 Punti Fiduciali con un totale di misure dirette di 17.400.000 circa"*. Una tale mole di dati non è certo semplice da impiegare, anche se suddivisa per aree omogenee e attraverso procedure informatiche organizzate in fasi diverse e contenenti funzioni di *data snooping* capaci di eliminare le misure grossolanamente errate ed anche quelle non poche *dissimulate*, prodotte da alcuni professionisti esperti nel realizzare le misure sulla carta piuttosto che sul campo.

In ogni caso dal punto di vista geometrico la possibilità di impiegare una parte di tali misure all'interno di un processo di determinazione della posizione dei Punti Fiduciali non è irrealistica, soprattutto se si guarda alle cosiddette *mutue distanze*, ossia le distanze misurate indirettamente dai professionisti nell'ambito di ciascun rilievo di aggiornamento. Tali elementi rappresentano quindi un valido patrimonio informativo da impiegare efficacemente nel processo di



Figura 1 - Il sito internet dell'Area di Geodesia e Geomatica dell'Università La Sapienza di Roma. Un ottimo sito per farsi un'idea delle reti permanenti GPS e del nuovo sistema di coordinate IGB00 (<http://w3.uniroma1.it/geodgeom/>).

consolidamento delle coordinate dei Punti Fiduciali. Com'è noto l'archivio delle Mutue Distanze (recentemente arricchito con le informazioni relative ai Mutui Dislivelli) ha caratteristiche dinamiche, poiché viene aggiornato quotidianamente da nuove misure tra Punti Fiduciali eseguite dai professionisti nell'ambito delle loro attività di rilievo connesse alla produzione degli atti di aggiornamento, e dai tecnici dell'Agenzia del Territorio, in occasione dei controlli sul terreno e delle procedure di collaudo.

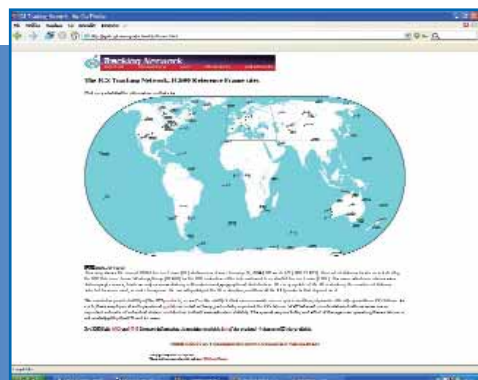


Figura 2 - Il sito internazionale di riferimento del servizio IGS, considerato il grande network di stazioni permanenti GPS mondiale. Dall'esperienza dell'IGS nasce l'idea delle coordinate IGB00 (<http://igsceb.jpl.nasa.gov/network/netindex.html>).

Sulla scorta di tali considerazioni è nata l'idea di una sperimentazione finalizzata alla derivazione delle coordinate stabili dei vertici di una maglia di Punti Fiduciali eseguita su una porzione limitata del territorio, esperienza il cui resoconto è la relazione presentata ad ASITA dai referenti dell'Agenzia del Territorio e di SOGEL.

Esaurita la fase sperimentale, la metodologia e le procedure di calcolo, saranno rese disponibili presso i sistemi informatici degli Uffici provinciali dell'Agenzia del Territorio, cosicché il personale tecnico degli Uffici, in piena autonomia, potrà procedere, con le accortezze di seguito illustrate, al consolidamento delle coordinate dei Punti Fiduciali.

Le metodologie operative e la procedura di calcolo

Si descrivono di seguito, il percorso metodologico e la procedura di calcolo presentati a Catania nel novembre 2005.

- ✓ Sulla base di un elenco di comuni viene estratto dalla TAF un grafico contenente tutti i Punti Fiduciali e tutti i collegamenti realizzati con le relative occorrenze.
- ✓ Su tale grafico vengono perimetrate interattivamente le aree caratterizzate da collegamenti continui e consistenti.
- ✓ Per ciascuna area, sulla base della perimetrazione precedente, vengono selezionate automaticamente le informazioni relative ai Punti Fiduciali (nome, coordinate, attendibilità) e le informazioni relative ai collegamenti tra i Punti Fiduciali (distanza, sqm, occorrenze) appartenenti all'area stessa ed al poligono che la identifica.
- ✓ Per ciascuna area viene eseguito un calcolo di compensazione intrinseco, a

minimi vincoli; la procedura di calcolo individua e conseguentemente elimina automaticamente le misure che non superano alcuni test statistici e, quando si verifica, i punti della rete che in seguito alla eliminazione delle misure risultino non più determinabili (ad esempio quelli con un solo collegamento). Il calcolo si conclude quando il semiasse maggiore delle ellissi di errore non supera per nessun punto della rete un prefissato valore.

- ✓ Individuazione dei Punti Fiduciali, tra quelli compensati intrinsecamente, appartenenti alla rete geodetica dell'IGM e del Catasto e di quelli caratterizzati dal codice di attendibilità inferiore a 10.
- ✓ Analisi strategica di tali punti rispetto alla rete dei collegamenti realizzati e selezione delle aree dove risulta opportuna l'istituzione di un vincolo.
- ✓ Sulla base delle coordinate compensate intrinsecamente e delle corrispondenti coordinate estratte dalle schede monografiche per i punti della rete geodetica o prelevate scrupolosamente sul supporto *originale di impianto* con metodi grafici per quelli con codice di attendibilità 10, si esegue il calcolo di rototraslazione conforme per la ricerca dei punti congruenti in relazione alle precisioni attese.
- ✓ Si ripete il calcolo di compensazione delle misure vincolando la rete ai soli punti della rete geodetica; qualora nell'area ricadano pochi punti di coordinate analitiche note o gli stessi risultino strategicamente non omogeneamente distribuiti, si prendono in considerazione anche i Punti Fiduciali caratterizzati da codice di attendibilità pari a 10; è appena il caso di evidenziare che i calcoli di compensazione vincolati sono sempre preceduti da calcoli di rototraslazione conforme al fine di selezionare i punti che danno più garanzia di coerenza ed affidabilità, cioè che realizzano una



Z=MAP



**STAZIONE FOTOGRAMMETRICA DIGITALE ITALIANA
PER LA PRODUZIONE DI DATI CARTOGRAFICI**

Fotogrammi aerei e terrestri
Immagini Satellitari
Strisciate Digitali ADS40
Scansioni Laser

Orientamento Interno, Esterno Relativo ed Assoluto, Triangolazione Aerea
Restituzione Stereoscopica, Navigazione Stereoscopica Multimodello
Ortofoto, Georeferenziazione, Ortomosaico, DEM, Profili, Sezioni
Correlazione Automatica, Gestione delle Superfici, DEM Italia a passo 90 mt

www.menci.com
info@menci.com

MENCISOFTWARE

Tel 0575 300552
Fax 0575 355832

buona sovrapposibilità tra le posizioni cartografiche e quelle calcolate.

- Le coordinate ottenute attraverso l'ultimo calcolo di compensazione vincolato, contraddistinte da un opportuno codice di attendibilità, che ne caratterizza la metodologia di calcolo, andranno a sostituire quelle presenti nell'archivio TAF. Con le stesse modalità attualmente in uso, tali dati compensati saranno quindi resi disponibili sul sito dell'Agenzia del Territorio.

I sistemi di riferimento

Una delle problematiche importanti che investono oggi tutto il mondo delle informazioni geografiche, geotopografiche e cartografiche, e quindi anche le problematiche legate alle informazioni catastali, è rappresentata dai *sistemi di riferimento*. Su questo fronte le posizioni ideologiche sono diverse tra gli attori del settore. Un confronto sul tema è avvenuto proprio nell'ultimo convegno sullo stato dell'arte delle reti GPS in Italia già citato (<http://w3.uniroma1.it/geodgeom>). È noto tra gli operatori che il cambio del sistema di riferimento è un evento eccezionale e di grande impatto un po' in tutte le direzioni, che deve essere giustificato da motivazioni di ordine pratico ed operativo non più rinviabili. In ambito catastale si hanno due situazioni ben distinte tra la cartografia e gli atti di aggiornamento; la cartografia del territorio nazionale come è noto è rappresentata per la gran parte nella proiezione Cassini-Soldner. Le mappe catastali sono riferite a circa 800 sistemi di riferimento (nel gergo *Origini Cassini-Soldner*) e di questi sistemi circa trenta sono di grande estensione. Solo alcune zone del territorio sono rappresentate nel sistema cartografico nazionale Gauss-Boaga, mentre per alcune porzioni di territorio è impiegata la rappresentazione di Flamsteed. Una piccola porzione del

territorio nazionale non ha una rappresentazione cartografica propriamente detta e ciascuna mappa relativa a tale porzione è dotata di un sistema di assi cartesiani.

Per il futuro si intravede la possibilità di unificare il sistema di rappresentazione della mappa catastale e trasformarlo nella proiezione nazionale Gauss-Boaga, anche se dovranno essere superate alcune difficoltà legate al fatto che nella trasformazione tra un sistema e l'altro cambia notevolmente la forma, l'orientamento e la superficie cartografica delle particelle. Non a caso all'epoca dell'istituzione del catasto particellare fu scelta la proiezione Cassini-Soldner applicata ad una serie di sistemi di assi (Origini): infatti la rappresentazione è equivalente (conserva le superfici) e la limitazione della lunghezza dell'asse Est consente di contenere la deformazione lineare ed angolare entro limiti inferiori alla precisione conseguibile con gli ordinari strumenti di misura (dell'epoca). Pertanto le grandezze angolari e lineari misurate sul campo e ridotte alla quota della superficie di riferimento possono essere introdotte direttamente nella mappa catastale Cassini-Soldner, senza operare calcoli di riduzione ed a condizione di *trasportare* gli azimut sommando angoli ad azimut dedotti dalle coordinate cartografiche.

Semplificando, oggi la convergenza delle tecnologie 3G (GPS, Glonass, Galileo), con quelle *geospaziali* sembrerebbe permettere di svincolare il concetto di rappresentazione dal classico concetto di cartografia. Un modello geospaziale è di per sé una cartografia navigabile, così come lo sono un file CAD o un file GIS, a parte le risoluzioni, il livello di dettaglio ed il livello metrico delle informazioni. Il problema cartografico dal punto di vista della rappresentazione nasce quando si decide di effettuare una stampa di tali

dati. Il tipo di proiezione è in linea di massima legato alla scala di stampa delle informazioni, al suo scopo e ad altri fattori collaterali. Pertanto un dato sistema di riferimento e rappresentazione non può essere considerato migliore o peggiore di un altro, ma semplicemente più o meno adeguato alla finalità per la quale è stato scelto.

Ma a monte delle rappresentazioni cartografiche la discussione coinvolge lo stesso Datum Geodetico.

Negli ultimi tempi si sta assistendo alla proposta di impiego delle coordinate cosiddette IGB00 per le reti di *Reference Station GPS* presenti in diverse regioni italiane. Su tale sistema si è sviluppata una grande polemica tra il mondo accademico e quello degli operatori del settore. Per questi ultimi tale approccio non è giustificato dal punto di vista operativo e sostanziale. Infatti le variazioni delle coordinate assolute di una reference station per effetto della compensazione globale basata sull'IGS (<http://igsceb.jpl.nasa.gov/network/netindex.html>), possono essere stimate in alcuni centimetri l'anno. Tali variazioni non hanno effetti pratici rilevanti per la maggior parte dei rilievi topografici, ma, al contrario impongono un processo di gestione dei parametri di trasformazione molto oneroso, soprattutto per gli operatori e per i lavori più comuni.

Conclusioni

Il mondo delle informazioni geospaziali è molto complesso, soprattutto se collegato alle transazioni sui beni immobili e ai catasti in generale. Alle semplificazioni tecniche non sempre corrispondono semplificazioni procedurali, normative e pratiche. Cercando di fare un paragone potremmo citare un poco conosciuto, ma bellissimo film inglese, dove un pastore protestante in un sermone dichiara ai fedeli che: "la cartografia è la biancheria intima di una nazione".

Se questo è vero cerchiamo di usare slip, tanga o boxer secondo le caratteristiche e le... occasioni più opportune....

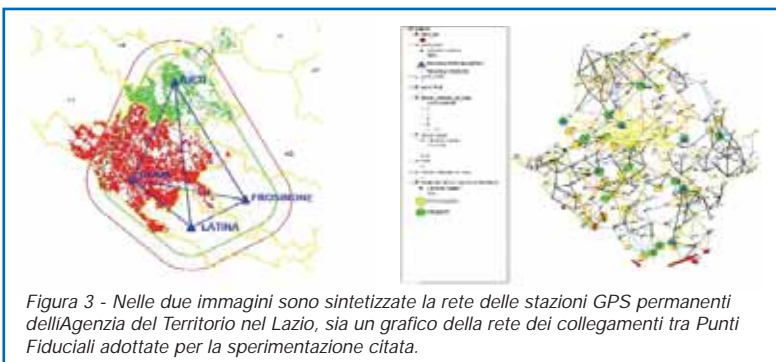


Figura 3 - Nelle due immagini sono sintetizzate la rete delle stazioni GPS permanenti dell'Agenzia del Territorio nel Lazio, sia un grafico della rete dei collegamenti tra Punti Fiduciali adottate per la sperimentazione citata.

Autori

DOMENICO SANTARSIERO
sandom@geo4all.it