

UNIFICAZIONE DEI SISTEMI D'ASSE CATASTALI DI PICCOLA ESTENSIONE.

LA PRODUZIONE PILOTA NEL PIEMONTE ORIENTALE

S. DI FILIPPO (*), F. FERRANTE (*), G. GARNERO (**), P. R. GNESIVO (*), S. RAO (***)

(*) AGENZIA DEL TERRITORIO – Largo Leopardi, 5 – 00100 ROMA

Tel 06 4777 5596, Fax 06 4777 5337 (sabatino.difilippo, flavio.ferrante, paolorosario.gnesivo) @agenziaterritorio.it

(**) UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TORINO - DEIAFA – V. Leonardo da Vinci, 44 – 10095 Grugliasco (TO)

Tel 011 670 5518, Fax 011 670 5516 – E-mail gabriele.garnero@unito.it

(***) REGIONE PIEMONTE – Settore Cartografico – C.so Orbassano, 336 – 10137 TORINO

Tel 011 432 6458, Fax 011 432 6462 – sebastiano.rao@regione.piemonte.it

Riassunto

Nel contesto delle attività promosse e finanziate dall'*IntesaGIS*, la Regione Piemonte ha attuato un programma relativo alla produzione pilota di un DB topografico su una consistente porzione di territorio appartenente al Piemonte Orientale - province di Vercelli, Alessandria e Novara - condotta adottando integralmente le specifiche approvate e disponibili sul sito dell'*Intesa*.

Le indicazioni risultanti sono fornite in un'altra memoria presentata in questo stesso Convegno.

Uno degli aspetti particolari di questa realizzazione è l'avvio della complessa procedura di integrazione tra i DB topografici e quelli catastali, già oggetto di studio di uno specifico gruppo di lavoro dell'*Intesa* (Area5/CTC), problematica sentita oggi da più parti come indifferibile e tanto più critica nelle zone caratterizzate dalla presenza di piccoli sistemi di assi catastali, relativi a volte anche solo ad un unico comune.

Nella produzione in oggetto, parallelamente alla realizzazione del DB topografico, sono state previste delle procedure, non presenti nei Capitoli *Intesa*, che normano l'acquisizione dei punti necessari alla determinazione dei parametri di trasformazione tra i sistemi d'asse catastale e il sistema UTM/WGS84.

Abstract

In the context of the activities promoted and financed by the *IntesaGIS*, the Piemonte Region has started a program aimed to the experimental production of a topographical DB on a consisting portion of territory pertaining to the Eastern Piemonte - provinces of Vercelli, Alessandria and Novara - executed adopting the technical rules approved of and available on the *IntesaGIS* website. The production is still in course, and soon will be supplied the preliminary results.

One of the particular characteristic of this realization is the start of a complex procedure of integration between the topographical and cadastral DB, already studied by a specific work group of the *IntesaGIS* (Area5/CTC), a critical problem, particularly in areas characterized by many little systems of cadastral axes, sometimes in the same administrative district.

In the production , in parallel with the realization of the topographical DB, have been prepared procedures not present in *IntesaGIS* chapters, than rules the acquisition of the points necessary to the determination of the parameters of transformation between a cadastral and UTM/WGS84 systems.

I sistemi di rappresentazione adottati dal Catasto Italiano

La risoluzione del problema della riunificazione delle reti catastali richiede un esame dei sistemi di rappresentazione adottati dal Catasto, che corrispondono anche ai sistemi di coordinate che occorre prendere in considerazione ai fini dell'esecuzione dei relativi calcoli.

Da questo punto di vista si può evidenziare che le rappresentazioni cartografiche utilizzate nei diversi periodi di formazione delle mappe catastali sono state:

1. *la rappresentazione di Sanson-Flamsteed*, quella cioè utilizzata dall'IGM per la formazione della Carta d'Italia.

Come è noto, in questa rappresentazione le coordinate di un punto si ottengono rettificando sul piano l'arco di parallelo e l'arco di meridiano che collegano tale punto al vertice assunto come origine. Nel caso di zone di limitata estensione, il calcolo della lunghezza degli archi indicati si ottiene molto facilmente attraverso le coordinate geografiche.

Il sistema di rappresentazione conduce ad una cartografia equivalente.

Esso fu però presto abbandonato per l'elevato numero di sistemi di assi di riferimento di piccola estensione, ben 146 in 3 province, che fu necessario istituire da parte del Catasto per contenere le deformazioni cartografiche entro i limiti dell'errore di graficismo;

2. *la rappresentazione di Cassini-Soldner*, utilizzata per la realizzazione della stragrande maggioranza delle mappe catastali. Tale rappresentazione conduce ad una cartografia a filattica e tuttavia si rivela particolarmente adatta per le applicazioni catastali, poiché le coordinate Cassini-Soldner coincidono, ricordiamo, con le coordinate geodetiche rettangolari, cosicché utilizzando queste ultime per il calcolo delle reti di inquadramento nel campo sferico, si possono immediatamente dislocare sul piano della rappresentazione, senza ulteriori calcoli, i punti trigonometrici al momento della costruzione delle mappe. Inoltre, com'è ben noto, risultano semplici i calcoli per il passaggio da coordinate geodetiche polari a coordinate geodetiche rettangolari.

Poiché, in generale, utilizzando misure eseguite sulla superficie terrestre, un nuovo vertice viene collegato a un punto noto per azimuth e distanza, quindi sostanzialmente per coordinate polari, risulta semplice in definitiva determinare, per tale vertice, le coordinate geodetiche rettangolari, ossia, in altri termini, le coordinate cartografiche Cassini-Soldner dello stesso per riportarlo sulla mappa;

3. *la rappresentazione di Gauss-Boaga*, utilizzata dal Catasto a far tempo dal 1946, a seguito delle determinazioni assunte dalla Commissione Geodetica Italiana per la disciplina della produzione della cartografia nazionale.

In anni più recenti si è posto un ulteriore problema connesso alla realizzazione della cartografia degli Enti territoriali (Regioni, Province, Comuni) in proiezione UTM/ED50 e, più recentemente, nel sistema UTM/WGS84, il che comporta la considerazione della trasformazione delle coordinate dai sistemi di rappresentazione catastale anche a quest'ultimo sistema e viceversa.

L'impiego della nuova metodologia di rilevamento satellitare GPS nello specifico settore dei rilevamenti catastali di aggiornamento è stato in effetti recentemente disciplinato con Provvedimento dell'Agenzia del Territorio del 3.12.2003, pubblicato sulla G.U. n. 285 del 9.12.2003, che ha regolamentato l'utilizzo della metodologia GPS e l'acquisizione ed il trattamento dei dati altimetrici dei rilevamenti topografici finalizzati alla redazione degli atti di aggiornamento catastale.

La pianificazione delle attività di riunificazione dei sistemi di riferimento catastali

Gli algoritmi di calcolo adottati dall'Agenzia del Territorio sono esposti nelle pubblicazioni citate in Bibliografia.

Il metodo consiste fundamentalmente nel ricondursi all'uso del piano della rappresentazione di Gauss e nell'impiego di punti noti nei due sistemi di coordinate tra cui si vuole eseguire la trasformazione.

Tale metodologia, assolutamente rigorosa sotto l'aspetto scientifico, prescinde dalla conoscenza della differenza di orientamento tra gli ellissoidi di riferimento nonché delle coordinate geografiche dell'origine del sistema d'asse catastale ed inoltre è, in generale, consigliabile anche quando si disponesse di tali dati. La ricerca dei parametri di trasformazione viene infatti condotta con metodi probabilistici.

Come appare evidente, la soluzione del problema passa sostanzialmente attraverso l'esecuzione di una "semina" di punti in doppie coordinate, su cui fondare l'applicazione degli algoritmi di trasformazione.

Soprattutto nel caso dei piccoli sistemi d'asse catastali, appare fondamentale procedere alla definizione delle modalità operative per l'individuazione delle coordinate dei punti della "semina", quelle catastali mediante lettura sui fogli catastali originali d'impianto, quelle di altri sistemi (Gauss-Boaga e/o UTM WGS84) mediante campagne di misura GPS.

In questo settore si colloca l'attività sperimentale che l'Agenzia sta sviluppando nella Regione Piemonte, che illustriamo nel seguito.

Descrizione del lavoro

L'intervento ha riguardato la zona Nord-Est del Piemonte, compresa nelle province di Alessandria, Novara e Vercelli, al cui interno ricadono 123 Comuni di cui:

- 66 hanno l'origine delle coordinate catastali all'interno del proprio territorio;
- 30 hanno l'origine sul *Punto Ideale n. 1*;
- 22 hanno l'origine in Alessandria;
- 2 hanno l'origine in Vignale Monferrato.

Le attività sono state normate dal seguente articolo del CdO che regola la produzione del DB Topografico, che prevede:

1.8. Misura degli elementi necessari alla determinazione dei piccoli sistemi d'asse catastali

Al fine di tenere in conto della particolare situazione del Piemonte, nella quale i sistemi di riferimento catastali sono costituiti da una molteplicità di sistemi d'asse differenti dei quali non sono noti gli elementi geodetici, è prevista la misura, con tecnica GPS, di un congruo numero di punti per ogni sistema d'asse, tale da consentire, a valle delle operazioni di misura, la determinazione di tali parametri (operazione non contemplata nella presente prestazione). I sistemi d'asse della zona sono generalmente su base comunale, o al più su base di 2-3 comuni, e per ogni sistema d'asse l'Agenzia del Territorio competente metterà a disposizione 15-20 schizzi monografici di punti individuati sulle mappe originali d'impianto, tra i quali l'Impresa dovrà provvedere alla misura, utilizzando le metodologie descritte nel punto 3.5, delle posizioni di almeno 10 punti per ogni sistema d'asse, distribuiti in modo da costituire una copertura sufficientemente omogenea sul territorio. Di tali punti dovrà essere redatta una monografia con caratteristiche analoghe a quelle prescritte nel punto 3.7, integrata dall'indicazione delle coordinate e dell'estratto nel sistema catastale. Al fine di costituire delle economie, è possibile che i suddetti punti, se ne rivestono le caratteristiche, possano essere utilizzati anche come punti di appoggio.

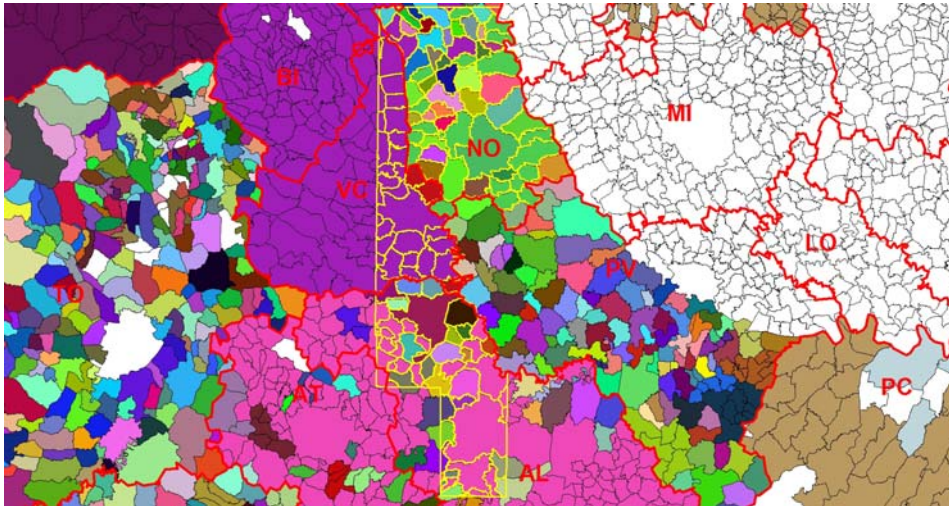


Fig. 1: La zona d'intervento e l'individuazione dei sistemi catastali

Al fine di garantire la miglior precisione nella determinazione dei parametri di trasformazione è opportuno riferirsi, invece che alla cartografia catastale nella sua attualità, al solo sottoinsieme di informazioni che appartengono all'impianto: tale criterio nasce dalla considerazione che gli interventi locali di conservazione non possiedono una precisione omogenea e possono, a volte, aver anche deteriorato localmente la precisione della mappa. Le cartografie di impianto sono invece sostanzialmente omogenee in termini di precisione, e si prestano quindi meglio per la stima dei parametri di trasformazione relativi all'intero sistema.

Da parte della Ditta incaricata dell'esecuzione delle misure sono stati individuati i fogli di mappa, appartenenti agli originali di impianto, omogeneamente distribuiti rispetto a ogni singolo sistema d'asse catastale, dove ricadevano un numero sufficiente di punti facilmente individuabili e ancora riscontrabili sul terreno.

La scelta dei punti da determinare è stata eseguita in tre fasi distinte:

- sulla CTR 1:10000 della zona in oggetto sono stati individuati i limiti provinciali e comunali; i comuni sono stati raggruppati in relazione al sistema di riferimento in cui ricadevano. Successivamente sono stati evidenziati dei punti distribuiti il più possibile in modo uniforme all'interno delle aree suddette;
- presso l'Ufficio del Territorio di ciascuna provincia interessata, tramite i quadri d'unione dei fogli su base comunale, sono stati individuati i fogli di mappa sui quali ricadevano i punti precedentemente individuati; quindi, a mezzo fotocopia o raster o VAS, sono state eseguite le copie dai copioni di visura aggiornati;
- a questo punto sono stati confrontati questi estratti delle mappe aggiornate con i fogli originali d'impianto e sono stati evidenziati quegli elementi che ancora risultavano presenti e non modificati nel tempo.

Queste operazioni hanno richiesto circa due giorni di lavoro presso l'ufficio provinciale di Vercelli (dotato di mappe catastali in formato vettoriale), di circa una settimana presso l'ufficio di Novara e di circa quattro giorni presso quello di Alessandria, dotati questi ultimi di cartografia in formato raster.

Una volta evidenziati i punti, normalmente spigoli di fabbricati, definiti con le suddette caratteristiche, si è proceduto alle operazioni di misura in campagna.

Strumentazione e metodologia

Per la misura dei punti sono stati impiegati due moderni ricevitori GPS a doppia frequenza mod. *Leica 1200* con tecnologia RTK.

Sono stati complessivamente determinati 1045 punti in tutta l'area interessata, distribuiti omogeneamente per ciascun piccolo sistema di riferimento catastale.

La distanza media tra i punti di dettaglio da determinare e i punti della rete geodetica di riferimento è risultata essere di circa 7 km; soltanto 13 delle 1045 misure realizzate hanno superato i 20 Km, mantenendosi comunque sotto i 30 Km.

Laddove le condizioni ambientali sono state ottimali (numero di satelliti superiore o uguale a 5, buon livello del segnale telefonico, facilità di accesso e di riconoscibilità del punto scelto), i tempi di esecuzione della misura sono risultati molto contenuti, nell'ordine dei 5 minuti. Invece nelle zone in cui anche soltanto una di queste condizioni è venuta a mancare, i tempi si sono notevolmente dilatati: alcune misure sono state realizzate soltanto dopo una permanenza in loco di circa 30 minuti.

Si stima che con tale metodologia la precisione dei punti determinati possa essere valutata dell'ordine di 5-10 cm.

Per ciascun punto misurato è stata predisposta una monografia contenente le seguenti informazioni :

- coordinate geografiche WGS84 e coordinate cartografiche UTM/WGS84;
- indicazione del comune e codice dell'origine catastale;
- indicazione di foglio e particella su cui ricade il punto;
- descrizione del punto;
- documentazione fotografica.

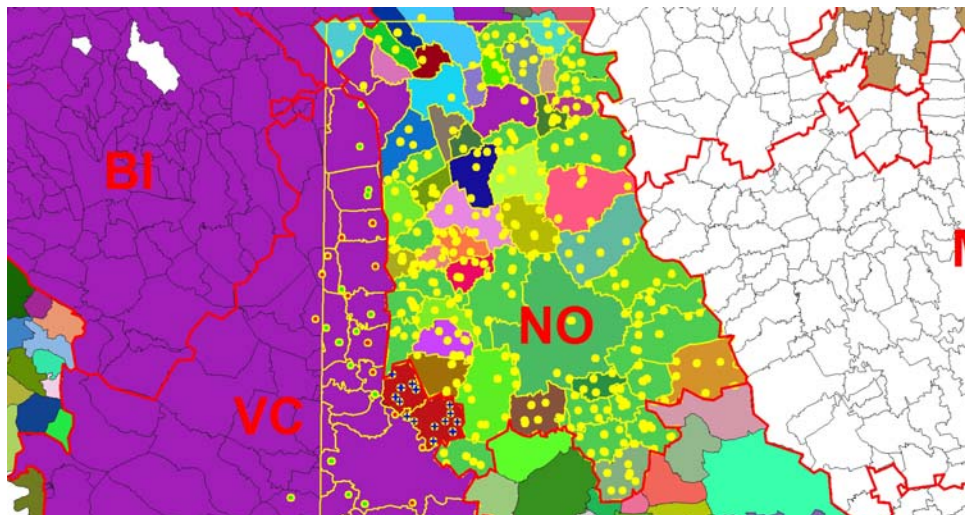


Fig. 2: localizzazione dei punti determinati

La fase di ricerca degli elementi presso gli uffici del Territorio non ha presentato grandi difficoltà, in quanto vi è stata la piena disponibilità degli Uffici del Territorio, che hanno messo a disposizione sia le mappe aggiornate sia le canapine originali d'impianto, generalmente non accessibili al pubblico.

La fase di misurazione in campagna ha invece presentato alcune problematiche:

- in primo luogo non sempre è stato possibile determinare quei particolari evidenziati sulla cartografia, in quanto:
 - è necessario porre molta attenzione all'effettiva consistenza degli edifici, che dall'impianto a oggi possono aver subito trasformazioni e demolizioni anche parziali;
 - alcune cascine sono inaccessibili o perché completamente isolate in quanto abbandonate, o perché totalmente recintate, o perché viene negato l'accesso da parte del proprietario;
- in secondo luogo la mancanza di copertura della rete telefonica GSM o l'assenza di visibilità per un numero sufficiente di satelliti ha reso difficoltosa la determinazione di alcuni punti,

specialmente all'interno dei centri urbani. Tale problema è stato risolto con una variazione nella localizzazione dei punti da determinare, con conseguente variazione nell'omogeneità nella distribuzione dei punti stessi.

Anche al fine di consentire una maggiore flessibilità nella variazione delle localizzazioni pianificate dei singoli punti, può essere interessante, e non solo per questo motivo, proporre un'acquisizione generalizzata degli originali di impianto, in modo da poter consentire alle squadre che lavorano in campagna la consultazione di questo fondamentale documento, ottenendo per di più lo scopo di arrestarne il degrado e consentirne una più agevole consultazione anche da parte del pubblico.

La lettura delle coordinate catastali dagli originali di impianto è invece stata eseguita *in toto* a cura dei singoli Uffici periferici dell'Agenzia.

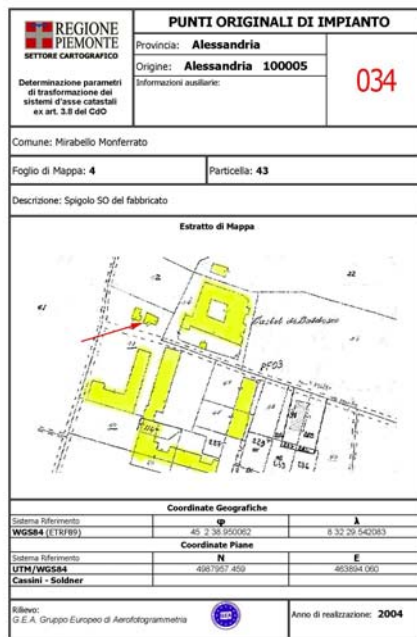


Fig. 3: esempio delle monografie prodotte

Note sulla elaborazione preliminare

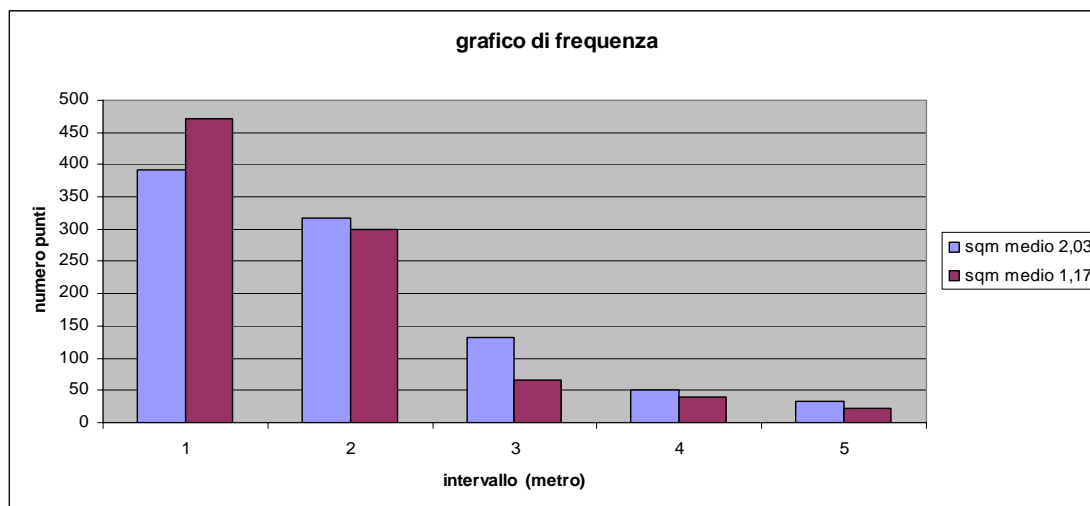
Le elaborazioni finora eseguite hanno avuto il solo scopo di individuare i punti utili alla stima dei coefficienti di passaggio, così come descritto in premessa; per tale scopo e tenendo conto delle modeste estensioni dei sistemi di assi catastali oggetto dell'intervento, per ciascun sistema di assi catastale è stata eseguita una rototraslazione conforme con variazione di scala isotropa.

Non si ritiene opportuno per ragioni di spazio pubblicare le tabelle analitiche delle singole elaborazioni eseguite. Si riportano unicamente le seguenti considerazioni:

- complessivamente sono risultati disponibili per l'elaborazione 1045 punti;
- per ogni sistema di assi, sono stati elaborati inizialmente tutti i punti, provvedendo a scartare, con successive iterazioni del calcolo, i punti che fornivano gli scarti maggiori;
- sono state valutate due diverse filosofie di operazione:
 - o la prima, di eliminare punti con elevato residuo fino a ottenere, per ciascuna rototraslazione, l'RMS_X e l'RMS_Y inferiori a 1 metro (*Metodo_1*), con l'accortezza di mantenere una copertura uniforme dei punti sull'intera area interessata dalla trasformazione delle coordinate, evitando, nei limiti del possibile, zone di territorio eccessivamente esterne rispetto alla rete dei punti determinati;
 - o la seconda, eliminare i punti che presentassero, dopo la prima iterazione di calcolo, scarti superiori ai 10 m (*Metodo_2*);

I risultati complessivi sono riportati nella tabella che segue, che va letta come numero di punti compresi nell'intervallo indicato dalla prima riga:

Intervallo	0-1 m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	4-5 m	5-10 m	> 10 m	tot
Metodo_1	392	318	133	51	32	47	72	1045
Metodo_2	471	299	67	39	21	70	77	1044



I valori assunti per definire gli intervalli della tabella sopra riportati sono stati stabiliti in armonia ai valori delle tolleranze impiegate per formazione delle mappe catastali – vedi tabella allegata all'"Istruzione sulla poligonazione" – che considerano ammissibili valori contenuti entro qualche metro rispetto alle coordinate della rete di inquadramento.

Considerazioni conclusive

Come si evince dalla tabella e dal diagramma sopra riportati, i risultati ottenuti sono da considerarsi coerenti con quelli attesi

Infatti i valori di soglia assunti per mantenere i residui del calcolo alla stessa stregua di errori grossolani (*Metodo_2*) prospettata, sono da considerarsi coerenti con i limiti di tolleranza ammessi nelle operazioni topografiche svolte per la formazione della mappa catastale.

E' bene ricordare in questa sede che le tolleranze catastali sono state definite proprio in funzione della realizzazione di una cartografia a grande scala che comunque fornisce informazioni sulla posizione dei punti in relazione alla distanza di questi dai vertici della rete di inquadramento, mantenendo costante tuttavia la relazione tra punti vicini.

Il confronto delle coordinate catastali con quelle determinate con metodologia GPS, caratterizzate da grande uniformità di precisioni, evidenzia quindi una dispersione di residui che risulta ampiamente nelle quantità attese.

L'argomento è di grande attualità nel quadro ad esempio delle problematiche connesse all'interoperabilità tra banche dati cartografiche formate in diversi periodi e con riferimento a modalità tecniche di misura e di calcolo che hanno mantenuto costantemente una coerenza intrinseca nello stabilire le mutue relazioni tra punti, ma che presentano diversità di comportamento quando l'attenzione si sposta alla definizione delle posizioni assolute dei punti.

Su questo tema occorrerà procedere ad ulteriori analisi che comunque richiedono, come nella fattispecie, la considerazione della intera massa di dati in una ottica di analisi delle risultanze secondo i canonici principi della statistica.

Una riflessione a parte deve essere infine fatta sulla cospicua quantità di punti risultati grossolanamente errati.

Infatti l'analisi delle cause ha evidenziato una concomitanza di fattori: incertezza nella individuazione dei punti rilevati sulla mappa originale di impianto, imprecisione nella lettura delle coordinate eseguita con metodi manuali, ambiguità nella definizione univoca dei punti introdotta dall'impiego degli schemi ausiliari, ecc..

Risulta pertanto evidente che per l'estensione della metodologia illustrata a tutti i piccoli sistemi di assi catastali, dovranno essere rispettate le seguenti accortezze:

- impiego di schemi ausiliari auto controllati (doppia base GPS)
- lettura digitale delle coordinate previa scansione e georeferenziazione della mappa originale di impianto
- individuazione dei punti da rilevare sulla mappa catastale di impianto eseguita direttamente sul terreno con l'ausilio di estratti della mappa catastale di impianto.

Bibliografia

Agenzia del Territorio, *Provvedimento 19 marzo 2003: "Definizione dei nuovi prezzi di vendita della cartografia catastale"*, G.U. del 29.03.2003, Serie generale – n. 74.

Agenzia del Territorio, *Provvedimento 3 dicembre 2003: "Procedura Pregeo 8 per la presentazione degli atti di aggiornamento catastali, l'aggiornamento automatico della cartografia catastale ed il trattamento dei dati altimetrici e GPS"*, G.U. del 09.12.2003, Serie generale – n. 285.

Cannafoglia, C.; Fabrizi, C.; Ferrante, F.: *Guida per il rilievo Catastale di aggiornamento* – Tomo Edizioni, 1989.

Di Filippo, S.: *Il nuovo sistema di gestione della cartografia catastale*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 1, 2002.

Di Filippo, S.: *Situazione attuale e prospettive della cartografia catastale nell'ottica della riunificazione dei sistemi di riferimento*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 2, 2004.

Di Filippo, S., Ferrante, F., Gnesivo, P.R.: *L'evoluzione del nuovo sistema cartografico del Catasto*, Atti 7.a Conferenza Nazionale ASITA, Verona, ottobre 2003.

Di Filippo, S.; Ferrante, F.; Gnesivo, P. R.: *Le attività di frontiera per un nuovo futuro della cartografia catastale*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 2, 2005.

Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE., *Istruzione sulla poligonazione*, Istituto Poligrafico dello Stato, 1969.

Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE., *Istruzione sul rilevamento particellare*, Istituto Poligrafico dello Stato, 1953.

Direzione Generale del Catasto e dei SS.TT.EE., *Istruzione per il rilievo catastale di aggiornamento*, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, 1989.

Paroli, A.: *Metodi e strumenti di rilevamento nei 70 anni di formazione del Catasto terreni*, Rivista del Catasto e dei Servizi Tecnici Erariali, n. 4, 1958.

Garnero, G.; Rao, S.: *La produzione pilota della CTRN del Piemonte sulla base delle specifiche IntesaGIS*, Convegno Nazionale AIC, Trieste, 2005.

Garnero, G.; Giordano, E.; Rao, S.: *La produzione pilota della CTRN del Piemonte sulla base delle specifiche IntesaGIS*, IX Conferenza Nazionale ASITA, Catania, novembre 2005

Di Filippo, S.: *Sul passaggio delle coordinate plano-cartografiche catastali al sistema WGS84 e viceversa*, Rivista dell'Agenzia del Territorio, n. 1, 2003.