

Un database aziendale per la tracciabilità dell'aggiornamento dei sottoservizi

Riccardo Barzagli ^(*), Noemi Emanuela Cazzaniga ^(**)

DIAR – Politecnico di Milano – Piazza Leonardo da Vinci, 32 – 20133 Milano

^(*) tel. 02 2399 6528, Fax 02 2399 6530, e-mail: riccardo.barzagli@polimi.it

^(**) tel. 02 2399 6505, Fax 02 2399 6530, e-mail: noemi.cazzaniga@polimi.it

Riassunto

La posa di nuove reti di sottoservizi, come pure l'adeguamento e la manutenzione delle infrastrutture esistenti, richiede una conoscenza con adeguata precisione dell'ubicazione dei servizi già presenti nel sottosuolo. Allo stato attuale la mappatura dei sottoservizi nella nostra nazione è estremamente lacunosa e parziale, per cui l'azienda che decide un intervento sul territorio (in particolare se di una certa rilevanza) necessita di un rilievo preliminare ad hoc, da eseguirsi ad esempio per mezzo del GPR (Ground Penetrating Radar). Le informazioni raccolte da questo strumento devono essere adeguatamente georiferite per mezzo di un rilievo topografico (usualmente si utilizza il GPS) e permettono l'integrazione e l'aggiornamento delle conoscenze dell'esistente nel sottosuolo. Le informazioni così raccolte permettono di stilare il progetto della posa e consentono la sua realizzazione, minimizzando i danni e ottimizzando i tempi del cantiere. Questo bagaglio di informazioni arricchisce le competenze dell'azienda che effettua il lavoro e, se opportunamente archiviato, può rendere più spediti eventuali progettazioni sulla medesima area e documenta la qualità dei dati cartografici così ottenuti. Questo articolo presenta nelle sue linee principali un database aziendale che permette di archiviare, secondo schemi predefiniti e quindi facilmente tracciabili, le informazioni relative a rilievi e progetto, seguendo l'intera catena di processamento dei dati. L'approccio previsto permette inoltre di determinare e associare a ogni entità della cartografia del sottosuolo, secondo parametri codificati, la qualità metrica.

Introduzione

Numerose reti, di importanza fondamentale per la fornitura di servizi ai cittadini e alle realtà industriali, presentano lunghi tratti interrati, specialmente in prossimità delle utenze e negli ambiti urbani. La posa di nuove reti di sottoservizi, come pure l'adeguamento e la manutenzione delle infrastrutture esistenti, richiede una conoscenza con adeguata precisione dell'ubicazione dei servizi già presenti nel sottosuolo. Allo stato attuale la mappatura dei sottoservizi nella nostra nazione è però estremamente lacunosa e imprecisa. Anche in conseguenza di ciò, non è ancora stato stilato nella maggior parte dei Comuni lo strumento di pianificazione specificamente pensato per un razionale utilizzo del sottosuolo (PUGSS: piano urbano generale dei servizi nel sottosuolo), nonostante la normativa nazionale abbia espressamente richiesto la sua redazione dopo aver raccolto informazioni georiferite sull'esistente. In questo ambito, tra i casi virtuosi si pone la Regione Lombardia, che ha recepito a livello regionale la normativa nazionale e ha portato avanti numerosi studi e sperimentazioni per mezzo del Laboratorio Sottosuolo. Ciononostante, anche in questa regione sono ancora poche le realtà comunali che hanno già prodotto una, sia pur parziale, mappatura dei sottoservizi e che hanno redatto il PUGSS nell'ambito del piano dei servizi. Ne consegue che l'azienda che decide un intervento nel sottosuolo (in particolare se di una certa rilevanza) necessita quasi sempre di un rilievo preliminare ad hoc dei sottoservizi presenti nell'area interessata. È evidente come questo comporti un dispendio di risorse economiche e di tempo, in

primo luogo per la stessa azienda, con conseguente rallentamento nella fornitura dei servizi alle utenze. È altrettanto evidente però che ciò potrebbe essere facilmente evitato se esistessero sistemi informativi dei sottoservizi almeno analoghi alla già esistente cartografia numerica relativa alle realtà del soprasuolo. La realizzazione di tale SIT richiederebbe però un dispendio davvero eccessivo per qualunque realtà pubblica se dovesse essere realizzato ex-novo, dal momento che l'identificazione completa delle infrastrutture ubicate nel sottosuolo non può essere realizzata con metodi di georeferenziazione tradizionale, che porterebbero unicamente all'identificazione dei "punti" che presentano evidenze in superficie, quali ad esempio tombini, idranti ecc... e solo per "deduzione indiretta" la presenza della rete sottostante. Un'informazione di questo tipo, pur essendo "meglio di niente", appare troppo vaga. L'utilizzo di apposite tecniche di indagine del sottosuolo (ad esempio si pensa all'ormai diffuso utilizzo del GPR, Ground Penetrating Radar), se opportunamente associato a metodi di georeferenziazione degli strumenti, può portare a risultati interessanti in termini di precisione anche se non è in grado di discriminare le finalità d'uso delle entità rilevate (ad es. se un tubo appartiene alla rete idrica o elettrica). È quindi indispensabile una collaborazione tra i gestori delle reti e gli enti pubblici, che rispetti la riservatezza di molte informazioni dei gestori stessi e nello stesso tempo permetta la conoscenza dello sfruttamento attuale del sottosuolo con un buon livello di accuratezza. Tramite tale cooperazione è possibile mantenere aggiornato il database del sottosuolo in un modo abbastanza semplice, ossia sfruttando le informazioni che devono essere fornite dall'azienda che interviene nel sottosuolo. Una collaborazione tra enti pubblici e gestori dei servizi comporterebbe quindi degli evidenti vantaggi economici, gestionali e pianificatori per tutti i soggetti coinvolti, sia pubblici che privati.

In quest'ambito il presente lavoro ha l'obiettivo di dimostrare la possibilità di realizzare un database aziendale che permetta a un'azienda, incaricata di effettuare un intervento di grossa entità sulle reti dei sottoservizi, e quindi in cascata al gestore della rete su cui si interviene, di tenere memoria delle informazioni raccolte durante le operazioni di posa, informazioni non solo relative alla rete su cui si è eseguito l'intervento, ma anche sulle entità presenti nell'area in esame.

Le operazioni fondamentali per la posa di sottoservizi

Nel momento in cui nasce l'esigenza di effettuare un intervento su una rete di sottoservizi (ad es. la posa di nuove tubazioni), l'azienda che esegue il lavoro riceve l'incarico dal gestore della rete stessa e procede a raccogliere le informazioni necessarie (ed esistenti), ossia la cartografia del soprasuolo, la cartografia del sottosuolo se esistente e i piani regolatori, in particolare il PGT (piano di gestione del territorio) e il PUGSS se esistente. Sulla base di queste informazioni, che costituiscono dei vincoli alla posa delle nuove infrastrutture, viene stilato un progetto di massima.

A causa dell'elevata incertezza associata alla cartografia del sottosuolo (si pensi che normalmente la posizione delle tubazioni è nota con un'incertezza pari alla larghezza della strada sotto la quale giacciono) e della frequente assenza delle informazioni, prima di procedere alla stesura del progetto definitivo e alla successiva esecuzione dei lavori è necessario un rilievo ad hoc, finalizzato all'individuazione delle entità nel sottosuolo. Tali entità devono essere tridimensionalmente georiferite e deve essere associata un'informazione relativa alla precisione di posizionamento, possibilmente in termini di sqm (scarto quadratico medio). Nell'ambito di questo lavoro si è pensato di poter ricorrere a un rilievo georadar (GPR) accoppiato a un sistema di posizionamento GPS, che permette la ricostruzione tridimensionale degli oggetti e la loro georeferenziazione in un sistema di riferimento ben definito, non legato a materializzazioni locali tipiche delle soluzioni cantieristiche.

Le informazioni ottenute tramite questo rilievo, unite ad eventuali informazioni legate a cantieri in essere nella zona da scavare, permettono di "aggiornare" il bagaglio di conoscenza dell'azienda sui sottoservizi esistenti ed eventualmente permettono un "aggiornamento" della cartografia del sottosuolo esistente. Sfruttando queste nuove conoscenze è possibile stilare il progetto definitivo ed esecutivo per la nuova posa.

Prima dell'esecuzione dei lavori è possibile affiancare, al progetto della posa, la progettazione del percorso in superficie dello scavo, che viene in questa sede indicato come "navigazione". Ciò risulta

molto utile nel caso in cui si utilizzino dei sistemi a guida automatica, come ad es. i trencher di nuova generazione, ma è necessario anche se si utilizzano metodi più tradizionali.

A questo punto è possibile procedere all'esecuzione della posa, sfruttando il percorso e i limiti definiti dalla progettazione della navigazione: ciò significa che anche in fase di scavo è necessario muoversi in uno spazio georiferito, ossia utilizzare dei sistemi di posizionamento, se possibile in tempo reale. Di conseguenza anche la nuova infrastruttura posata risulterà georeferenziata. I risultati di questa operazione, ossia la tipologia di entità posata e la sua posizione, unita eventualmente ad altri attributi richiesti per legge, una volta trasmessi all'ente pubblico di competenza, permettono l'aggiornamento del database del sottosuolo con una latenza molto ridotta. Durante la fase di scavo, inoltre, è possibile evidenziare meglio le entità presenti, completando con osservazioni più dirette la conoscenza dell'esistente da parte dell'azienda.

È quindi evidente come l'operazione di posa di un nuovo sottoservizio non implichi solo la realizzazione fisica dell'opera, ma potenzialmente abbia come importante risultato "secondario" l'aggiornamento della conoscenza del sottosuolo da parte degli enti pubblici con un costo davvero limitato sia per gli enti pubblici sia per l'azienda, la quale deve già eseguire tutte le operazioni descritte. Il risultato ottenuto può essere utilmente mantenuto in un apposito database da parte dell'azienda (o, preferibilmente, del gestore della rete), unitamente alle informazioni delle reti circostanti raccolte tramite rilevamento GPR o durante la fase di scavo. Queste informazioni preziose devono essere mantenute dal privato. Così facendo infatti si instaura un circolo virtuoso che permetterà sul lungo periodo di raccogliere informazioni sempre più precise e complete e, conseguentemente, di diminuire il rischio di danni a infrastrutture esistenti e di ridurre tempi e costi di intervento, poiché si andrà riducendo la necessità di rilevamenti finalizzati a individuare l'esistente nel sottosuolo. Inoltre la buona progettazione del database aziendale permette allo stesso tempo di avere piena tracciabilità delle operazioni svolte. Ciò significa che il gestore può controllare in maniera più rapida ed efficace la qualità del lavoro realizzato dall'azienda incaricata e quindi garantirsi sulla qualità del dato fornito all'ente pubblico.

Il database aziendale

A livello aziendale ormai la progettazione e i dati sono gestiti in maniera totalmente informatizzata, per cui in molti casi è già presente un piccolo database organizzato secondo le peculiari necessità dell'azienda. Gli autori sottolineano che la strutturazione proposta in questo lavoro è solo una delle possibili strategie di organizzazione del database. Inoltre viene presentato nelle sue linee principali il solo modello concettuale.

In primo luogo è possibile considerare come si possano dividere in quattro macroblocchi le informazioni interessate dalla procedura descritta nel paragrafo precedente:

- informazioni relative al progetto di posa
- informazioni relative oppure desunte dal rilievo GPR
- informazioni relative alla navigazione per la posa
- informazioni sul realizzato

Secondo questa classificazione vengono di seguito presentate le entità del database.

Informazioni relative al progetto di posa

Per collegare tra loro le informazioni relative al progetto di posa (inteso sia come progetto preliminare sia definitivo) è utile creare un'apposita entità, PRG_POSA, non georeferenziata e che quindi sarà rappresentata in una tabella, contenente le informazioni generali e le chiavi esterne necessarie a rimandare alle entità con essa relazionate. I campi di questa tabella quindi, oltre alla chiave primaria, riguardano la tipologia di progetto (preliminare/definitivo), il nome del progettista e altre informazioni di interesse per l'azienda, e le chiavi esterne che rimandano ad altre tabelle che fanno da ponte nei confronti della cartografia esistente e dei piani regolatori utilizzati in fase di progettazione. Si noti che la presenza di tabelle ponte è resa necessaria in un database relazionale perché si tratta di relazioni molti a molti. Inoltre sono necessari due campi che contengono le chiavi

esterne alle entità georiferite che rappresentano gli elementi puntuali e lineari da posare. Tali entità, a differenza di quanto viene attualmente effettuato, ma coerentemente con quanto richiesto ad esempio dal R.R. 15 febbraio 2010 n. 6 della Regione Lombardia, sono pensate come entità dotate di coordinate 3D (ad es. possono essere realizzate tramite shapefile Z). I loro attributi riguardano principalmente le caratteristiche costruttive: oltre agli identificativi della singola entità e la chiave esterna che rimanda al progetto di appartenenza, sono riportate informazioni riguardanti il materiale, la tipologia di rete, l'utenza allacciata, la lunghezza, il diametro ecc...

Informazioni relative oppure desunte dal rilievo GPR

Anche nel caso delle informazioni relative al rilievo GPR si è optato per la creazione di un'apposita entità, RLV, opportunamente relazionata all'entità PRG_POSA con una relazione uno a molti che rimanda alle informazioni del rilievo. È in primo luogo necessario progettare il rilievo, realizzarlo e processare opportunamente i dati. La procedura sarà ovviamente diversificata a seconda delle particolari necessità del singolo rilievo, legate in particolare alle caratteristiche dell'area da rilevare. Si hanno quindi tra gli attributi informazioni generali, come la data d'esecuzione, il nome del progettista, ma anche i rimandi alle directories in cui si trovano i dati grezzi e i risultati del processamento dei dati. Inoltre è presente una chiave esterna che relaziona questa "tabella" con le entità puntuali e lineari che sono state estrapolate per mezzo dell'intera procedura di processamento dei dati GPS e GPR. Tali entità, legate da una relazione molti a uno con RLV, sono ancora una volta pensate come dotate di coordinate 3D, e tra gli attributi presentano l'indirizzo di memoria della particolare "ombra" GPR da cui sono state estrapolate e la precisione di posizionamento ottenuta per propagazione della varianza dalle posizioni GPS.

Informazioni relative alla navigazione per la posa

Una volta raccolte tutte le informazioni necessarie e stilato il progetto definitivo, è possibile progettare il percorso della scavatrice per ottimizzare la posa, riducendo quindi i disagi alla circolazione stradale. I dati generali della navigazione vengono rappresentati all'interno dell'entità (tabellare) NVG che è relazionata con PRG_POSA con una relazione molti a uno. NVG inoltre è relazionata con due entità georiferite rappresentanti rispettivamente gli elementi puntuali della navigazione (i cosiddetti nodi) e quelli lineari. Queste due entità rappresentano ad es. il tracciato che il *trencher* dovrà percorrere automaticamente e i punti in cui eventualmente dovrà fermarsi per evitare di danneggiare qualche sottostruttura. Per la loro definizione è possibile sfruttare tutte le informazioni raccolte tramite i rilevamenti precedenti e la cartografia del soprasuolo, eventualmente applicando appositi buffer (fasce di rispetto) per lavorare a vantaggio di sicurezza e tener conto della incertezza del posizionamento dell'esistente. Queste entità sono prive di attributi specifici, vale a dire che possiedono solo la chiave esterna per relazionarsi con NVG e l'identificativo della singola istanza.

Durante lo scavo è possibile che vengano individuate delle diversità rispetto a quanto ricavato dalle indagini precedenti. È utile in questo caso, ove possibile, documentare le differenze per mezzo di fotografie (ciò è a volte previsto anche dalla normativa), unica osservazione diretta della disposizione delle reti di sottoservizi. Da esse è in generale possibile ricavare informazioni solo qualitative, ma se la geometria delle prese è ben distribuita rispetto all'oggetto si potrebbero anche ricavare informazioni quantitative. Comunque è utile, se disponibili, che le deduzioni ricavate da queste immagini vengano inserite in apposite entità, che rappresentano le deduzioni sia puntuali sia lineari possibilmente con le tre coordinate. Si tratta di dati molto approssimativi, ma che sarebbe bene archiviare, unitamente ai file .jpg originali, poiché, sebbene forniscano informazioni deboli riguardo alla posizione, offrono una lettura diversa della realtà rispetto ai rilevamenti GPR, che, ad esempio, non consentono di ricavare informazioni riguardanti il materiale di una condotta.

Informazioni sul realizzato

Nella struttura del database è prevista un'ulteriore entità, PRG_REAL (progetto realizzato), in cui sono contenuti i dati generali dei progetti realizzati, come il nominativo di un responsabile, la data di realizzazione, l'identificativo del progetto e quello della navigazione per poter mantenere le relazioni con le entità prima presentate. Questa entità è relazionata ad altre due entità georiferite che riportano quanto realizzato (sia puntuale sia lineare). Poiché esso consiste nella redazione dell'aggiornamento che dovrà essere inviato al comune, contenente i dati ed il tracciato relativi alla condotta posata, è bene che abbia già il formato da esso richiesto, ossia conforme alla normativa vigente. Il database realizzato in questo lavoro rispetta la nuova normativa della Regione Lombardia (R.R. 15 febbraio 2010 n. 6). Ovviamente il campo chiave sul quale si basano le relazioni che le due entità instaurano con PRG_REAL è funzionale al database e quindi non verrà inviato all'ente pubblico. Si noti che la presenza di questa entità è necessaria perché il progetto realizzato può discostarsi dal progetto definitivo per esigenze di cantiere e perché si possiedono le informazioni ricavate tramite la navigazione in tempo reale, per cui è nota la posizione in cui è avvenuta realmente la posa e la sua precisione.

Considerazioni conclusive

La strutturazione di un opportuno database aziendale e una costante collaborazione tra enti pubblici e gestori delle reti tecnologiche permetterebbe l'integrazione e l'aggiornamento delle conoscenze dell'esistente nel sottosuolo, attualmente estremamente lacunose e imprecise. Le informazioni così raccolte rivestirebbero un'importanza notevole per tutti i soggetti pubblici e i privati, consentendo una razionale gestione della risorsa sottosuolo e permettendo la realizzazione degli interventi, in modo da minimizzare i danni alle infrastrutture esistenti e ottimizzare i tempi del cantiere. Questo bagaglio di informazioni arricchisce le competenze dell'azienda che effettua il lavoro e, se opportunamente archiviato, può rendere più spediti eventuali progettazioni sulla medesima area e documenta la qualità dei dati cartografici così ottenuti. Ciò si può ottenere ad esempio implementando il database aziendale brevemente presentato in questo articolo, che permette di archiviare, secondo schemi predefiniti e quindi facilmente tracciabili, le informazioni relative a rilievi e progetto, seguendo l'intera catena di processamento dei dati. L'approccio previsto permette inoltre di determinare e associare a ogni entità della cartografia del sottosuolo, secondo parametri codificati, la qualità metrica della posizione. A questo riguardo si vuole sottolineare che l'aggiornamento in tempi diversi e con precisioni non omogenee implica inevitabilmente un'incongruenza tra le entità che può violare i vincoli topologici degli elementi costitutivi delle singole reti. Questo problema, di non secondaria importanza nella gestione delle reti stesse, dovrà essere opportunamente approfondito e dibattuto, in modo da giungere ad una soluzione efficace e condivisa.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano ringraziare Francesco Rosti, che su queste tematiche sta elaborando una Tesi di Laurea in Ingegneria per l'ambiente e il territorio presso il Politecnico di Milano.

Bibliografia

D.P.C.M. 3 marzo 1999 "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici", Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 58, 11 marzo 1999.

L.R. 12 dicembre 2003 n. 26 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche", Bollettino Ufficiale della regione Lombardia n. 51, 1° supplemento ordinario, 16 dicembre 2003.

R.R. 15 febbraio 2010 n. 6 "Criteri guida per la redazione dei PUGSS e criteri per la mappatura e la georeferenziazione delle infrastrutture", Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia n. 8, 1° supplemento ordinario, 23 febbraio 2010.