

Reti tecnologiche e mapping GIS

Una questione di metodo o di tecnologie?

Le reti tecnologiche rappresentano una realtà estremamente diversificata e di fondamentale importanza nelle moderne società urbane e rurali. Cosa sono in realtà le reti tecnologiche è presto detto: tutte quelle infrastrutture collettive e/o industriali che si caratterizzano per avere uno schema topologico a "rete". Cominciando dalla nostra casa, la rete tecnologica è rappresentata tanto dalla rete di cavi elettrici, quanto da quella formata dai tubi delle condutture dell'acqua, degli scarichi, del gas e dell'eventuale impianto centralizzato del riscaldamento e dell'aria condizionata, ma anche della rete telefonica e di ogni altro impianto. Su scala territoriale una rete tecnologica è rappresentata quindi da una complessità di componenti estremamente variegata, soprattutto se si pensa non solo alla rete di per sé, ma anche alle migliaia e migliaia di utenti ai quali una rete in genere è asservita.

Dal punto di vista delle informazioni geografiche di nostro interesse, ovviamente una rete tecnologica si compone d'informazioni puntuali (nodi) e d'informazioni lineari, che insieme rappresentano quelli che in genere vengono definiti come i grafi di rete. Ma le informazioni non sono tutte qui. Ciò almeno

a voler puntualizzare oltre all'aspetto meramente geografico, i diversi altri aspetti di natura specifica come i flussi della rete, oppure le diverse componenti tecnologiche e funzionali in essa presenti (centrali di raccolta, centrali di distribuzione, utenze, nodi di telecontrollo, etc.). Ovviamente dal punto di vista delle componenti GIS la gestione delle reti tecnologiche è quanto di più complesso possa esistere, stanti le molteplici componenti possibili in ciò che definiamo genericamente come reti tecnologiche, e che in linea generale possono essere classificate come segue:

- reti tecnologiche industriali (impianti);
- reti di distribuzione (acqua, gas, energia, etc.);
- reti di raccolta (fognature, canali di raccolta, etc.);
- reti tecnologiche IT e ICT.

Un discorso a parte si deve fare per le cosiddette *reti dei sottoservizi*, che rappresentano una delle problematiche sulle quali si è posta l'attenzione da parte degli operatori della pubblica amministrazione negli ultimi anni, tanto da sfociare in un decreto legge che detta alcune delle regole atte a razionalizzare appunto la gestione e la realizzazione delle reti dei sottoservizi delle nostre città. Dal punto di

La gestione delle reti tecnologiche si organizza all'interno di un processo di gestione del dato estremamente complesso e orientato alle attività di conoscenza, progettazione e gestione delle diverse esigenze dei gestori e degli utenti. Il rilievo e posizionamento geografico del dato, così come la manutenzione programmata, investono operazioni di mapping GIS sia nella fase di formazione della banca dati, sia nella successiva verifica e manutenzione periodica dello stato di funzionalità della rete. L'articolo prende in esame l'intero processo di rilievo impiegando le tecnologie GPS opportunamente integrate da altri tipi di misure sia dirette che indirette, misure e dati che serviranno sia a popolare le banche dati GIS, sia alla formazione degli elaborati tecnici CAD.

vista della gestione, infatti, le reti tecnologiche presenti nel sottosuolo rappresentano un vecchio ed annoso problema, che oltre ad impattare sul funzionamento e sulla gestione, impatta soprattutto sulla razionalizzazione degli interventi, con ripercussioni fortissime sia sulle questioni della mobilità che sulla gestione della sicurezza e delle emergenze. Quanti di noi infatti assistono quotidianamente al problema dei molteplici scavi stradali sulle medesime tratte cittadine che tanti disordini creano al traffico? E questo è dovuto sia alla mancanza di coordinamento tra i diversi operatori, sia e soprattutto alla non corretta gestione da parte delle pubbliche amministrazioni locali del problema "reti". Da molti anni si parla di soluzioni pratiche come i "tunnel di servizio" o di soluzioni di gestione come i sistemi informativi coordinati, ma solo da poco ci si è avviati ai cosiddetti piani PUGGS¹, e pochissimi sono i comuni sopra i 30.000 abitanti che hanno realizzato norme ad hoc per la gestione della cartografia delle reti dei sottoservizi. Molti di più sono i comuni che non hanno una mappa aggiornata delle loro reti di sottoservizi. Ciò con enorme svantaggio, se non alcune volte danni reali, di tutte le fasi di gestione e programmazione degli interventi, così come nella gestione di situazioni d'emergenza o della semplice manutenzione. Conoscere il sottosuolo, quindi, rilevarlo e rappresentarlo attraverso un'appropriata cartografia, può essere spesso significativo e di vitale importanza, tanto in città storicamente complesse come Roma, Firenze, etc., quanto soprattutto nelle moderne metropoli dove reti e impianti tecnolo-



gici rappresentano la struttura vitale della città stessa.

Il ciclo di vita del dato nelle reti tecnologiche e di servizio

Nella realizzazione di un sistema di gestione per reti tecnologiche, nella maggior parte delle situazioni ci troveremo a dover prendere in esame la validità dei dati acquisiti nella prima formazione della banca dati informativa, anche in epoche precedenti, come pure sarà necessario elaborare procedure operative su come eseguire la raccolta dei dati, nonché definire i parametri in base ai quali i dati stessi siano da considerare obsoleti e perciò da riaggiornare. Ciò in linea di massima si coniuga con l'esigenza di un processo temporalmente definito, in cui i dati rilevati sul campo dovranno essere verificati e aggiornati.

I fattori che contribuiscono all'invecchiamento delle informazioni non sono peraltro solo quelli riconducibili al trascorrere del tempo rispetto all'epoca nella quale sono state acquisite le informazioni sulle diverse entità costituenti la rete, bensì possono ricondursi ad altre circostanze come ad esempio un cambio di struttura del data base, oppure il sorgere di esigenze diverse e non previste in fase di progetto. Come è possibile vedere in fig.1, il problema di avere una banca dati informativa aggiornata si inquadra in un più ampio problema di gestione del ciclo di vita delle informazioni, che inizia con il progetto della banca dati e termina con l'aggiornamento ciclico delle informazioni significative. Per tenere conto delle diverse problematiche legate al ciclo di vita del dato è necessario quindi tener presente quanto segue:

- il ciclo di vita del dato è legato alle diverse reti tecnologiche prese in esame;
- le variabili significative riguardano le tipologie di reti, le tipologie di sensoristica e di dati, le tipologie di flussi di dati, le tipologie di utenti;
- il disegno della banca dati, gli aggiornamenti programmati, etc.

Le problematiche da affrontare nella realizzazione di un progetto di mapping GIS relativamente al ciclo di vita del dato si differenziano tra loro in funzione delle diverse fasi in cui il progetto stesso si articola: come può evincersi dai diagrammi di fig.1, per la fase di creazione ex-novo della banca dati oc-

correrà definire regole e procedure diverse rispetto alle successive fasi di aggiornamento ciclico dei dati e di manutenzione della banca dati stessa. L'uso del GPS e delle procedure di campo si diversificano in funzione delle due macrofasi. Infatti nella prima formazione della banca dati si tratta di rilevare ex-novo e con le precisioni adeguate le informazioni previste dalla banca dati e dal cosiddetto *data dictionary* caricato a bordo degli apparati GPS palmari. In questo caso il GPS assume il ruolo primario di strumento per il rilievo delle coordinate, mentre nella successiva fase di aggiornamento delle informazioni, l'apparato GPS assume innanzitutto il ruolo di sistema di navigazione che guida l'operatore verso gli oggetti territoriali da verificare ed eventualmente aggiornare, secondo le regole definite all'interno del project management stabilito.

Dalla formazione della banca dati alla manutenzione programmata

Il progetto integrale di un sistema di gestione cartografico di reti tecnologiche, dalla scelta del tipo di sistema alla formazione della prima banca dati, è cosa complessa e strettamente legata alla tipologia di rete da rappresentare e alle esigenze specifiche del committente, così come l'interconnessione con il sistema centrale di gestione e/o con altri sistemi informativi interdepartimentali. E' consolidato ormai che il miglior sistema di gestione di informazioni territoriali è rappresentato da un sistema GIS personalizzato e integrato nelle diverse procedure di gestione dell'ente gestore della rete. In linea di massima, quindi, la realizzazione di un sistema di gestione prevede lo sviluppo di attività progettuali ed esecutive quali:

- analisi delle esigenze e disegno del DB della rete in funzione del livello di gestione, di integrazione e di interconnessione con i sistemi interdepartimentali dell'ente;
- analisi delle esigenze lato utenze;
- progettazione del DB;
- realizzazione delle fasi di popolazione del



Fig 1 - Ciclo di vita dei dati Mapping GIS

DB per via diretta (acquisizione sul campo) e per via indiretta (acquisizione dati di archivio).

A quest'ultima fase dedichiamo la conclusione di quest'articolo, visti la natura geomatica e GIS della rivista e il tema focus di questo numero.

Il rilievo sul campo: mapping GIS e GPS

Le attività nelle quali si articola il processo di rilievo e realizzazione di mappe informatizzate per reti di servizi tecnologici del sottosuolo urbano sono fondamentalmente le seguenti:

- individuazione della cartografia di base ove riportare tracciati e manufatti delle reti oggetto del rilievo;
- georeferenziazione della cartografia;
- definizione e disegno del data base di ausilio al rilievo diretto sul campo;
- attività di georeferenziazione sul campo, mediante GPS, delle entità caratteristiche della rete;
- correzione differenziale delle coordinate GPS rilevate;
- restituzione dei dati rilevati sia su DB che su base cartografica;

- validazione delle informazioni raccolte e programmazione degli aggiornamenti temporali.

La cartografia di base

La scelta della cartografia di base è legata alle caratteristiche ed alle dimensioni dei manufatti da rappresentare.

E' opportuno inoltre che la cartografia di base disponga al suo interno di punti quotati, meglio se ubicati in corrispondenza degli assi stradali.

Un'ulteriore complicazione può essere rappresentata dalla determinazione delle quote con il GPS. Ciò in quanto, fornendo il GPS quote ellissoidiche, queste vanno corrette applicando la correzione geoidica locale, mediante l'acquisizione dei parametri presso l'IGMI o il calcolo di parametri locali.

Oltre al problema delle quote, operando con il GPS è necessario determinare i parametri di passaggio tra il sistema nativo del GPS (WGS84) e quello della cartografia adottata, problema che può facilmente risolversi attraverso applicativi come CARTLAB 2 o, in casi e per esigenze di precisione diverse, mediante il rilievo di alcuni punti a coordinate note forniti dall'amministrazione o recuperati mediante richiesta specifica agli organi cartografici regionali o provinciali.

Il data base

Preliminarmente alla realizzazione di interventi di rilievo, è necessaria la definizione della struttura del data base laddove fosse assente, oltre alla individuazione di elementi caratteristici quali:

- le entità – i manufatti e gli "oggetti" caratteristici della rete (ad es. i pozzetti di una rete fognaria, i punti di adduzione e le saracinesche di un acquedotto) che, definiti all'interno di un sistema GIS o su una mappa, contribuiscono ad indivi-

duarne con precisione le caratteristiche peculiari tecniche per la sua gestione;

- gli attributi – gli attributi e le caratteristiche delle "entità" che bisognerà rilevare sul campo, nella fase di rilievo ex-novo o nella fase di controllo e aggiornamento dei dati.

La georeferenziazione delle reti

Il rilievo delle reti è oggi facilmente realizzabile con l'ausilio di un ricevitore GPS di classe adeguata alla precisione richiesta, ed in genere di tipo impiegato in operazioni di mapping GIS. L'individuazione del tipo di ricevitore con il quale il rilievo dovrà essere effettuato, oltre ad eventuali altre strumentazioni di corredo (ad es. misuratori laser per rilievo di punti inaccessibili, bussole, triplometri, etc.), farà parte delle attività di progetto e propeudetiche alla realizzazione del lavoro.

La preferenza dovrà essere data, specie per rilievi da effettuarsi in ambito urbano, a ricevitori GPS a singola o doppia frequenza con precisione submetrica e correzione differenziale. L'effettivo vantaggio del GPS nel caso di rilievi di reti di sottoservizi, oltre alla facilità d'uso rispetto agli strumenti topografici tradizionali, è quello di garantire un rilievo omogeneo e indipendente da eventuali cartografie non aggiornate o, a volte, errate.

Per quanto riguarda ancora la scelta di un ricevitore GPS portatile per l'esecuzione di rilievi in ambito urbano, altra caratteristica da tener presente è il numero di canali di cui dispone, che deve essere sufficientemente elevato da consentirgli di ricevere i segnali di più satelliti. Nei casi di non visibilità dei satelliti, o di manufatti inaccessibili, è buona cosa dotarsi di un misuratore laser che, agevolmente, a partire da un allineamento o da due punti determinati con il GPS può permettere il posizionamento del manufatto.

Infine, per conseguire la massima precisione possibile nella restituzione del rilievo, è indispensabile effettuare la correzione differenziale, sia mediante post-processamento dei dati raccolti, che eventualmente in tempo reale. Per la correzione in tempo reale si può far ricorso a servizi come quello offerto dai satelliti geostazionari della rete europea EGNOS, o a servizi di altri operatori, mentre per la correzione in post-processamento si può far ricorso ai dati di stazioni GPS Permanenti resi disponibili da diverse soggetti pubblici e/o privati. Degno di nota al riguardo è il servizio messo a disposizione gratuitamente dall'Università della California, che pubblica giornalmente i dati di stazioni GPS permanenti dislocate in diverse parti del globo, tra cui l'Italia, sotto forma di file in formato RINEX. Nel caso del software GPS PathFinder Office di Trimble, la procedura è in grado di identificare la stazione GPS permanente più vicina all'area del rilievo e facilitare così il download dei dati.

Risolti quindi i problemi della strumentazione GPS, occorre inserire al suo interno il data base precedentemente creato per la raccolta dei dati relativi alla rete di sottoservizi da rilevare. Per l'inserimento dei dati relativi ad un particolare manufatto, sarà sufficiente quindi che l'operatore si posizioni sul medesimo e ne acquisisca le coordinate, procedendo poi a completare la raccolta delle informazioni sulla rete oggetto del rilievo, provvedendo a riempire tutti i campi della scheda di raccolta dati.

Nel caso dell'aggiornamento dei dati o in operazioni di controllo, il GPS andrà impiegato anche in modalità di navigazione. Non è infrequente, infatti, che manufatti appartenenti ad una rete finiscano per essere occultati a seguito di lavori di rifacimento della sede stradale o di aratura dei campi. In questo caso, fa-

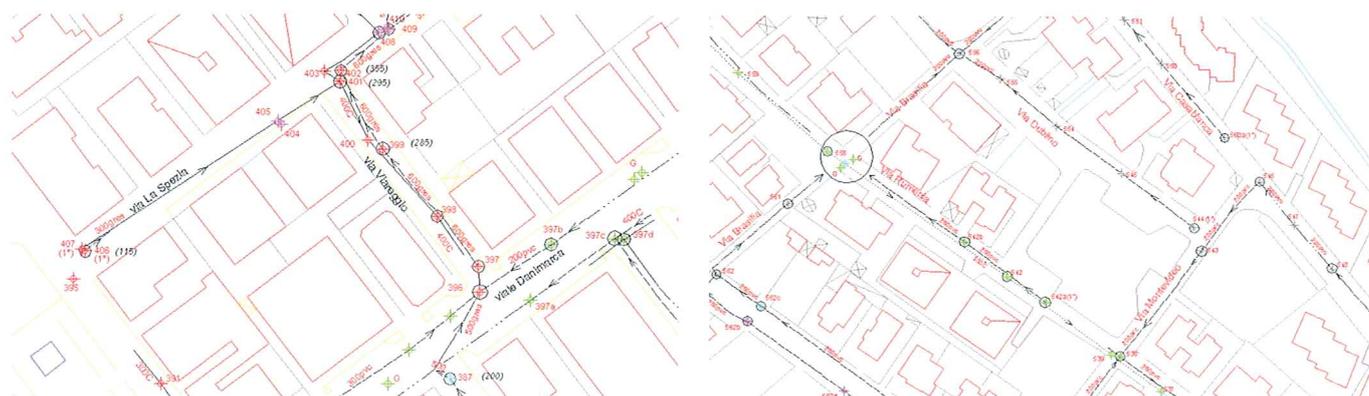


Fig 2 - Cartografia di rete con i vettori dei flussi

cendo ricorso al modulo di navigazione GPS e alla correzione differenziale in tempo reale, si può risalire alla posizione dei manufatti da ispezionare anche con precisione submetrica.

La restituzione dei dati

La restituzione del rilievo su campo avviene quindi per fasi diverse in funzione delle procedure adottate e, in linea di massima, potranno essere individuate tra le seguenti:

- correzione dei dati GPS mediante calcolo differenziale;
- trasformazione delle coordinate acquisite secondo il datum e la proiezione adottata dal sistema di gestione centralizzato (SIT, etc.);
- normalizzazione dei dati del DB ed eventuale verifica e correzione degli stessi secondo gli appunti di campagna;
- generazione del DB file necessario al caricamento nel sistema di gestione;
- eventuale restituzione cartografica dei punti della rete rilevata e delle diverse tipologie di dati (nodi, poligoni, aree, vettori, etc.).

E' utile ricordare che nella maggior parte dei casi i software di trattamento dati già prevedono tutte le fasi standard di processamento (sia quelle di correzione vera e propria dei dati GPS, che quelle di trasformazione delle coordinate da datum e proiezioni diverse). Nella maggior parte dei casi sono disponibili anche diversi formati fisici di restituzioni delle informazioni, adatti alla maggior parte delle piattaforme GIS e CAD disponibili sul mercato come ArcINFO, DXF, dBASE, SHP, MIF, etc.

Aggiornamento e manutenzione programmata

Nell'ambito delle attività di gestione di informazioni territoriali e/o di reti tecnologiche e di attività a livello di mapping GIS, un ruolo centrale rivestono le fasi di aggiornamento, verifica e manutenzione programmata. Infatti una volta realizzato il rilievo ex-novo su campo delle entità oggetto del lavoro, il ciclo di vita del dato è legato ad eventuali variazioni dei parametri caratteristici. Queste possono verificarsi periodicamente, o in caso di eventi specifici come variazioni di progetto, calamità, etc.

Dal punto di vista procedurale le fasi di verifica e aggiornamento dei dati consistono quindi in attività diverse dal rilievo e, in linea di massima, risultano così organizzate:

- selezione del set di dati da verificare sul campo (tabelle, attributi, coordinate);



- trasferimento del set di dati in forma di DB georeferenziati (SHP, DBF, MIF, etc.) alle unità *mobile GPS* che dovranno essere impiegate dalle squadre di intervento;
- attività di navigazione GPS verso i diversi punti ed entità DB da verificare sul campo;
- riconoscimento dell'oggetto da verificare e rilievo dei parametri concordati in fase di pianificazione della verifica;
- normalizzazione, verifica e aggiornamento della banca dati centrale con i nuovi dati rilevati.

Le attività di mapping GIS orientate all'aggiornamento dei dati si collocano in una

posizione particolare all'interno del processo stesso del lavoro. Infatti, a differenza delle fasi di rilievo ex-novo di una rete o di DB territoriali in genere, in cui è necessario garantire una certa precisione e validità del posizionamento GPS, nelle fasi di verifica nella maggior parte dei casi non si tratta di rilevare ex-novo le coordinate, bensì di verificare i parametri caratteristici dell'oggetto del rilievo. Pertanto le funzioni proprie del mapping GIS adottate saranno orientate ad individuare sul territorio l'entità geografica di interesse (si pensi al fatto che l'operatore può cambiare ogni volta). E' un problema di navigazione di prossimità all'oggetto del rilievo che presupp-

Manufatto/Oggetto	Tipologia oggetto	Attributi	Tipologia attributi	Valori predefiniti
POZZETTO	Punto	● Indirizzo	Testo	
		● Tipo fognatura	Menu	Bianca Nera Mista
		● Fondo stradale	Menu	Asfalto Cemento Sterrato Aiuola Campo Altro
		● Ubicazione	Menu	Centro strada Margine carreggiata Parcheggio Altro
		● Dimensioni	Menu	80cm. circolare 70 cm circolare 60x60 cm. 50x50 cm. Altro
		● Data ultima visita	Gg/mm/aa	
		● Numero progressivo	Numerico	
		● Note	Testo	
	● Stato conservazione	Menu	Buono Discreto Fatiscente	
GRIGLIA	Punto	Vedi pozzetto	Vedi pozzetto	Vedi pozzetto
PUNTO FIDUCIALE	Punto	● Indirizzo	Testo	
		● Note	Testo	
SCARICO	Punto	● Tipo di fognature	Menu	Bianca Nera Mista
		● Corpo ricettore	Menu	Mare Fosso
		● Note	Testo	

Fig 3 - Tabella degli attributi da rilevare sul campo per una rete fognaria

pone precisioni tipiche di 3-5 m facilmente ottenibili con apparati anche di basso costo.

Nel caso delle soluzioni Trimble si adotteranno, ad esempio, per le fasi di rilievo apparati della classe GEOEXPLORER in grado di posizionamenti anche dell'ordine dei 20 cm, mentre nelle fasi di verifica sul campo si potrà agevolmente adottare una soluzione che comprenda un sistema mobile tipo RECON asservito ad un apparato GPS di basso costo come il PathFinder. In questo caso infatti, quello che più conta nell'eseguire la procedura di aggiornamento dei dati, non è tanto il rilievo delle coordinate che sono state fissate a suo tempo con la precisione adeguata al lavoro, bensì la verifica degli "attributi". Si tratta di affrontare un problema tipico degli apparati GPS di navigazione, vale a dire la guida delle squadre di intervento nelle vicinanze dell'entità geometrica DB oggetto della verifica.

Conclusioni

La tecnologia del rilievo satellitare e la disponibilità di GPS portatili di ultima generazione - per la loro accessibilità economica, facilità di impiego e integrabilità con i più diffusi applicativi GIS, oltre che per i livelli di precisione oggi conseguibili nel posizionamento di oggetti sul territorio - rendono questi ultimi uno strumento di sicuro interesse per la gestione delle reti di sottoservizi.

E' auspicabile che dal loro impiego e dalla loro diffusione possa provenire un nuovo e maggiore impulso all'attività di mappatura delle reti da parte dei gestori, al fine di consentire a questi ultimi di dare concreta attuazione ad obblighi di legge che rischierebbero altrimenti di rimanere solo "sulla carta", come pure di garantire ai gestori stessi ed alle collettività da loro servite, una gestione delle reti e del territorio più efficiente e più razionale.

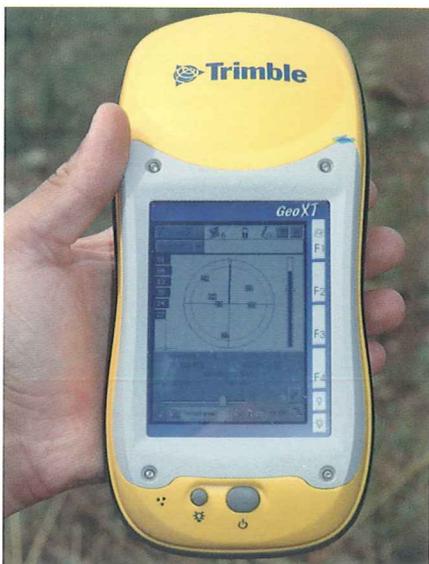


Fig 4 - Lo skyplot dei satelliti in vista

Il rilievo GPS e la mappatura di una rete di sottoservizi: le esperienze di Pomezia e Ladispoli.

Oltre 3.000 pozzetti della rete fognaria rilevati con il ricevitore GPS GEO XT di Trimble, circa 200 Km. di condotte individuate e riportate su carta nell'arco di 6 mesi: sono questi i numeri principali dell'esperienza condotta nel Comune di Pomezia dagli autori dell'articolo.

Il tutto nell'ambito di un progetto pilota promosso dalla Segreteria Tecnico Operativa dell'Autorità di Ambito Territoriale Lazio 2, ente che in virtù della legge 36/94 (Legge Galli sulla riorganizzazione dei servizi idrici, di depurazione e di fognatura) esercita funzioni di controllo sull'attività delle società di gestione dei suddetti servizi nel territorio di propria competenza (Roma ed i comuni della Provincia), nonché di promozione di studi e ricerche per garantire che l'attività di gestione dalle medesime società espletate, si uniformi a criteri di qualità e di economicità.

In particolare, con l'esperienza di Pomezia la S.T.O. di ATO2 Lazio ha voluto, in collaborazione con l'Ufficio Ambiente del Comune e la società SACECCAV, concessionaria del servizio di gestione della locale rete fognaria, sperimentare concretamente la possibilità di impiego di ricevitori GPS portatili per il rilievo di una rete di servizi su un territorio vasto e variegato dal punto di vista delle tipologie edilizie presenti. In particolare si è voluto porre attenzione ai risultati conseguibili in termini di precisione nell'ubicazione dei manufatti costituenti la rete specie in ambiti densamente urbanizzati, caratterizzati dalla presenza di diversi ostacoli alla perfetta ricezione del segnale GPS.

Sulla scorta dei risultati positivi ottenuti a Pomezia, l'esperienza del rilievo delle reti fognarie mediante ricevitore GPS portatile prosegue attualmente nel Comune di Ladispoli, dove entro fine anno sarà ultimato il rilievo della rete fognaria comunale, commissionato dalla società che gestisce localmente il servizio idrico integrato, Flavia Acque s.r.l.

Non sono peraltro finora mancati gli impieghi da parte dei gestori delle due reti fognarie, come pure da parte dei due Comuni interessati, delle informazioni raccolte in sede di rilievo, facilitati e resi possibili anche dal fatto di poter disporre di tali informazioni su un'unica base cartografica georeferenziata, anziché, come avveniva in precedenza, su elaborati cartacei di dubbia interpretazione, privi di collegamento fra loro e talvolta lacunososi.

A Pomezia per il gestore della rete fognaria è stato possibile risolvere, sulla base delle nuove mappe disponibili, alcune insufficienze manifestatesi in alcuni tratti della rete fognaria dei quali peraltro non si conoscevano con esattezza i percorsi, a Ladispoli è avvenuto altrettanto per una parte della rete fognaria comunale posta a servizio di un quartiere residenziale soggetto in passato ad allagamenti sulla cui origine è stato possibile far luce grazie alle informazioni raccolte in sede di rilievo.

Queste esperienze testimoniano sicuramente delle notevoli possibilità insite nel rilievo GPS delle reti di sottoservizi e nella mappatura di questi ultimi su basi georeferenziate mediante applicativi GIS, avendo ben presente che tali possibilità possono essere sfruttate a pieno tanto più quanto il gestore della rete di sottoservizi da rilevare venga coinvolto attivamente sia nella fase di progettazione sia nella fase di realizzazione del rilievo, anziché riceverlo dall'esterno come un prodotto già pronto.

Senza contare che il ruolo del gestore di una rete di sottoservizi è fondamentale per l'aggiornamento continuo delle informazioni contenute nella base dati relativa alla rete stessa e che, senza tale aggiornamento continuo, reso più semplice per il gestore stesso dal poter disporre di strumenti potenti e di uso non specialistico come i ricevitori GPS portatili, tutti gli sforzi fatti per riportare su un'unica base cartografica tante informazioni utili per la gestione, rischiano di essere ben presto vanificati.

Autori

ANNA MARIA BRUNA

Geologa, laureata presso l'Università "La Sapienza" di Roma, svolge attività come libera professionista nei settori dell'idrogeologia, della prevenzione del rischio idrogeologico, della geotecnica.

Via Monviso, 34 - 00048 Nettuno (RM) - tel. 06/9805665 - annamariabruna@libero.it

GASPARO BURGIO

Ingegnere civile idraulico, laureato presso l'Università "La Sapienza" di Roma. Attualmente svolge attività come libero professionista occupandosi di progettazione e realizzazione di acquedotti e fognature.

Via degli Oleandri, 13 - 00042 Anzio (RM) - tel. 06/9873237 - gaspareburgio@libero.it

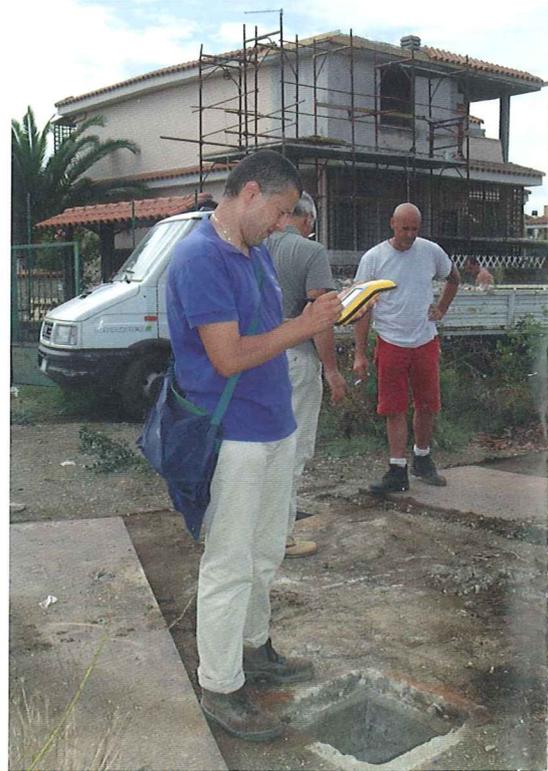


Fig 5 - l'operatore in fase di controllo e acquisizione delle coordinate GPS