



Sfida dentro il San Giusto

di Fulvio Bernardini



IL PARK SAN GIUSTO È UN AMBIZIOSO PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI UN PARCHEGGIO SOTTERRANEO NEL CUORE DEL COLLE SAN GIUSTO, A TRIESTE, PENSATO PER SODDISFARE LE ESIGENZE DI MOBILITÀ SOSTENIBILE. IL RILIEVO ASSOCIATO AL PROGETTO HA POI RAPPRESENTATO UN IMPORTANTE BANCO DI PROVA PER L’AFFIDABILITÀ DEGLI STRUMENTI COINVOLTI.

La pianificazione della mobilità sostenibile è uno degli esercizi che di diritto è entrato nell’agenda delle municipalità europee. Ridurre l’inquinamento atmosferico e l’utilizzo delle automobili e garantire ai cittadini spostamenti più efficienti, limitare la congestione stradale e il degrado delle aree urbane; questi ed altri aspetti sono le linee guida sulle quali si stanno uniformando le principali città del vecchio continente.

Trieste, città italiana di poco più di 200.000 abitanti situata al confine nord orientale della penisola, rappresenta storicamente un ponte tra l’Europa occidentale e quella centro-meridionale. Il suo carattere mitteleuropeo fa sì che essa sia anche una delle città che meglio sta recependo le esigenze di mobilità sostenibile.

Nel 2010 il Comune di Trieste ha intrapreso la realizzazione del Park San Giusto, un’avveniristica soluzione per il parcheggio delle autovetture: una volta completato, si tratterà del più grande parcheggio in caverna in Italia e del secondo in Europa; i posti auto saranno complessivamente 718 disposti su 5 livelli interrati sotto il Colle San Giusto, nel pieno centro storico di Trieste.

Il progetto

Il Park San Giusto è una struttura dal volume complessivo di 100.000 metri cubi, costituita da due caverne/gallerie lunghe 120 metri, larghe circa 20 metri e profonde più di 15. Le due gallerie corrono parallelamente l’una rispetto all’altra e sono disposte su 5 livelli, quelli che saranno poi i piani del parcheggio interrato; l’ingresso alle gallerie è assicurato da due rampe a senso unico che permettono di accedere ai livelli di parcheggio. L’uscita pedonale è garantita da un ascensore che porta fino alla sommità del Colle. Il cantiere lavora ininterrottamente 24 ore su 24 e gli scavi, iniziati dopo un’attenta analisi geologica, vengono portati avanti senza l’ausilio di esplosivi. Il termine dei lavori di scavo è previsto per la primavera del 2014, mentre la conclusione degli impianti, delle finiture e la conseguente apertura del parcheggio è prevista per il 2015; i tempi sono lunghi, dal momento che gli operai e i mezzi impegnati nel cantiere si trovano a dover operare nel complicato contesto del centro cittadino. Al successo del progetto è legato anche il futuro impiego di strutture simili in altre città italiane.

Valentino De Odorico è il titolare della TSD Servizi di Udine, una giovane e dinamica società attiva nel settore dei rilievi topografici: quando fu contattato dalla Park San Giusto (società gestente il progetto e che all'epoca aveva il problema di trovare qualcuno che potesse svolgere le operazioni di rilievo per la messa in sicurezza delle due gallerie), gli apparve subito chiaro che, con una risposta affermativa, non avrebbe accettato solo un lavoro, ma una vera e propria sfida.

Gli obiettivi e le difficoltà

Lo scavo in galleria è per definizione problematico. Oltre alla fase di scavo vera e propria è infatti necessario monitorare lo stato della galleria man mano che i lavori avanzano, affinché non avvengano cedimenti a livello strutturale; ciò è possibile tramite la misura topografica delle convergenze.

Solitamente, lo sviluppo di una galleria procede in direzione longitudinale: in fase di avanzamento viene prima di tutto scavata la parte alta della galleria, che corrisponde alla volta o calotta. Il profilo di scavo viene poi rivestito da calcestruzzo armato e solo allora si procede alla realizzazione del cosiddetto arco rovescio il quale, ricoperto e unito alla volta, assicura una corretta distribuzione delle forze sulla struttura. La misura delle convergenze, in questi casi, dà risultati nella norma, conformemente al regolare andamento dei lavori: una volta completata una sezione della galleria e rivestito il profilo di scavo, è dunque possibile proseguire ed occuparsi esclusivamente delle seguenti sezioni di galleria.

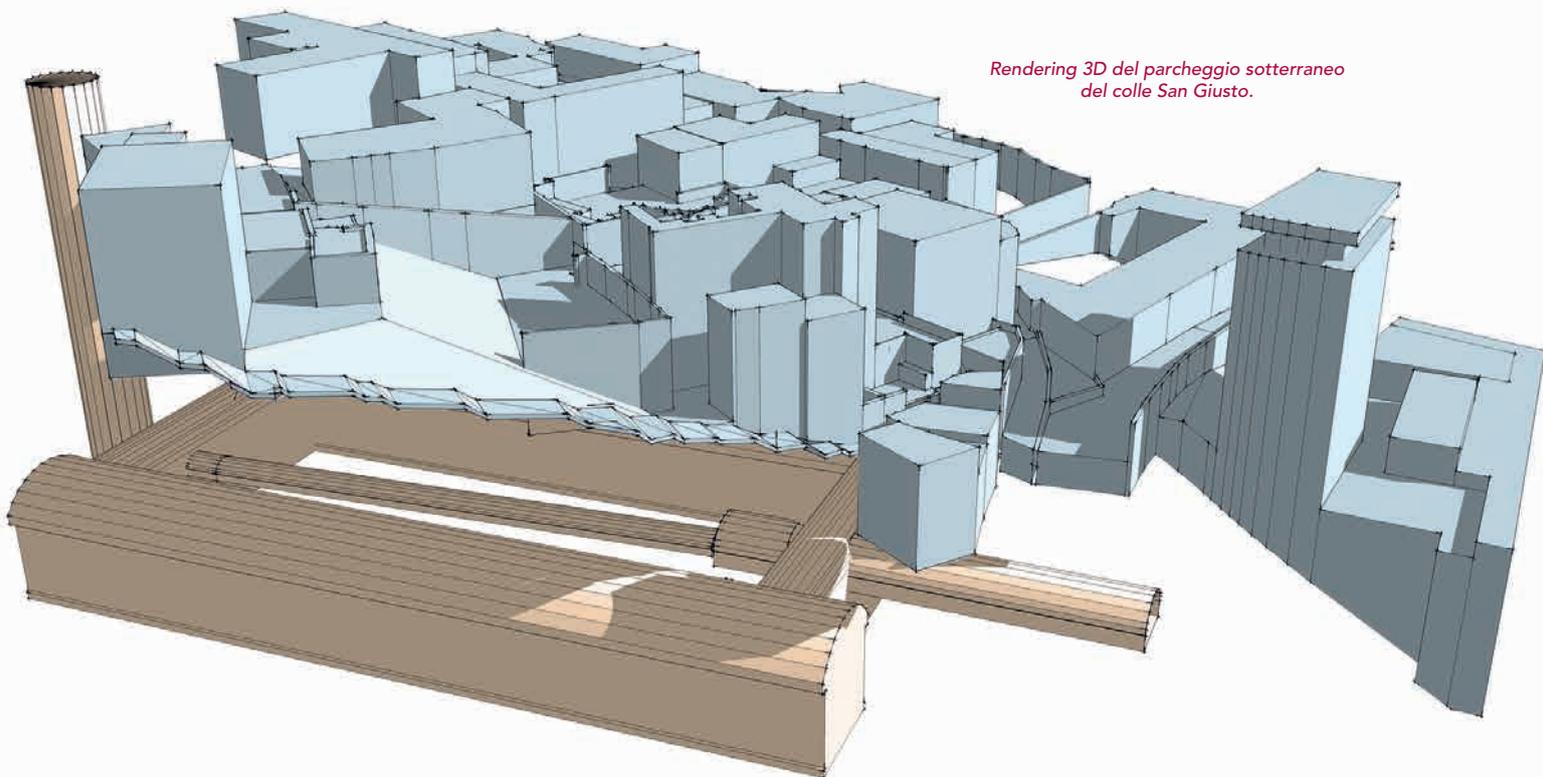
I lavori per la costruzione del Park San Giusto seguono lo stesso principio ma presentano una componente che ne aumenta di molto la difficoltà: gli scavi in senso longitudinale vengono eseguiti in maniera continua, senza utilizzare conci prefabbricati.



La galleria è stata scavata senza l'uso di esplosivi e gli addetti ai lavori hanno utilizzato martelli pneumatici o cutter heads.



Il rinforzo superiore del tunnel usato per garantire la stabilità delle strutture.



Rendering 3D del parcheggio sotterraneo del colle San Giusto.

Successivamente alla realizzazione della calotta in calcestruzzo, le fasi di scavo si sviluppano in profondità, dando vita a quello che è il parcheggio multipiano.

Questa modalità operativa, ovviamente, non garantisce alla volta della galleria una struttura di base adeguata sulla quale scaricare le forze: il profilo di scavo viene rinforzato man mano che si procede longitudinalmente e in profondità e la misura delle convergenze, oltre a dover essere forzosamente continua, diviene essenziale per tenere sotto controllo i non trascurabili valori dei cedimenti. In questa fase, infatti, oltre ai normali carichi strutturali, i rivestimenti in calcestruzzo armato delle gallerie devono subire le sollecitazioni provocate dagli eventuali spostamenti delle masse rocciose (e non) sovrastanti, oltre a quelli provocati dalle numerose macchine e dai mezzi in funzione nel ventre del Colle San Giusto. Inoltre, trasversalmente alle due gallerie, sono in costruzione altre strutture minori con funzioni di collegamento, le gallerie d'ingresso, un cunicolo pedonale e un pozzo profondo 60 metri: questo complesso di elementi contribuisce ad aumentare i valori di cedimento e di spostamento delle due gallerie maggiori.

Non si tratta di un cantiere per deboli di cuore: si opera al chiuso, dunque le temperature, specie in estate, possono salire a livelli sfiibranti; il via vai dei mezzi e le operazioni di scavo riempiono l'ambiente di rumori assordanti e di un denso fumo; la luce è poca e, come se non bastasse, il lavoro prosegue senza soluzione di continuità, di giorno e notte.

E' proprio in questo girone dantesco che la TSD Servizi sta svolgendo il monitoraggio delle gallerie; monitoraggio che, come si diceva, più che quelli di un lavoro ha assunto i tratti di una sfida.

Le fasi del rilievo

Oltre alla fondamentale misura delle convergenze, la TSD Servizi si sta occupando del tracciamento dei punti necessari per il proseguimento dei lavori (indicazione degli assi delle gallerie per orientare lo scavo, il posizionamento di quote ed altri punti necessari per la futura posa in opera di manufatti, ecc.).

La ditta di Valentino De Odorico da anni ha scelto di affidarsi alla strumentazione Trimble. Nel caso del monitoraggio nel cantiere Park San Giusto, le stazioni totali Trimble S3 e Trimble S6 forniscono ai tecnici topografi un importante ausilio durante le fasi di tracciatura interna alle gallerie.

La fase di misurazione delle convergenze, obiettivo primario della TSD, viene svolta con la stessa strumentazione ma richiede un lavoro preliminare che deve essere svolto ogni



il monitoraggio effettuato durante tutta la fase degli scavi ha permesso un costante controllo dei cedimenti.

sera prima di entrare in cantiere. A causa del movimento costante, infatti, non è possibile per i tecnici posizionare dei capisaldi all'interno della galleria. Il team è dunque costretto ad 'entrare' in galleria con una poligonale aperta che parte da punti noti all'esterno posizionati nei pressi dell'ingresso e che segue i vari tunnel che costituiranno il futuro parcheggio. Inizialmente, durante l'esecuzione della poligonale (che avviene con il kit poligonale Trimble, 2 treppiedi e le stazioni totali) i tecnici hanno dovuto affrontare uno sfasamento delle misure del quale non capivano la ragione; è risultato poi evidente come esso fosse dovuto alla notevole differenza di temperatura tra esterno ed interno. Per ovviare al problema è stato deciso di rinforzare la poligonale con dei punti aggiuntivi.

E' così che ogni giorno, in pratica, il team della TSD si trova ad entrare in galleria come se fosse la prima volta ed a svolgere il lavoro con le incertezze e la necessità della massima cura tecnica e metodologica, uniformandosi alle strette tolleranze richieste.

Nel transetto anteriore del cantiere viene acquisita la misura delle prime convergenze per poi proseguire con la poligonale e con la misura nel cunicolo pedonale, nelle gallerie e nelle altre zone interne. Per misurare le convergenze si posizionano vari prismi lungo la calotta e le pareti laterali della galleria. L'operazione si svolge sfruttando l'opzione 'misura cicli' della stazione totale, che permette di misurare automaticamente 'in faccia 1' e 'faccia 2' strumentale tutti i prismi preliminarmente indicati. I dati vengono poi elaborati allo scopo di comprendere l'entità dei cedimenti all'interno delle gallerie.

Per quanto riguarda il tracciamento, la metodologia è pressoché analoga: se la zona interessata è facilmente raggiungibile da una delle stazioni della poligonale utilizzate per le convergenze, è da lì che si traccia; altrimenti, la poligonale viene allungata per raggiungere l'area.

E' proprio durante la fase di tracciamento che le performance delle stazioni totali Trimble S3 e Trimble S6 (entrambe con precisione angolare di 2") si differenziano: operando con linee tridimensionali basate sul progetto, gli strumenti sono in grado di indicare agli operai i punti che corrispondono, ad esempio, alla calotta; questo senza dover svolgere calcoli in ufficio ed operando direttamente sul campo, con un risparmio di tempo notevole.

Anche le tracciature dei binari necessari al cassero per gettare il rivestimento e quelle delle travi, delle quote e delle chiodature, vengono tutte realizzate con la stessa modalità. La complessità dei rilievi è accentuata dal contesto operativo: gli strumenti finiscono spesso fuori bolla a causa delle vibrazioni prodotte dai mezzi che, oltretutto, visti gli spazi ridotti, hanno anche difficoltà a muoversi.



Le dimensioni del progetto e le condizioni generali del lavoro hanno reso le operazioni di monitoraggio estremamente impegnative.

I tecnici della TSD, in accordo con i responsabili del cantiere, sono alla continua ricerca del momento migliore per lo svolgimento contemporaneo delle operazioni di scavo e di quelle di misura. E' così che, oltre alle difficoltà tecniche, si aggiungono quelle logistiche.

I risultati

Sulla base dei valori estrapolati dalla TSD Servizi, i progettisti addetti al tunneling, che nel caso del Park San Giusto fanno parte di una società specializzata con sede in Austria, correggono le strutture e mettono in atto opere di rinforzo geotecnico e strutturale, magari inserendo più chiodature nel rivestimento, applicando tiranti oppure rinforzi. I risultati finora ottenuti indicano spostamenti di notevole entità, il che significa dover apportare correzioni continue al progetto. Un lavoro di tale complessità mette a dura prova uomini e strumenti ma, nonostante ciò, la precisione e velocità della misura devono essere garantite. Una sfida per la TSD e una sfida per gli strumenti Trimble.

LA PRESENTE PUBBLICAZIONE VUOLE ONORARE LA MEMORIA DI DONATO DE ANGELIS CHE CON PASSIONE E PROFESSIONALITÀ HA COLLABORATO ALLE FASI DI REALIZZAZIONE DEL PARK SAN GIUSTO.

Abstract

THE PLANNING OF SUSTAINABLE MOBILITY IS ONE OF THE EXERCISES THAT FOR CLAIM HAS ENTERED ON THE AGENDA OF EUROPEAN MUNICIPALITIES . REDUCE AIR POLLUTION AND THE USE OF CARS AND TO PROVIDE CITIZENS MORE EFFICIENT MOVEMENTS, LIMIT TRAFFIC CONGESTION AND DEGRADATION OF URBAN AREAS; THESE AND OTHER ASPECTS ARE THE GUIDELINES ON WHICH ARE STANDARDIZING THE MAJOR CITIES OF THE OLD CONTINENT.

TRIESTE, AN ITALIAN CITY OVER 200,000 INHABITANTS LOCATED IN THE NORTH-EASTERN BORDER OF THE PENINSULA, IS HISTORICALLY A BRIDGE BETWEEN WESTERN AND THE SOUTH-CENTRAL EUROPE. TRIESTE IS ONE OF THE CITY THAT IS BETTER INCORPORATING THE NEEDS OF SUSTAINABLE MOBILITY, THANKS TO ITS CENTRAL EUROPEAN CHARACTER. IN 2010, THE MUNICIPALITY OF TRIESTE HAS EMBARKED ON THE CONSTRUCTION OF THE PARK SAN GIUSTO, A FUTURISTIC SOLUTION FOR THE PARKING OF CARS: ONCE COMPLETED, IT WILL BE THE LARGEST PARK IN THE CAVE IN ITALY AND THE SECOND IN EUROPE, THE CARS WILL BE A TOTAL OF 718 ON 5 LEVELS BURIED BENEATH THE HILL OF SAN GIUSTO , IN THE HISTORIC CENTER OF TRIESTE.

Parole chiave

RILIEVO; 3D; MONITORAGGIO; PARK SAN GIUSTO; TRIMBLE

Autori

FULVIO BERNARDINI
FBERNARDINI@RIVISTAGEOMEDIA.IT



Computer Graphics Technologies

Via Corradino di Svevia n° 48 - 90134 Palermo
Via delle Industrie n° 1 - 20883 Mezzago

- Distributore autorizzato **TRIMBLE**.
- Laboratorio autorizzato per la strumentazione **TRIMBLE**.
- Proprietaria rete di stazioni permanenti GPS (**VRS SICILIA**).
- Supporto e controllo in remoto di tutta la strumentazione mobile **TRIMBLE** attraverso il software **TRIMBLE ASSISTANT**.
- Corsi di formazione.



tel. 0916513421 (Palermo)
tel. 0393313427 (Mezzago)
Fax 0916513414 (Palermo)
E-mail info@cgtsrl.it
Www.cgtsrl.it