

## ALLPLAN ENGINEERING NELLA PRATICA

### Il tunnel dei superlativi

Galleria di base del San Gottardo (Svizzera) | Gähler und Partner AG, Ennetbaden

Il progetto del secolo ha preso il via nei primi anni '90 ed è stato inaugurato il 1° giugno 2016. A partire dalla fine del 2016 i treni attraverseranno il tunnel di base del San Gottardo a velocità fino a 250 km/h.

Gähler und Partner AG, con l'aiuto del software Allplan Engineering, può rivendicare un ruolo di primo piano nel successo finale.

Il tunnel di base del San Gottardo è considerato una delle imprese pionieristiche del XXI secolo. Con i suoi 57 km è la galleria più lunga del mondo, nonché la via più rapida per attraversare le Alpi via terra.

Scopo del progetto è collegare la Svizzera alle reti ferroviarie ad alta velocità del resto d'Europa e di spostare per quanto possibile i crescenti flussi di traffico transalpino dalle strade alle ferrovie.

Grazie alla possibilità di utilizzare treni più rapidi e lunghi sulla nuova linea, il traffico merci potrà essere più che raddoppiato, mentre per i passeggeri il viaggio tra Zurigo e Milano, ad esempio, verrà ridotto dalle attuali quattro ore abbondanti a meno di tre. Per realizzare questo enorme progetto nel minor tempo possibile, l'opera è stata suddivisa in cinque sezioni, da nord a sud Erstfeld (7,4 km), Amsteg (11,4 km), Sedrun (8,8 km), Faido (14,6 km) e Bodio (16,6 km).

I tre tronconi centrali della galleria sono stati completati mediante perforazioni

intermedie. Le dimensioni al di fuori della norma hanno richiesto un immenso sforzo logistico. Le esigenze si sono rivelate maggiori rispetto a qualunque altro intervento di costruzione di tunnel. Serve più aria fresca a causa del maggiore volume da aerare, più risorse di trasporto per personale, materiale di costruzione e scarti, più attrezzature di soccorso e più sistemi di raffreddamento.

È stato nel 1994 che il consorzio di ingegneria per la galleria di base del San Gottardo Nord, sotto la direzione di Gähler und Partner AG, si è aggiudicato l'appalto per la progettazione e la gestione dei lavori di realizzazione delle sezioni settentrionali del tunnel, Erstfeld e Amsteg.

L'appalto comprendeva anche la gestione ambientale e gli interventi geologici associati al progetto principale.

La sezione Erstfeld, lunga 7,4 km, è caratterizzata non solo da due canne a binario singolo e da 22 gallerie trasversali, ma anche da un progetto sotterraneo per il futuro ampliamento della galleria in direzione nord.

Il progetto include anche un tunnel cut-and-cover lungo 600 metri, il Portale Nord, e tutte le installazioni esterne necessarie per le operazioni di costruzione, tra cui la stazione ferroviaria del cantiere, il centro di preparazione del calcestruzzo e gli impianti di trattamento dell'acqua.



La sezione successiva, Amsteg (lunga 11,4 km), comprende la galleria vera e propria con 38 tunnel trasversali e un canale per i cavi di alimentazione (1,9 km), oltre alla perforazione intermedia settentrionale.

Quest'ultima consta di una galleria di accesso di 1,8 km, di tutte le installazioni esterne e di una serie di adattamenti all'infrastruttura municipale locale.

Ad esempio, è stato necessario deviare una delle strade cantonali di grande circolazione in quanto il suo percorso originale intralciava l'entrata alla galleria di accesso.

Nell'ambito del consorzio ingegneristico, Gähler und Partner AG ha progettato i due tunnel principali a Erstfeld e Amsteg, oltre ai progetti esterni ad Amsteg.

Tra questi ricordiamo deviazioni di strade e nuove vie di comunicazione, aree di installazione, sistemazioni, mense e uffici, l'adattamento della ferrovia industriale esistente tra Erstfeld e Amsteg e la costruzione della stazione del cantiere.

Gähler und Partner AG usa la soluzione BIM Allplan Engineering (con 18 licenze) per tutti i progetti di ingegneria civile, nonché per la progettazione di strutture portanti, per l'ingegneria domestica, per scavi e per lavori sotterranei. Inizialmente gli interventi ad Amsteg erano stati progettati con Speedikon, poi verso la fine dei lavori di costruzione in questo punto e l'inizio della progettazione a Erstfeld è stato effettuato il passaggio ad Allplan.

Il nuovo software ha superato in scioltezza il battesimo di fuoco.

Tutte le planimetrie della prima sezione sono state adattate e integrate senza il minimo inconveniente anche nella seconda.

"Il fatto che il trasferimento dei dati dal vecchio sistema così diverso e obsoleto abbia funzionato così bene è stato un successo per noi", ricorda Raphael Wick, project manager capo di Gähler und Partner AG.

Lo studio sfrutta anche l'affidabilità di Allplan in termini di scambio di dati per quanto riguarda la collaborazione all'interno del consorzio e con le altre aziende partecipanti. "Questo software, inoltre, semplifica la preparazione e la modifica delle tavole, riducendo il rischio di errori. Nonostante la standardizzazione, disponiamo comunque di circa 120 tavole di concetti costruttivi diversi e abbiamo prodotto più di 1000 tavole in totale.

Si tratta di un'ingente quantità di dati, che però il programma gestisce senza fatica", afferma l'ingegnere.

Per ottimizzare l'uso del calcestruzzo e, di conseguenza, i costi, gli ingegneri hanno sviluppato un sistema di elementi casseforme di dimensioni regolabili. La determinazione della geometria del singolo cassero avviene con Allplan. Un rilievo digitale della superficie, che indica l'esatta posizione della struttura di sicurezza per i lavori di realizzazione del tunnel, viene inserito in Allplan e archiviato con i normali profili standard.

Successivamente, prendendo in considerazione le dimensioni minime dei componenti e le condizioni periferiche geometriche dalla sezione operativa, viene elaborata la configurazione ideale della cassaforma.

I requisiti geotecnici più severi sono sotto controllo.

"I grandi strati sovrastanti fino a 2400 metri che caratterizzano il progetto del San Gottardo nelle zone di disturbo possono determinare aree con un livello di sollecitazione insolitamente elevato. In alcuni punti, la pressione ha causato la deformazione di enormi profili in acciaio massiccio nel giro di poche settimane e la necessità di inserire nuovi profili e mettere in sicurezza i sistemi".

Con l'ausilio di Allplan, gli ingegneri affrontano tali sfide in due modi: introducendo nei punti sensibili un grado di resistenza adeguato in fase di progettazione sotto forma di archi in acciaio, armature e calcestruzzo spruzzato, o shotcrete, oppure lasciando strati morbidi all'interno dei quali le formazioni rocciose possano deformarsi.

A tale scopo vengono impiegati speciali profili in acciaio, comprimibili a mo' di ammortizzatori. Ulteriori armature prevengono i residui rischi di movimento. In aree come queste, che presentano sfide geotecniche particolarmente ostiche, l'arco o la volta all'interno sono stati dotati di armature progettate con l'apposito modulo di Allplan. Oltre alla rappresentazione in 3D degli elementi complessi, è stata estremamente utile la possibilità di produrre automaticamente gli elenchi dei componenti per gli elementi di armatura, evitando così la necessità di calcoli manuali.

Nel caso di progettazioni standard, Gähler und Partner prepara viste planimetriche, sezioni e altri dettagli utilizzando le funzioni 2D di Allplan.



*Dato che in questo progetto si usano moltissimi programmi e versioni differenti, è ancora più importante poter scambiare le tavole con la massima qualità. Sarebbe incredibilmente laborioso dover intervenire nuovamente sulle tavole per incongruenze a livello di dettagli quali tonalità e intensità di colore o a causa di testi distorti, ma con Allplan questi problemi non si sono assolutamente presentati.*

Raphael Wick,  
project manager capo di Gähler und Partner

Nei punti più complessi, così come per evidenziare le aree problematiche, gli ingegneri preferiscono la progettazione 3D e utilizzano le visualizzazioni. Questo si traduce, ad esempio, nella possibilità di eseguire un test geometrico per stabilire se è disponibile una quantità di spazio sufficiente, se i valori di spessore, forza e distanza di archi e volte sono corretti e se è possibile inserire tubature per cavi nei punti desiderati. In particolare per quanto riguarda i condotti per cavi con cambi di direzione, si presentano continuamente nuove sfide progettuali.

E' possibile anche che questi elementi inizino con un segmento orizzontale sul pavimento del tunnel, per poi terminare in verticale sul soffitto a volta, continuando in seguito a cambiare direzione.

Può inoltre accadere che inizialmente i tubi protettivi per i cavi corrano paralleli nella stessa sezione trasversale prima di separarsi in un punto specifico e continuando in direzioni diverse.

A complicare ulteriormente le cose, è necessario prendere in considerazione anche i raggi di piegatura massimi a seconda del tipo di cavo.

Un altro esempio di condizioni ostili si è verificato ad Amsteg, dove le gallerie di accesso e una galleria con i cavi per l'alimentazione della ferrovia incontrano le due canne del tunnel. Anche le risultanti intersezioni spaziali tra le diverse strutture sono state progettate in 3D.

Raphael Wick afferma: "Ricordo perfettamente. Era il gennaio del 2002, mi trovavo nel cantiere di Amsteg e ho pensato: "E così da qui ci sono altri 50 km di roccia". Secondo i nostri calcoli dovremmo completare i lavori di progettazione per Erstfeld e Amsteg entro il 2014. Ci auguriamo che poi l'intero progetto possa essere portato a termine entro il 2017, in modo che il tunnel possa diventare operativo.

È senza dubbio il progetto sotterraneo più grande che io abbia mai affrontato in vita mia".

---

## INFORMAZIONI DI SINTESI DEL PROGETTO

**Concetto chiave:** Ingegneria strutturale civile

**Software utilizzato:** Allplan Engineering