

## GIS 3D/4D per le reti tecnologiche sottosuolo (e soprasuolo)

Andrea Deiana

GeoInfoLab, via Micaleddu 16 - 07026 Olbia (OT), tel: 0789.1980189, fax: 0782.020000, e-mail: info@geoinfolab.com

### Riassunto

Le organizzazioni che gestiscono le reti tecnologiche del sottosuolo richiedono, con forza sempre maggiore, sistemi informativi adeguati al corso dei tempi e sono ormai diverse le case produttrici di software/hardware che propongono soluzioni per la mappatura delle stesse reti e per la loro visualizzazione. In questo lavoro si illustra la soluzione GIS 3D/4D proposta da Skyline per la visualizzazione delle reti e per la loro interrogazione: una procedura semplificata per la visualizzazione ed una leggermente più complessa per l'interrogazione dei dati alfanumerici.



Figura 1 - Distribuzione di acquedotto e fognatura nel centro di Livorno (dati ASA spa e Comune di Livorno, elaborazione GeoInfoLab in ambiente 3D GIS by Skyline).

## Abstract

Organizations managing underground networks are asking, with growing strength, upgraded information systems and we can find several software/hardware houses offering solutions for mapping these underground networks in order to visualize them. In this paper we try to show the 3D/4D GIS solutions by Skyline for underground networks' visualization and querying: one simply procedure for the visualization and a slightly complex one for alphanumeric data querying.

## Introduzione

Gli interventi di manutenzione delle reti tecnologiche sottosuolo apportati massimamente su strade urbane, utilizzano oggi una mappatura bidimensionale, spesso cartacea e non ancora digitalizzata; la carenza di informazione precisa e 3D comporta costi aggiuntivi in quanto spesso gli operatori si trovano loro malgrado ad intervenire alla cieca, spesso andando incontro all'interruzione di altre reti e/o all'aumento dei costi stessi di intervento, con conseguenti incremento di tempo di realizzo dello stesso intervento, materiali e mezzi movimentati, traffico indotto, ecc..

La conoscenza precisa delle reti, pur costituendo un investimento notevole, è in grado di restituire in breve tempo l'investimento richiesto e costituire infine un guadagno in termini di tempo e denaro.

## Tecnologie per la mappatura in 3D del sottosuolo

La mappatura in 3D delle reti può essere effettuata con varie tecnologie: stazioni totali, laser scan, fotografia digitale, GPS (*Global Positioning System*) differenziale/RTK centimetrico, GPR (*Ground Penetrating Radar*), ED (*Electromagnetic Detection*), CCTV (*Closed Circuit TeleVision*).

Non indagiamo le diverse soluzioni in questo articolo ed ognuna di esse necessiterebbe evidentemente di una trattazione maggiormente approfondita. Quello che consta al nostro obiettivo è che il dato acquisito in 3D, in vario modo e grado di fiducia, può andare a popolare un GIS 3D.

## La piattaforma GIS 3D/4D by Skyline

Skyline è una casa produttrice di software GIS 3D, specializzata sul settore da oltre 15 anni e conosciuta in tutto il mondo per le verticalizzazioni operate in vari settori: difesa ed intelligence, protezione civile e sicurezza, estrazioni minerarie e piping, pianificazione urbana, utilities e trasporti, telecomunicazioni, ambiente e cultura, geoportali.

La piattaforma attuale è articolata in 3 componenti principali:

- **TerraBuilder** (il costruttore), a partire da ortofoto e modelli del terreno, consente la creazione di un globo 3D navigabile su coordinate angolari (EPSG:4326), prodotto nel formato proprietario MPT e utilizzabile dagli altri componenti della filiera (il server ed il client). Costituisce parte di questo modulo anche il nuovo binomio **PhotoMesh & CityBuilder**: rispettivamente utili alla generazione automatica di mesh 3D a partire da foto oblique ed all'integrazione delle mesh 3D con i dati alfanumerici di features poligonali con attributi con produzione di 3DML (3D Mesh Layer).
- **TerraGate** (il server streamer), disponibile in diversi tagli di utenti concorrenti, è capace di erogare, in simultanea, diverse porzioni di diverse mappe a diversi utenti, attraverso tecnologie streaming particolarmente performanti. Costituisce parte del modulo anche **SFS (Spatial Framework Services)**, capace di erogare in streaming i 3DML, raster e features via protocolli OGC compliant: WFS, WMS, WMTS, CSW).
- il **TerraExplorer** (il client di visualizzazione/interrogazione) è lo strumento, disponibile nelle versioni **Pro** (l'ambiente di *authoring* completo di ogni strumento disponibile e deputato all'integrazione di tutti gli oggetti ed alla pubblicazione dei progetti 3D per *Windows*, *Android* e *iPhone*), **Plus** (ambiente intermedio, consente di importare e gestire oggetti e layer ma non di pubblicare) e **Viewer** (scarico gratuito per *Windows*, *Android* e *iPhone*) di visualizzazione ed analisi di tutti gli oggetti integrabili su GIS 3D: globo 3D, layer GIS (vettoriali, raster, elevazione), OSM Layers (vettoriali e/o raster), BIM layers, 3D Mesh Layer (3DML), labels, immagini, video (proiettabili sul terreno oppure su 3DML

oppure su superficie verticale), primitive 2D, primitive 3D, oggetti 3D (statici, animati, dinamici), nuvole di punti (anche con gestione di RGB e intensità), GPS, etc..

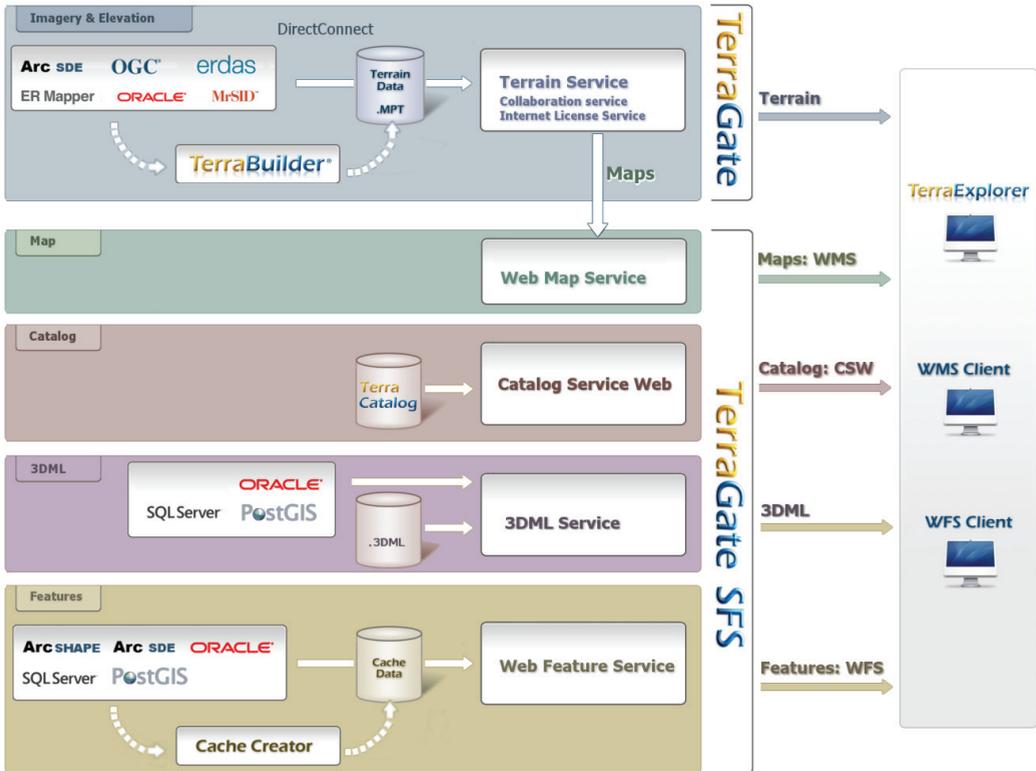


Figura 2 - Architettura della soluzione SkylineGlobe Enterprise e suoi componenti.

### Ottimizzazione di dati 2,5D

Sono a tutt'oggi davvero rari i casi italiani in cui siano disponibili datasets 3D di reti sottosuolo, mentre è invece abbastanza comune per le *utilities* avere un *dataware house* in 2D con solo alcuni *datasets* in 2,5D, ovvero sempre in 2D ma con un attributo di quota: tipicamente avviene per nodi e/o pozzetti. In questo caso è possibile ottimizzare il dato disponibile fino all'ottenimento di uno *shapefile* di polilinee 3D, che rappresenta il punto di partenza per le importazioni di *piping* nell'ambiente 3D by Skyline. L'ottimizzazione su ambienti GIS di comune utilizzo può passare per il trasferimento (ad esempio via *spatial join*) dell'attributo di quota di oggetti puntuali (nodi, pozzetti, etc.) alle tabelle di polilinee 2D e quindi per la trasformazione in *shapefile* 3D attraverso l'utilizzo di attributi: nel caso delle polilinee (che è la forma con cui vengono maggiormente descritte le reti sottosuolo) è necessario fornire 2 attributi di quota che verranno utilizzati per la trasformazione in polilinee quotate, spesso oblique (con 2 diverse quote agli estremi).

### Dalla polilinea 3D al piping: procedura semplificata per la visualizzazione di pipelines

Dopo aver importato lo *shapefile* lineare 3D (utilizzando l'opzione *All Features*, che considera l'intero listato di *features*), lo si include all'interno di una cartella nell'*Info Tree* (albero dei contenuti) generalmente posta sulla sinistra della GUI.

Quindi si richiama lo strumento *Pipe Lines Tool* del **TerraExplorer Pro**, richiamabile dal menù *Tools* del nastro superiore della GUI.

Basta indicare il raggio in metri ed il colore (di default il modo di creazione è *streaming* e la distanza di visibilità è posta a 5000 metri: in genere può andar bene lasciare questi settaggi), quindi selezionare la cartella che contiene lo *shapefile* 3D di interesse e poi cliccare sull'icona *Selected Group*.

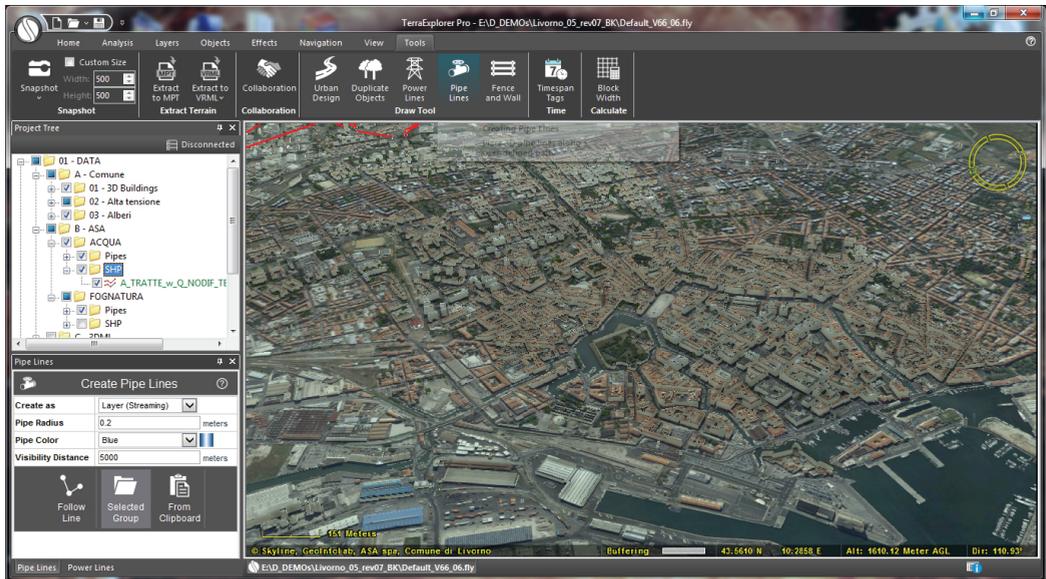


Figura 3 - Utilizzo del Pipe Lines Tool in TerraExplorer Pro.

L'applicazione genera quindi una cartella contenente diversi tipi di oggetti puntuali: cilindri, sfere, connettori. E' stata operata una trasformazione delle linee in cilindri 3D orientati (tutti con lo stesso diametro però ...) e dei nodi in sfere (tutte con lo stesso diametro ...) e corti cilindri maggiorati (tutti con lo stesso diametro ...) ed orientati.

### Spatial join con i geodatasets 2D: procedura avanzata per l'interrogazione di pipelines

Questa procedura è simile alla precedente e leggermente più lunga, ma consente di interrogare gli attributi della rete direttamente con un click nell'ambiente 3D.

Dopo aver importato lo *shapefile* lineare 3D (sempre utilizzando l'opzione *All Features*, che considera l'intero listato di *features*), lo si include all'interno di una nuova cartella nell'*Info Tree*.

Quindi si utilizza lo strumento *Pipe Lines Tool* del **TerraExplorer Pro**, stavolta modificando la modalità di creazione da *streaming* in *entire*, e, selezionata la cartella che contiene lo *shapefile* 3D di interesse, e si deve cliccare sull'icona *Selected Group*.

In questo caso l'applicazione genera però allo stesso modo un nuovo *shapefile* puntuale: ad ogni punto viene associato un cilindro (linea), una sfera (nodo) oppure un corto cilindro maggiorato ed orientato (nodo). Tutti questi oggetti vengono legati a un punto di posizionamento secondo le coordinate XYZ e quindi ruotati nei 3 assi (yaw, pitch, roll): ciascun oggetto finito può essere mappato sul globo con questi 6 parametri, eventualmente integrati con un parametro moltiplicatore di scala. Lo *shapefile* avrà quindi una tabella attributi con i parametri di rotazione e con indicazione della singola entità rappresentata (cilindro=linea, sfera=nodo, connettore=nodo).

FID	Shape	Yaw	Pitch	Roll	Texture	Radius	Length
78	Point ZM	159,62713	0,082458	0	pipeRed	1	55,983618
79	Point ZM	248,675594	0,006039	0	connector	1,1	0,55
80	Point ZM	355,556013	-0,218457	0	pipeRed	1	20,441422
81	Point ZM	193,899099	2,173838	0	connector	1,1	0,55
82	Point ZM	207,355583	0,422289	0	connector	1,1	0,55
83	Point ZM	265,682642	-1,142637	0	connector	1,1	0,55
84	Point ZM	341,068469	-0,000221	0	connector	1,1	0,55
85	Point ZM	441,130148	-0,379524	0	connector	1,1	0,55

Figura 4 - Tabella prodotta con indicazione di angoli, tipologia, diametro e lunghezza.

Successivamente è possibile, su ambienti GIS di comune utilizzo, operare ancora una *spatial join* tra questo shapefile puntuale 3D e lo shapefile di polilinee 3D per trasferire al primo gli attributi alfanumerici del secondo.

FID	Shape	Join_Count	TARGET_FID	Yaw	Pitch	Roll	Texture	Radius	Length	IDENTIF	CODCOM	CODVIA	CODVIA	NUMNODI	NUMNODI	TIPORETE	CODATO	CODATOAD	TIPOACQUA	USDACQ
0	Point ZM	1	0	124,372999	-0,141137	0	pipeGreen	1	35,07759	28951	09049009	1003405	7462	28590	28695	DI	ACQ014		NP	IND
1	Point ZM	3	1	312,531212	-1,049988	0	pipeGreen	1	13,914836	1252	09049009	1002385	8398	1013	31835	DI	ACQ022		PO	CV
2	Point ZM	3	7	250,98178	0,321595	0	pipeGreen	1	3,854825	34612	09049009	0	7367	34475	34499	DI	ACQ022		PO	CV
3	Point ZM	1	8	204,701622	0,34132	0	pipeGreen	1	61,120468	9463	09049009	1007025	2335	38613	38623	AD	ACQ022	AD18	PO	CV
4	Point ZM	2	15	68,699424	0,214318	0	pipeGreen	1	0,403567	40298	09049009	0	8582	40165	14696	DI	ACQ022		PO	CV
5	Point ZM	3	16	126,955725	0,15082	0	pipeGreen	1	6,888155	31680	09049009	1005400	758	31411	31414	DI	ACQ022		PO	CV
6	Point ZM	2	23	254,19444	-0,819063	0	pipeGreen	1	32,578097	21873	09049009	1002130	1117	21419	26744	DI	ACQ022		PO	CV

Figura 5 - Tabella integrata con *spatial join*.

Quindi, sempre in ambiente *TerraExplorer Pro*, importiamo il nuovo *shapefile* puntuale (eventualmente anche in modalità *streaming*, che utilizza solo gli oggetti del *layer* richiesti a schermo, con notevole risparmio di risorse e maggiore *performance* grafica) utilizzandolo come posizionamento di oggetti 3D, collocando cilindri lunghi (linee) e corti (collettori) e sfere (collettori). Utilizziamo quindi gli attributi della tabella per collocare e dimensionare correttamente gli oggetti. Infine attiviamo per il *layer* importato la funzionalità che consente di visualizzare gli attributi quando l'oggetto viene cliccato: appariranno quindi tutti gli attributi di interesse selezionati per la *spatial join*. Con questa procedura può essere replicata per tutte le tipologie di reti: acqua, fogna, gas, luce, telecomunicazioni, etc.. Il GIS 3D by Skyline, grazie alle sue procedure di *streaming*, è infatti l'ambiente ottimale per visualizzare un vasto numero di oggetti.

### Ulteriori oggetti mappabili

Oltre le condutture, le reti sottosuolo sono composte da oggetti che vengono replicati più volte, ovviamente in località differenti. Utilizzando il meccanismo dell'integrazione di uno *shapefile* 3D puntuale con attributi relativi alla tipologia, all'inclinazione ed eventualmente alla rappresentazione grafica 3D (ad es.: con modelli *Collada DAE*, *3DS*, *FLT*, *X*, cloud point, ...), è possibile mappare le reti con grande dettaglio ed accuratezza ed ugualmente agganciarci tutti gli attributi di interesse.

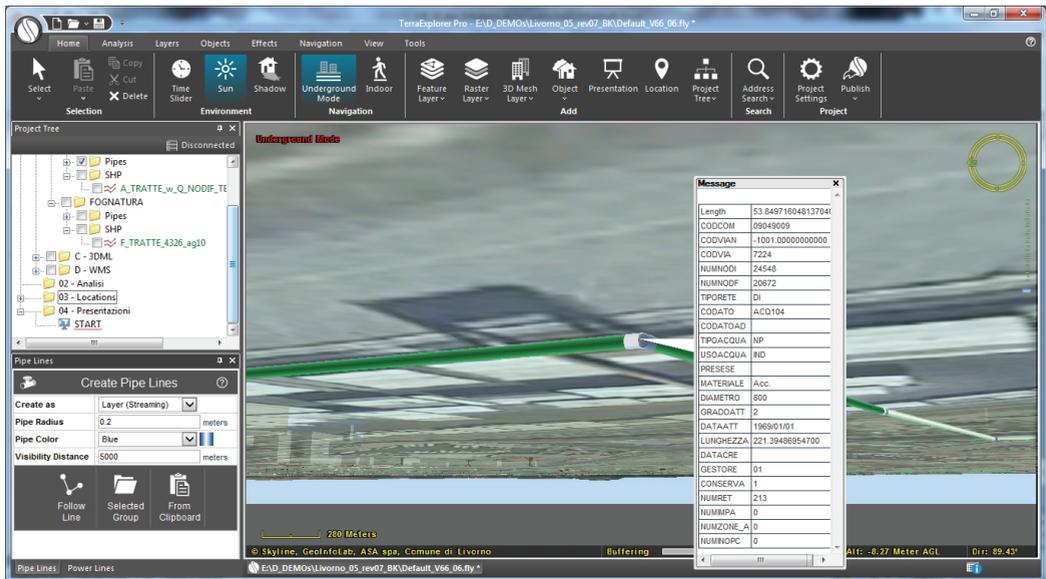


Figura 6 - Interrogazione di Pipe Lines in TerraExplorer Pro, con visualizzazione Underground Mode attiva (visione delle reti dal sottosuolo).

### Integrazione con il mondo subaereo

L'ambiente GIS 3D by Skyline offre la possibilità di integrare facilmente dati sottosuolo e sovrasuolo.



Figura 7 - Power Lines Tools in TerraExplorer Pro, per la visualizzazione di reti elettriche sovrasuolo.

### Distribuzione delle informazioni GIS 3D

I progetti 3D GIS by Skyline possono essere pubblicati online e/o offline, per la fruizione su piattaforme Windows, Android e iPhone.