

Confronti tra tecniche topografiche e cartografiche per l'inserimento

Daniele Baccini(*), Valerio Baiocchi(*), Paola Camuccio(**), Antonio Ceglia(*),
Loredana Liso(**)

(*) Area Geodesia e Geomatica, DITS, Sapienza Università di Roma, Via Eudossiana 18, 00184 Roma, Tel. 0644585068, fax 0664585515, e-mail, valerio.baiocchi@uniroma1.it

(**) Provincia di Roma, Dip. IV "Servizi di Tutela Ambientale" Servizio 2 "Tutela delle acque, suolo e risorse idriche", Via Tiburtina, 691 - 00159 Roma tel. 0667663326, fax 0667663112, e-mail: l.liso@provincia.roma.it

Riassunto

Nell'ambito delle proprie competenze gli enti locali rilasciano autorizzazioni e concessioni per l'utilizzo di acqua da pozzo per vari usi tra cui l'uso idropotabile a consumo umano. Tali pozzi in base a disposizioni di legge devono essere salvaguardati da aree di tutela e di rispetto; le quali, in mancanza di studi più dettagliati ed approfonditi, debbono essere considerate in un buffer di 10 e 200 metri dall'opera di presa. La definizione di tale fasce comporta restrizioni anche di notevole importanza per la dislocazione di alcune attività. Ad esempio, la normativa vieta in esse di rilasciare l'autorizzazione ad altre opere di presa per evitare il depauperamento delle falde. E' quindi abbastanza evidente come sia di strategica importanza poter definire la posizione dei punti di presa con precisione perlomeno metrica ma, preferibilmente sub.metrica. Questo contributo vuole indagare quali siano le metodologie più efficienti per ottenere tali precisioni, su un numero elevato di punti (anche centinaia). Tale studio si configura quindi come uno studio pilota per stabilire le metodologie più efficienti per un'eventuale estensione dei rilievi a tutti i comuni della Provincia di Roma. Partendo da una valutazione delle tecniche attualmente disponibili, è stata successivamente eseguita una serie di prove su dati reali partendo da due comuni campione del territorio della Provincia di Roma: Genzano di Roma e Velletri. Sono state confrontate tecniche basate sull'uso di cartografie georiferite a scala mediogrande (1:10000, 1:5000), per poi passare ad utilizzare ortofoto satellitari ad alta risoluzione liberamente disponibili su web (Google Earth®) e successivamente tecniche topografiche quali l'uso di GPS differenziali post processing ed RTK e Stazioni integrate tipo Smart Station®.

Abstract

Among its duties local administrations release authorizations and concessions for the use of well water for various uses among which the use for human consumption. Such wells, according the law, must be protected defining different areas of respect around the wells themselves; such buffers, in lack of more detailed studies, must be considered as a circular area of 10 and 200 meters from the site. The definition of such buffers also involves restrictions of notable importance for the settlement of some activities. For instance it's not allowed to release the authorization to other wells to avoid the impoverishment of the stratum. It's therefore evident the importance of the correct positioning of the wells with at least metric precision. This contribution wants to investigate what are the most efficient methodologies for achieving such precisions, on an elevated number of points (up to hundreds). Starting from an evaluation of the currently available techniques, it has been performed a series of tests on actual wells in the territory of two municipal administrations: Genzano di Roma and Velletri. Different techniques were compared as the use of medium to high scale digital cartographies to topographical survey techniques, the use of differential GPS post processing and RTK and integrated stations as Smart Station®.

Introduzione

Il presente lavoro, ha riguardato l'individuazione cartografica di impianti di captazione d'acqua per uso potabile, destinata al consumo umano. Scopo di questo lavoro è quello di accertare la posizione cartografica di una serie di pozzi idropotabili e di conseguenza le relative aree di salvaguardia. Attualmente, i diversi enti interessati all'argomento utilizzano sistemi cartografici e tecniche di posizionamento differenti. Questo ha portato una sovrapposizione di dati spesso con un elevato grado di indeterminazione, da qui la necessità di studiare il sistema cartografico e le tecniche più appropriate per poter correttamente georiferire le posizioni delle captazioni.

La normativa (D.Lgs. 152/06) prevede per la salvaguardia della captazione, la delimitazione di aree di tutela assoluta e di rispetto, ed in assenza di studi idrogeologici più dettagliati si utilizza il criterio geometrico che definisce, una circonferenza di dieci e duecento metri rispettivamente intorno al punto di captazione. A causa dei vincoli da imporre a queste aree, in particolare per l'area di tutela assoluta, è necessario studiare metodologie di georeferenziazione in grado di garantire una localizzazione sub metrica degli impianti.

Nello studio sono state valutate alcune tra le possibili tecnologie di posizionamento in particolare:

- l'impiego di immagini satellitari ad alta risoluzione (Google Earth®)
- utilizzo di cartografie tecniche regionali scala 1:10000 e 1:5000 georiferite in ambiente GIS *open source*
- uso del GPS in modalità Real time e Post Processing
- impiego di stazione integrata, completa di ricevitore GPS geodetico, tipo SmartStation® di Leica.

Le tecniche riportate sono state ordinate secondo gli oneri strumentali e temporali, parametri non secondari in quanto tale studio si configura, come uno studio pilota per stabilire le metodologie più efficienti per un'eventuale estensione dei rilievi ai rimanenti comuni della Provincia di Roma. I posizionamenti sulle cartografie e sulle immagini satellitari sono stati eseguiti in funzione delle indicazioni presenti sulle documentazioni fornite dall'ente richiedente al momento della denuncia, mentre per l'impiego di GPS o stazione integrata è invece ovviamente stato necessario il rilievo di campagna. L'accuratezza centimetrica assicurata dai rilievi effettuati mediante ricevitori GPS geodetici o *SmartStation* è da considerarsi pienamente adeguata per gli scopi in studio ed è stata quindi considerata quale riferimento per gli altri sistemi di georeferenziazione.

Georeferenziazione mediante l'uso di immagini *Google earth*

Le uniche indicazioni disponibili per georiferire i punti di presa sono contenute nelle denunce presentate dai comuni, su tali documenti sono normalmente presenti stralci cartografici tecnici e catastali atti ad individuare gli impianti sul territorio. In alcuni casi sono anche presenti coordinate atte ad ubicare le opere espresse in sistemi di riferimento e con precisioni molto variabili. Quando presenti, tali dati sono stati utilizzati per una prima ubicazione sulla base delle ortofoto disponibili attraverso il programma Google Earth. Come è noto tali ortofoto presentano accuratèzze molto variabili (Potere, 2008) che generalmente possono essere considerate prudenzialmente non maggiori di 20 metri, in base a queste considerazioni si può dedurre che comunque le georeferenziazioni su base Google Earth non possano presentare accuratezza idonee allo studio in oggetto. Si è in ogni caso deciso di sperimentare quali fossero gli scostamenti rispetto ai posizionamenti secondo denuncia, per verificare se questa prima operazione potesse comunque migliorare l'accuratezza assoluta di posizionamento. E' inoltre importante osservare che, nonostante la ridotta accuratezza di georeferenziazione, le immagini di Google Earth sono molto spesso di recente acquisizione ed il loro costante aggiornamento le rende comunque un utile strumento di analisi delle modifiche del territorio. Da una prima verifica dei posizionamenti eseguiti sulle ortofoto, rispetto ai circa quaranta punti successivamente acquisiti mediante GPS geodetici o *SmartStation* si può valutare una media degli scarti di circa 7 m per la coordinata N e di -3 m per la E, con una deviazione standard di circa 7.5 m per entrambe.

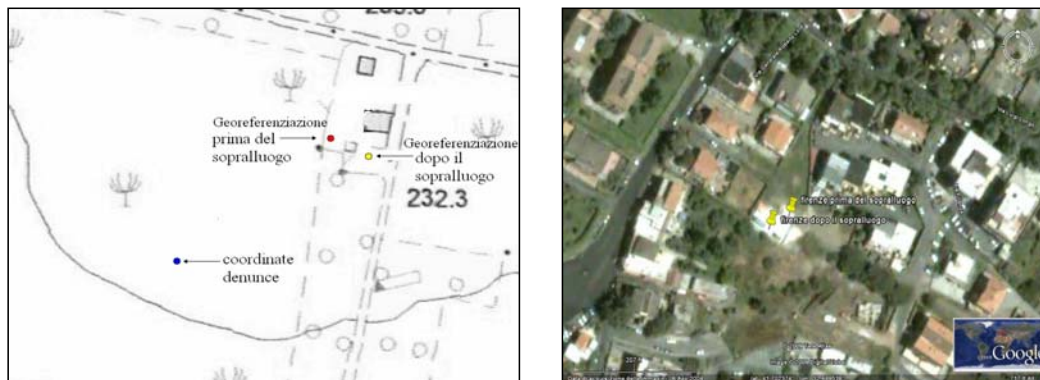


Figura 1- Miglioramento del posizionamento prima e dopo il sopralluogo e rispetto alle coordinate denunce sulla CTR 1:5000 (sinistra) e sulle immagini GoogleEarth®

Si deve considerare che questo è un caso particolare di georeferenziazione mediante immagini satellitari ortorettificate, infatti, mentre normalmente le verifiche di accuratezza vengono eseguite su particolari facilmente riconoscibili e quindi collimabili sulla foto, in questo specifico caso gli impianti spesso non sono facilmente identificabili ed incerto ne risulta quindi il posizionamento. Per valutare, almeno in parte, l'effetto del difficile riconoscimento e per testare comunque tutti le possibili procedure di rilievo, tutti i punti sono stati collimati prima e dopo il sopralluogo sugli impianti stessi. Si è potuto riscontrare che il sopralluogo e quindi la maggiore conoscenza del sito, ha permesso un miglior riconoscimento del posizionamento (Fig. 1).

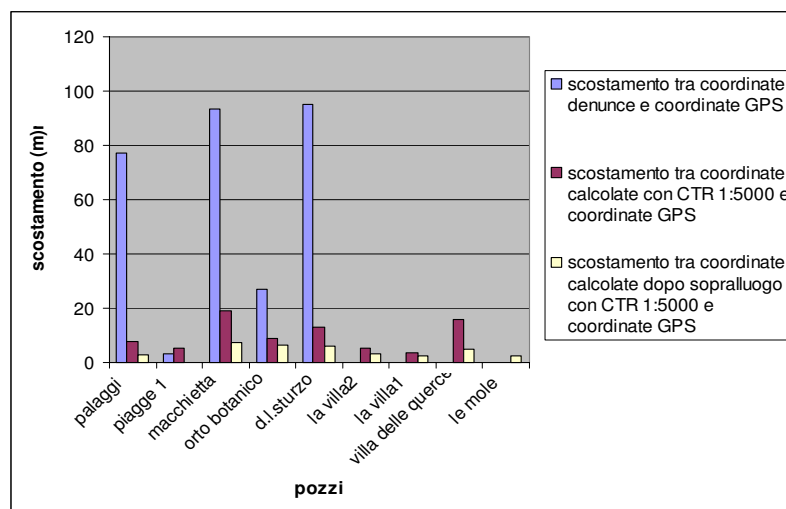


Tabella 2- Scostamenti tra coordinate denunce (ove specificate), CTR e GPS

Tale miglioramento non incide significativamente sugli scostamenti rispetto ai punti GPS, ma ha permesso di ubicare sulle ortofoto alcuni punti (circa il 30% del totale) che non era stato possibile ubicare nella precedente fase a causa della difficile riconoscibilità e della mancanza di coordinate sulle denunce.

Georeferenziazione su Carta Tecnica Regionale (CTR) scala 1:5000

Gli stessi test descritti nel precedente paragrafo per le ortofoto di *Google Earth* sono stati eseguiti utilizzando quali basi georiferite gli elementi della nuova cartografia scala 1:5000 realizzata dalla Regione Lazio.

Tale cartografia, di recente rilascio, è attualmente disponibile in formato raster georiferita in coordinate Gauss-Boaga secondo lo standard Tiff-Tfw. La scala nominale della carta dovrebbe garantire un'accuratezza di 1 metro e tale valore dovrebbe essere mantenuto dalla georeferenziazione raster che si ritiene effettuata sulla base degli elementi originali di restituzione. Il posizionamento degli impianti su queste basi cartografiche dovrebbe permettere quindi accuratze maggiori di quelle descritte nel paragrafo precedente ma l'aggiornamento di tali basi non è rapido e continuo come quello delle immagini *Google Earth*.

Comparando gli scostamenti delle misure effettuate con il GPS rispetto alle coordinate desunte dalle denunce (quando disponibili) e a quelle ottenute dalle CTR prima e dopo il sopralluogo (Tab. 2) si può osservare che le denunce presentano a volte valori incompatibili anche con cartografie a piccola scala e che, in questo caso, i sopralluoghi aumentano sensibilmente le accuratze delle georeferenziazioni, ma senza arrivare a valori dell'ordine del metro che sarebbero auspicabili per gli scopi in studio. Ciò si può spiegare considerando che in questo caso gli scostamenti rispetto ai valori GPS si ritiene siano dovuti principalmente alla difficoltà di individuare gli impianti sulla cartografia stessa, dato che l'accuratezza di posizionamento della cartografia è sicuramente superiore a quella delle ortofoto.

Rilievi mediante GPS e SmartStation

L'accuratezza e la precisione di posizionamento garantita dai ricevitori GNSS *Topcon Legacy*- E sono sicuramente più che adeguate alle specifiche necessità e quindi, come già detto, sono state considerate come riferimento per le altre metodologie di georeferenziazione. Le considerazioni che sono state fatte sono invece in termini di quali siano le migliori metodologie di rilievo in funzione dello specifico tipo di misura. Gli impianti da rilevare si trovano generalmente al di sotto del piano campagna o pochi decimetri sopra di esso, nel primo caso sono generalmente coperti da botole o tombini per cui alcune volte è complessa l'esatta individuazione.

In alcuni casi sono compresi all'interno di fabbricati o manufatti qualche metro al di sotto del piano campagna e pertanto difficilmente rilevabili mediante un semplice stazionamento GPS. Più in generale i siti si presentano spesso con occlusioni del cielo e quindi in condizioni non ideali per il classico rilievo GPS. Dei quaranta pozzi studiati, 32 sono stati rilevati mediante rilievo in modalità realtime RTK con tempi di rilievo inferiori ai dieci minuti, 4 sono stati rilevati in modalità *post-processing* per problemi di ricezione dalla rete di telefonia mobile e di ostruzioni alla costellazione GNSS, con tempi di rilievo variabili da 20 minuti (nel primo caso) ad 1 ora (nel secondo caso). Per i rimanenti quattro siti il rilievo GPS era impossibile o per problemi di ostruzioni parziale o completa del cielo oppure per difficile accessibilità agli impianti stessi. In entrambi i casi il rilievo dell'opera è stato possibile mediante stazione integrata munita di ricevitore GPS doppia frequenza, del tipo *SmartStation* della *Leica*. Tale apparecchiatura permette di rilevare in tempi rapidi anche punti su cui non sia possibile stazionare ottenendone le coordinate WGS84 in tempo reale, se l'area è coperta da una rete RTK; è comunque sempre possibile elaborare successivamente le misure in modalità *post processing*. In pratica il ricevitore GPS, la cui antenna integrata ha il centro di fase montato il più possibile coincidente con l'asse primario della stazione, calcola in tempo reale la posizione della stazione stessa la quale risulta quindi inquadrata a meno dell' indeterminazione sull'orientamento della stazione stessa.

Tale orientamento viene stimato in un secondo momento quando la stazione ed il ricevitore GPS vengono messi in stazione su un secondo punto già collimato dalla prima stazione. Ottenuto così l'inquadramento di entrambi gli stazionamenti è possibile rilevare con le classiche tecniche delle stazioni integrate ottenendo le coordinate dei punti rilevati in tempo reale (Fig. 3).

I tempi di rilievo in questa seconda modalità sono compresi tra quaranta minuti ed un'ora a causa della necessità di un doppio stazionamento per stimare l'orientamento della stazione stessa.

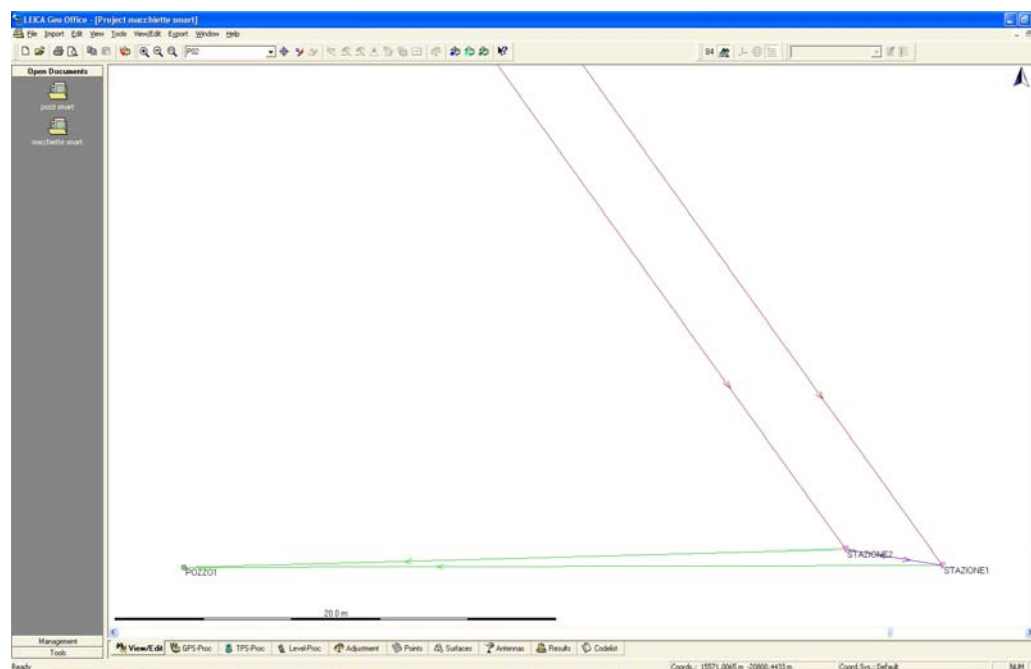


Figura 3 – Schema del rilievo mediante SmartStation la distanza non permette la contestuale rappresentazione della stazione permanente MOSE.

Costruzione e gestione del Database

La gestione dei file raster è stata eseguita in Gv-SIG software GIS *open-source* che gestisce tutti i formati ESRI e permette la costruzione di un database georiferito nel formato .shp della ESRI.

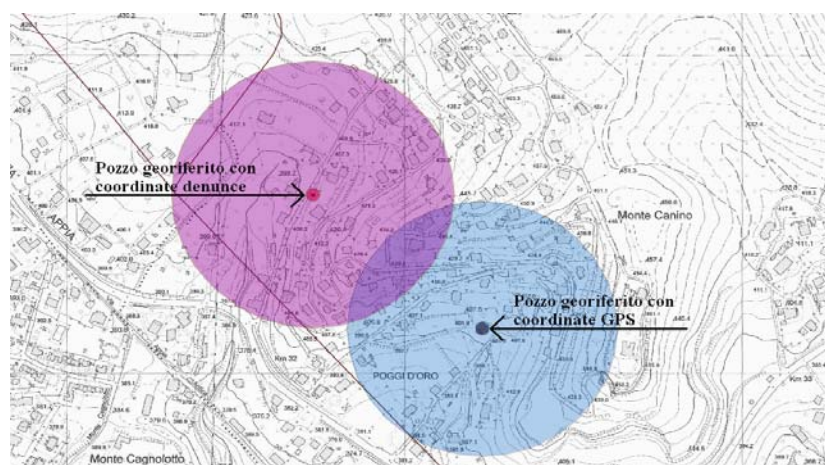


Figura 4- Perimetrazione delle aree di tutela con coordinate fornite e con coordinate GPS su base CTR 1:5000

Tale software ha permesso, mediante una semplice operazione di buffer, di perimetrare le aree di tutela evidenziando come in alcuni casi l'approssimazione delle coordinate disponibili determinava la collocazione parzialmente o totalmente errata delle aree stesse (Fig. 4). Contestualmente all'inserimento delle posizioni degli impianti, si è deciso di progettare la struttura del database che dovrà contenere tutte le informazioni utili all'amministrazione provinciale per monitorare la gestione della risorsa idrica. Tali informazioni, che possono essere di interesse per diversi uffici dell'amministrazione, sono state anche trasformate in formato KML che permette di visualizzarle in ambiente *Google Earth* (Fig. 5) da qualunque postazione pc, ricordando sempre i limiti di georeferenziazione del sistema stesso.

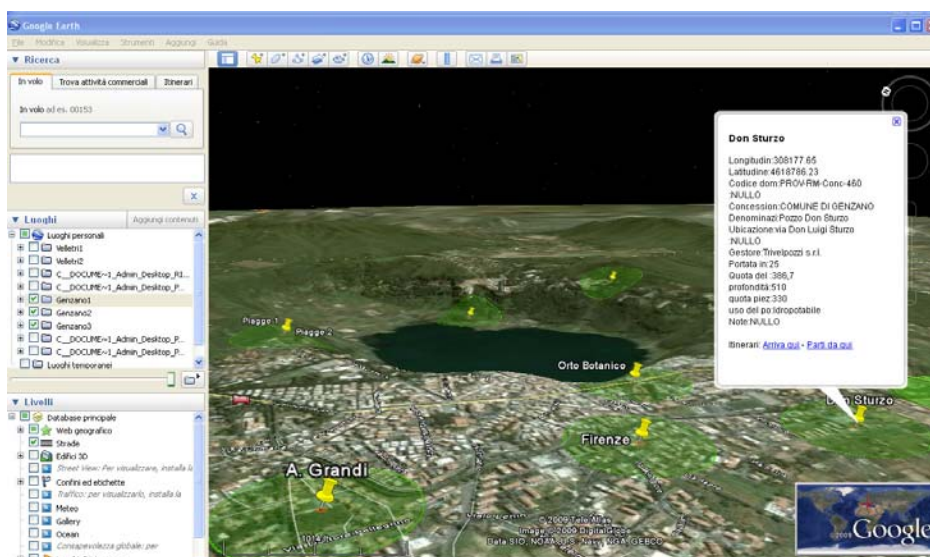


Figura 5- esportazione del database .SHP in formato .KML

Conclusioni

La necessaria accuratezza di posizionamento delle opere di presa sembra raggiungibile solo mediante rilievo di campagna. Il posizionamento mediante cartografie e/o ortofoto disponibili non permette le accuratezze necessarie per posizionare questo specifico tipo di impianti. Il rilievo mediante ricevitori GNSS RTK è possibile anche con personale non particolarmente specializzato ed in tempi rapidi ma necessita dello stazionamento sul posto con i relativi tempi e necessità di accesso. In alcuni casi la particolare ubicazione degli impianti suggerisce l'utilizzazione di strumentazioni quali la *SmartStation* che permettono anche di superare i problemi di accesso. In questo secondo caso i tempi di rilievo si allungano, ed aumentano le capacità richieste agli operatori. I dati così ottenuti potranno essere consultati mediante il software Gv-SIG o in ambiente *Google Earth* da operatori di diversa formazione.

Bibliografia.

David Potere (2008) *Horizontal Positional Accuracy of Google Earth's High-Resolution Imagery*, *Archive Sensors* 2008, 8, 7973-7981; DOI: 10.3390/s8127973
<http://code.google.com/intl/it/apis/kml/documentation/kmlreference.html>
http://www.urbanisticaecasa.regione.lazio.it/cartografia_on_line/

Ringraziamenti

Gli autori vogliono ringraziare la Leica Geosystem Italia per aver messo a disposizione la stazione *SmartStation*.