



# SIKA AT WORK

## GALLERIA DI BASE DEL SAN GOTTARDO

L'opera edile del secolo

BUILDING TRUST



# EDITORIALE



Liebe Leserinnen und Leser

Stimati lettori

25 anni dopo la mia prima riunione progettuale con il committente FFS, il tunnel ferroviario più lungo del mondo viene aperto ufficialmente: la galleria di base del San Gottardo, un record mondiale.

Nel 1992 il laboratorio del calcestruzzo di Sika a Zurigo ha iniziato con le prime prove preliminari per le FFS, in un momento in cui il committente non sapeva ancora quali erano i valori nominali dei materiali che avrebbe dovuto esigere per soddisfare il presupposto definito per l'opera della "durata d'impiego di 100 anni". In questo contesto, con le sue grandi conoscenze della tecnologia del calcestruzzo e lo sviluppo di numerosi nuovi prodotti, Sika ha indicato la via da percorrere.

Le due gallerie principali separate, lunga ognuna 57 chilometri, e gli oltre 100 passaggi di collegamento, cunicoli d'accesso e di ventilazione, formano insieme un complesso di gallerie lungo 152 chilometri. In totale hanno dovuto essere scavati oltre 28 milioni di tonnellate di materiale pietroso, cosa che corrisponde a un volume superiore a 15 milioni di m<sup>3</sup>. Circa il 25% del materiale è stato selezionato, lavato, frantumato e, grazie agli appositi additivi, trasformato in calcestruzzo pregiato. Con la sua tecnologia di punta, Sika ha partecipato alla produzione di oltre 2 milioni di m<sup>3</sup> di calcestruzzo di qualità (calcestruzzo con caratteristiche particolari). Quanto era iniziato nel 1993 nel cunicolo di sondaggio della Piora con una nuova tecnologia di accelerazione della presa, è terminato poi nelle gallerie principali con miscele contenenti fino a 4 additivi per calcestruzzo contemporaneamente. Così che anche per Sika il progetto del San Gottardo è diventato un progetto degli aspetti superlativi. Oltre i due terzi dei lotti di costruzione sono stati assegnati a Sika, con un valore del materiale di oltre 200 milioni di franchi svizzeri. Unitamente alla SikaLavori abbiamo acquisito l'incarico singolo più grande di tutta la storia di Sika: l'impermeabilizzazione dei due lotti sud della galleria del San Gottardo.

In questo intento Sika ha investito in un procedimento di prequalifica durato anni e nello sviluppo di nuovi materiali, nella misura di 3 milioni di franchi, prima ancora che fosse fornito un solo chilogrammo di prodotti chimici per l'edilizia. Questo non ha richiesto soltanto il coraggio e l'assunzione del rischio imprenditoriale, ma anche la forte convinzione che le difficilissime sfide tecniche avrebbero potuto essere vinte con nuove soluzioni relative ai prodotti. Si è dovuto battere molte strade nuove. Affermazioni come "non va" oppure "non esiste" sono scomparse dal vocabolario Sika. Dopo un procedimento molto rigoroso di selezione, i nuovi prodotti sviluppati sono stati sottoposti a duri test pratici da parte di istituti ufficiali d'esame, come l'EMPA, ecc., prima di passare alla produzione di serie. Ringrazio il management di Sika per la sua lungimiranza imprenditoriale e tutti i collaboratori coinvolti nel progetto dei settori della ricerca, della tecnica e della vendita per il loro impressionante impegno e per la loro incessante volontà di svolgere un lavoro eccellente in questo progetto. La galleria di base del San Gottardo è un'opera pionieristica dell'ingegneria svizzera, costruita dagli "eroi del sottosuolo" provenienti da molti paesi, resa possibile grazie alle moderne tecnologie del calcestruzzo e di impermeabilizzazione di Sika. Molti nuovi prodotti, che sono oggi venduti in tutto il mondo, hanno in sé il "DNA" delle specifiche relative al San Gottardo, dato che sono stati sviluppati proprio per soluzioni di problemi durante i lavori per "l'opera edile del secolo".

In tal senso: "benvenuto San Gottardo" e congratulazioni a tutti i collaboratori Sika che hanno partecipato al progetto. Insieme avete "spostato le montagne" e oltre allo stupore, è appropriata anche la fierezza per quello che è stato fatto. La galleria di base del San Gottardo è un monumento di fronte al quale dovranno inchinarsi molte delle future gallerie.

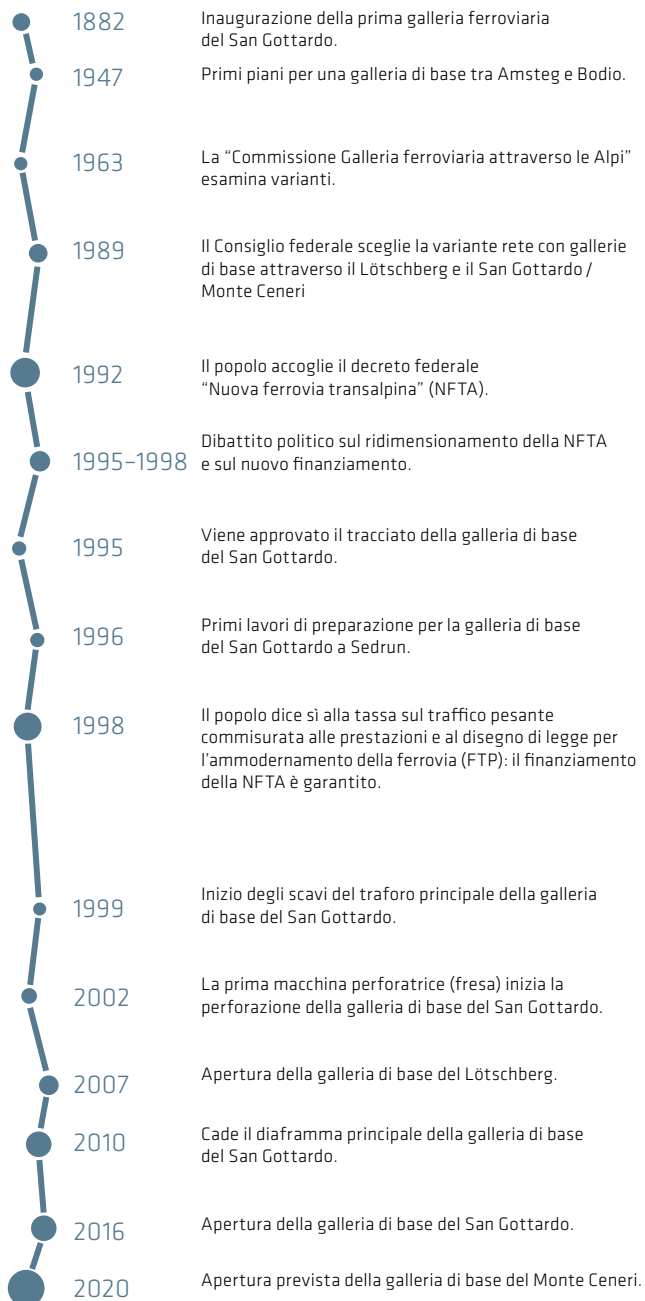
ERNESTO SCHÜMPERLI  
President Concrete & Waterproofing Division

# SOMMARIO



<b>2</b>	Editoriale
<b>4</b>	Cifre e fatti
<b>5</b>	Sika e San Gottardo
<b>6</b>	Dalla Storia
<b>8</b>	Procedimento di prequalifica
<b>10</b>	Punti salienti nella costruzione
<b>12</b>	Impiego di prodotti e servizio Sika nella costruzione
<b>16</b>	Spruzzatrici Aliva
<b>18</b>	SikaLavori
<b>20</b>	La NFTA dal mio punto di vista (Christian Anderrüthi)
<b>21</b>	Record di Sika al San Gottardo
<b>22</b>	Interviste di cantiere
<b>26</b>	Affermazioni

# CIFRE E FATTI



- Lunghezza: 57 chilometri (è la galleria ferroviaria più lunga del mondo)
- Sistema di gallerie nella roccia per un totale di 152 chilometri
- Durata del tragitto in galleria: 20 minuti scarsi per i treni passeggeri
- Capacità della galleria: fino a 260 treni merci e 65 treni passeggeri al giorno
- Velocità massima: treni merci 160 km/h, treni passeggeri fino a 250 km/h
- Si giunge 45 minuti prima a Lugano
- Due gallerie a un binario, collegamenti trasversali ogni 325 metri
- Punto culminante della galleria a 550 metri sul livello del mare
- Massima copertura di roccia: 2 300 metri
- Tempo di costruzione (senza i sondaggi): 17 anni
- 28.2 milioni di tonnellate di materiale scavato
- Avanzamento delle gallerie principali con macchina perforatrice (80%) ed esplosivo (20%).
- 43 800 ore di lavoro senza interruzione per la posa della massicciata fissa
- Costi di tutta la NFTA con le gallerie di base del Lötschberg, del San Gotthardo e del Monte Ceneri: CHF 18.2 miliardi (stato dei costi al 1998, esclusi il rincaro, l'IVA e gli interessi di costruzione; costi complessivi effettivi: CHF 23 miliardi abbondanti)
- Partecipanti alla costruzione: 2 600 persone
- Messa in esercizio della galleria di base del San Gotthardo: 11 dicembre 2016

## Prodotti e prestazioni di servizio Sika

- Procedimento di qualifica dal 1996 al 2002 con ampie prove e investimenti preliminari di oltre CHF 3 milioni
- Additivi Sika per oltre 2 milioni di m<sup>3</sup> di calcestruzzo
- Manti impermeabili sintetici e sistemi per giunti per oltre 3 milioni di m<sup>2</sup> di superficie impermeabilizzata
- 20 000 tonnellate di additivi per calcestruzzo
- Trasporto di materiali per 40 000 tonnellate
- Sistemi di spruzzo del calcestruzzo e robot sulle macchine perforatrici per l'efficienza dell'avanzamento
- Prodotti ausiliari e complementari dall'intera gamma dei prodotti Sika
- 12 662 500 minuti di prestazione di lavoro

# SIKA E SAN GOTTARDO

Un successo convincente



Foto: © AlpTransit Gotthard AG

## **OLTRE 100 ANNI FA È INIZIATA UNA STORIA DI SUCCESSI**

Quando il 1° giugno 2016 la galleria di base verrà festosamente inaugurata, il San Gottardo, come barriera tra nord e sud, sarà stato definitivamente vinto. Grazie alla galleria ferroviaria più lunga del mondo, i treni sfrecceranno attraverso le Alpi, praticamente senza dover affrontare salite. Una pietra miliare per i trasporti e per la mobilità del futuro.

Nell'ambito della costruzione di tunnel, la galleria di base del San Gottardo è qualcosa di speciale e di nuovo. Essa attraversa uno dei massicci alpini più alti. Sotto i picchi montani la galleria si estende praticamente 2000 metri sotto la roccia e nel suo punto culminante raggiunge un'altitudine sul livello del mare di soli 550 metri circa. Grazie a questa nuova tratta il tempo di percorrenza da Zurigo a Milano per i possenti treni merci e per i moderni treni ad alta velocità si riduce di circa un'ora.

L'abbattimento del diaframma, avvenuto il 15 ottobre 2010, è stato il momento nel quale si è capito che l'opera edile del secolo, la galleria di base del San Gottardo, sarebbe stata conclusa con successo. Undici anni dopo il primo brillamento è stata completata la perforazione della galleria ferroviaria del San Gottardo, lunga 57 chilometri. Fino alla messa in funzione prevista al 1° giugno 2016 sono stati costruiti 152 chilometri di gallerie e cunicoli, asportando dal ventre della montagna 28 milioni di tonnellate di roccia.

## **San Gottardo: dove tutto ebbe inizio per Sika**

Quasi cento anni fa, la storia di successo del gruppo Sika, oggi attivo in tutto il mondo, cominciava proprio nella costruzione di una galleria ferroviaria sul San Gottardo. Con l'impermeabilizzazione dell'elettrificazione della galleria ferroviaria, Sika pose, da una parte, le basi per il successo della ferrovia sull'asse nord-sud, e dall'altra quelle del suo successo mondiale. La galleria di base

del San Gottardo ha rappresentato sfide simili a quelle del 1918, ma anche altre, completamente nuove. Le dimensioni dell'opera e le elevate temperature da 30°C a 40°C sotto terra, hanno messo a dura prova tutti coloro che hanno lavorato in questo cantiere. Si dovevano soddisfare le elevate esigenze poste al materiale e alla tecnica come, ad esempio, la durabilità di 100 anni per il calcestruzzo, che in questa, che giustamente si definisce l'opera del secolo, era un aspetto centrale.

## **Competenza completa di Sika**

La nuova galleria del San Gottardo ha richiesto tutta la competenza di Sika. I sistemi d'impermeabilizzazione, le conoscenze di chimica edile, e le soluzioni relative alle macchine sono stati solo una parte delle prestazioni da noi rese. Lo scavo della galleria è stato consolidato con calcestruzzo spruzzato di alta qualità. Sullo stesso sono stati applicati i manti impermeabili sintetici Sikaplan® e Sarnafil®. Dopo è stata realizzata la copertura interna in calcestruzzo con gli additivi Sika, rispettando le precise indicazioni relative alla geometria superficiale della galleria. La perfetta superficie del calcestruzzo è il biglietto da visita evidente dei lavori di getto.

## **Costruire con e per le persone**

La galleria ferroviaria più lunga del mondo costituisce il fulcro della nuova trasversale ferroviaria alpina (NFTA). Essa impersona i valori svizzeri: innovazione, precisione e affidabilità. Valori che anche i collaboratori Sika coinvolti hanno rispettato durante tutta la durata di costruzione di 14 anni, è già prima durante i preliminari dal 1996 in poi, con fierezza e soddisfazione, con spirito di collaborazione a tutti i livelli, per la riuscita dell'opera edile del secolo. Sika costruisce con e per le persone, come è stato dimostrato in modo impressionante nella galleria di base del San Gottardo.



# DALLA STORIA

La galleria di base del San Gottardo è un'ulteriore pietra miliare della lunga e movimentata storia di questa via di comunicazione, cominciata con le carrozze postali.

## 1830: LE PRIME CARROZZE POSTALI

Dopo l'apertura della nuova strada, avvenuta nel 1830, una diligenza copriva tre volte la settimana il tragitto tra Flüelen e Chiasso. Si impiegavano piccole carrozze a un cavallo con due o tre posti. Il tempo della grande posta del San Gottardo iniziò però soltanto nel 1842, con carrozze di dieci posti e un tiro di cinque cavalli, una volta al giorno in entrambe le direzioni. Il tragitto da Como a Flüelen durava 23 ore scarse.

## 1882: APERTURA DELLA FERROVIA DEL SAN GOTTARDO

Con i suoi 15 chilometri la galleria culminante della ferrovia del San Gottardo era all'epoca il tunnel più lungo del modo. Gli invii postali venivano trasportati già dal 1881 attraverso la costruzione grezza della galleria. Con questo i penosi e pericolosi tragitti in diligenza lungo la strada del passo divennero parte del passato.

## 1918: ELETTRIFICAZIONE DELLA GALLERIA FERROVIARIA

Il Consiglio d'amministrazione delle FFS decise il 16 febbraio 1916 l'elettificazione della ferrovia del San Gottardo da Erstfeld a Bellinzona. I grandi problemi nell'approvvigionamento di carbone durante la prima Guerra mondiale, richiedevano una rapida realizzazione dei piani. Inoltre le motrici elettriche sono notevolmente più potenti di quelle termiche e questo comportava un aumento della velocità di viaggio. A partire dal 1918 l'elettificazione venne eseguita secondo i piani, di modo che il 12 dicembre 1920 entrò in funzione l'intera tratta da Erstfeld a Biasca.

## 1922: PRIME CORSE SUL PASSO DELLE CORRIERE POSTALI

Sembra che una prima automobile abbia raggiunto il passo del San Gottardo già nel 1895. L'ultima diligenza tirata da cavalli varcò il passo del San Gottardo nel 1921. L'anno successivo circolava già il Car alpin, la prima corriera postale.

## 1980: APERTURA DELLA GALLERIA AUTOSTRADALE

Il record successivo appartiene alla galleria autostradale lunga 16.9 chilometri, inaugurata nel 1980, che è rimasta la più lunga del mondo. Con questo c'era anche per le corriere postali una via di comunicazione sicura e rapida tra Uri e il Ticino anche in inverno.

## 2016: APERTURA DELLA GALLERIA FERROVIARIA DI BASE DEL SAN GOTTARDO

Un'altra opera del secolo per il San Gottardo: grazie alla galleria di base i treni ad alta velocità sfrecceranno in futuro, fino a 250 chilometri l'ora, attraverso il massiccio alpino. Ma la galleria è stata costruita principalmente per i treni merci. Sono previsti fino a cinque treni merci per ogni ora e direzione, tra questi anche due treni per il trasporto di pacchi e due treni per la posta epistolare. Essi circoleranno quotidianamente tra Härkingen e Cadenazzo. Il loro tempo di percorrenza si ridurrà di oltre 45 minuti. Ma anche

in futuro la posta continuerà a transitare sul San Gottardo, con la corriera postale.



Foto: Biblioteca centrale Zurigo, collezione grafica e archivio fotografico



Foto: Biblioteca centrale Zurigo, collezione grafica e archivio fotografico



Foto: © AlpTransit Gotthard AG

# PROCEDIMENTO DI PREQUALIFICA

## Calcestruzzo e manti impermeabili sintetici

### DURATA D'IMPIEGO RICHIESTA: 100 ANNI

Il committente Alp Transit richiedeva una durata d'impiego di 100 anni, sostanzialmente con poca manutenzione. Di fatto dunque una durabilità di 100 anni per il calcestruzzo e per i sistemi d'impermeabilizzazione. A questo scopo il committente ha inizialmente definito un procedimento di prequalifica, con il quale gli offerenti dovevano qualificarsi singolarmente attraverso tre livelli per i lavori di tutti e cinque i lotti previsti:

- Livello 1: dimostrazione d'idoneità; dimostrazione specialistica e tecnica di produzione "Documenti di candidatura del livello 1 di marzo 1996".
- Livello 2: prove preliminari; esecuzione in proprio delle prove del calcestruzzo con le granulometrie pietrose originali, ma senza l'osservanza di condizioni di temperatura aggravate; notifica dei risultati per l'ammissione alle prove principali.
- Livello 3: prove principali; messa in opera dei tipi di calcestruzzo OB 1 + 2 e SB 1 + 2 sotto la sorveglianza del committente, nell'osservanza delle condizioni di base; i buoni risultati costituiscono la base per l'ammissione nell'elenco dei tipi dei documenti d'offerta.

L'esecuzione delle prove principali ha avuto luogo nella galleria di prova Hagerbach AG, appositamente preparata, sotto la sorveglianza di rappresentanti del committente. Gli offerenti dovevano formare dei team, che comprendevano sempre un fabbricante di cemento e un fabbricante di additivi per ogni lotto, e potevano partecipare soltanto come tali. Per l'esecuzione le imprese disponevano quindi della lista dei team ammessi per ogni lotto, nella quale potevano scegliere il fornitore. Dal punto di vista cronologico la prequalifica è stata eseguita vari anni prima dell'inizio effettivo dei lavori. Questo comportava sicurezza nella pianificazione ed era anche necessario dato che per raggiungere la voluta resistenza del calcestruzzo ai solfati era prescritta una prova della durata di due anni. In seguito, durante l'esecuzione, questo procedimento di prova è stato sostituito da un test più rapido.



Tabella 1: esigenze di durabilità poste alle qualità del calcestruzzo OB 1 e OB 2

Qualità del calcestruzzo (OB = locale)	OB 1	OB 2
Classe di resistenza SIA 162/1, prova n. 1 / 2	B 45/35	B 45/35
Impermeabilità all'acqua (permeabilità) SIA 162/1, prova n. 5 / 7	≤ 12 g/m <sup>2</sup> h	≤ 8 g/m <sup>2</sup> h
Resistenza agli agenti chimici (solfati) XA2 secondo prEN 206, 1997 valutazione definitiva dopo 720 giorni	-	≤ 0.50‰
Comportamento di ritiro SIA 162/1, prova n. 4	-	quanto più ridotto possibile
Contenuto minimo di cemento	≥ 325 kg/m <sup>3</sup>	≥ 330 kg/m <sup>3</sup>
Contenuto massimo di acqua	≤ 0.50	≤ 0.50

Oltre all'adempimento dei valori limite di durabilità, sono state definite già nel procedimento di prequalifica, le esigenze alla possibile messa in opera, atta a garantire che i tipi di calcestruzzo esaminati fossero soddisfacenti anche considerando le necessità pratiche delle imprese. A tale fine il calcestruzzo non doveva solo essere fabbricato, ma anche trasportato, convogliato



ato e messo in opera secondo le prescrizioni del procedimento di prequalifica. Ma in seguito, al momento dell'esecuzione dei lavori, si è subito rilevato che le relative imprese ponevano esigenze variate, in parte fortemente divergenti, per la messa in opera. Per questo all'inizio dei lavori le ricette del calcestruzzo autorizzate nel procedimento di prequalifica hanno dovuto essere nuovamente sottoposte a prova e quindi nuovamente autorizzate per la messa in opera nella galleria.

Questo ha avuto comunque il vantaggio di non escludere in partenza gli sviluppi intervenuti nel frattempo nell'ambito dei leganti e degli additivi. Proprio in quel periodo i fluidificanti a base di polycarbossilati (PCE) e i leganti durevoli (CEM III) sono stati oggetti di notevoli progressi di sviluppo e di applicazione.



Tabelle 2: esigenze di messa in opera poste alle qualità del calcestruzzo OB 1 e OB 2

Qualità del calcestruzzo (OB = locale) OB 1 e OB 2
<p>Esigenze del tempo di messa in opera:                      pompabile durante 6 ore e 100 metri                      Temperatura del calcestruzzo fresco: senza aumento notevole durante 6 ore                      Temperatura di giacenza del calcestruzzo fresco: da 25°C a 30°C                      Granulometrie pietrose: materiale di risulta dallo scavo della galleria</p>
<p>Esigenze di sviluppo delle resistenze iniziali:                      &gt; 5 N/mm<sup>2</sup> dopo 12 ore                      Preparazione dei corpi di prova dopo 4 e 6 ore                      Temperatura di giacenza dei corpi di prova: 35°C</p>

### Esigenze poste al calcestruzzo AlpTransit

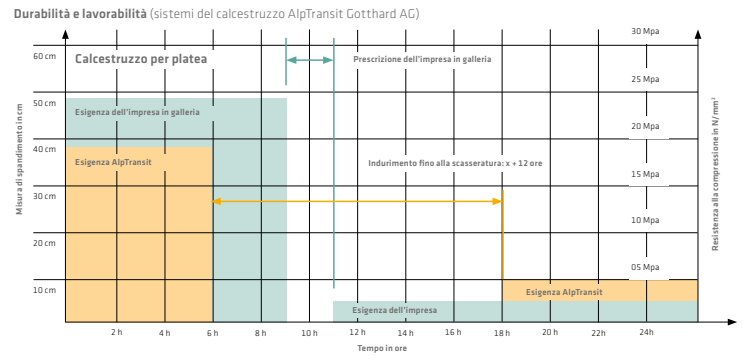


Grafico: esigenze poste al calcestruzzo in merito al tempo di lavorabilità e allo sviluppo delle resistenze iniziali (prescrizione AlpTransit ed esigenze dell'impresa in galleria)

### Manti impermeabili sintetici alla prova di resistenza

Con un vasto procedimento di valutazione sono stati messi alla prova tutti i manti impermeabili sintetici, dei più diversi materiali, noti in Europa. Per tenere conto delle rigorose esigenze dettate dalla forte copertura di roccia, dalla temperatura ambientale elevata e dalla durata d'impiego richiesta di 100 anni, la AlpTransit Gotthard AG e la BLS Transit AG hanno rivisto le prescrizioni relative ai manti impermeabili sintetici indicati nella norma SIA V280 (1996).

Per la prima volta non sono stati controllati solo i singoli componenti secondo le prescrizioni, ma anche le interazioni nel sistema, che a loro volta dovevano soddisfare le esigenze maggiorate.

- Comportamento di invecchiamento: il procedimento d'invecchiamento è uno dei più rigorosi. In tale contesto tutti i componenti del sistema sono stati tenuti in giacenza durante 24 mesi in diverse condizioni (acqua arricchita di ossigeno, pressione, ambiente alcalino e acido, terra microbicamente attiva) e quindi controllati.
- Idoneità alla posa: la sorveglianza della posa era una novità; i sistemi sono stati posati e quindi rivestiti con il calcestruzzo, ma in seguito sono stati nuovamente messi a nudo e valutati. In tutto il mondo soltanto i sistemi della NFTA sono stati controllati in questo modo.
- Prova di pressione e di spinta: l'impermeabilità, la capacità di drenaggio e la deformazione sotto gli effetti della pressione e della spinta sono state valutate in base a un impianto di prova di nuova realizzazione.

Nessuno dei sistemi esistenti ha potuto soddisfare subito le esigenze poste. Tramite lo sviluppo mirato, Sika è stata in grado di offrire una soluzione con i manti impermeabili sintetici Sika-plan® NEAT e Sarnafil® NEAT, sia a base di PVC-P che di FPO.



# PUNTI SALIENTI NELLA COSTRUZIONE

Jürg Schlumpf, Corporate Target Market Manager Concrete



## REGOLAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO TRAMITE GLI ADDITIVI

Nell'odierna tecnologia del calcestruzzo l'impiego degli additivi per la regolazione delle caratteristiche specifiche del calcestruzzo fresco e indurito è imprescindibile. In tale contesto è disponibile una quantità di prodotti diversi, con i quali si può regolare nel calcestruzzo fresco soprattutto il tempo di lavorabilità, il ritardo o l'accelerazione della presa, l'omogeneità, la fluidità e la compatibilità. Per il calcestruzzo indurito l'influsso principale sta nella minimizzazione della porosità tramite la riduzione dell'acqua d'impasto. Si impiegano inoltre altri additivi che favoriscono la durabilità influenzando positivamente, ad esempio, sul ritiro del calcestruzzo e sulla resistenza alla corrosione dell'acciaio dell'armatura.

Nell'ambito del calcestruzzo durevole, in particolare per le infrastrutture, coincidono esigenze diverse. Nel caso della galleria di base del San Gottardo si trattava

- della durabilità e della lavorabilità (trasporto e getto);
- durabilità e sviluppo delle resistenze iniziali (tempi di scasseratura);
- lavorabilità e inerti frantumati (parti fini);
- differenze di temperatura e omogeneità (portale e punto di scavo / di getto).

## Buona lavorabilità nonostante le esigenze di durabilità

Per ottenere, nonostante le elevate esigenze di durabilità, caratteristiche di lavorabilità buone e molto lunghe, è stato necessario dosare additivi o combinazioni degli stessi, idonei per i tipi di calcestruzzo. Oltre alla forte riduzione dell'acqua (normale con l'impiego di Sika® ViscoCrete®), per il progetto del San Gottardo erano richiesti soprattutto la buona stabilità della miscela e il contenimento al minimo delle variazioni delle caratteristiche del calcestruzzo. Questo perché tutti i calcestruzzi dovevano essere confezionati con pietrisco ricavato dallo scavo della galleria. Specialmente le sabbie hanno posto difficoltà notevoli nella scelta del fluidificante. Di modo che per singoli lotti e durante tutto il periodo della costruzione sono state continuamente formulate nuove soluzioni adeguate all'avanzamento del cantiere, mentre in altri lotti si è potuto lavorare fin dall'inizio con vari fluidificanti e con dosaggi diversi contemporaneamente. Con questo provvedimento si è potuto tenere conto in modo flessibile anche delle diverse temperature ambientali e delle crescenti distanze di trasporto.

Ecco un esempio di queste combinazioni di fluidificanti:

- tipo 1: forte riduzione dell'acqua, buon sviluppo iniziale delle resistenze, tempo esiguo di lavorazione, stabilizzazione della miscela;
- tipo 2: riduzione limitata dell'acqua, tempo di lavorabilità lungo in particolare con temperature elevate, stabilizzazione della miscela.

Con questo concetto tutto il calcestruzzo è stato prodotto in modo affidabile durante anni (estate e inverno) con una distanza iniziale di trasporto di 100 metri fino a oltre 30 chilometri.

## Toolbox additivi per calcestruzzo

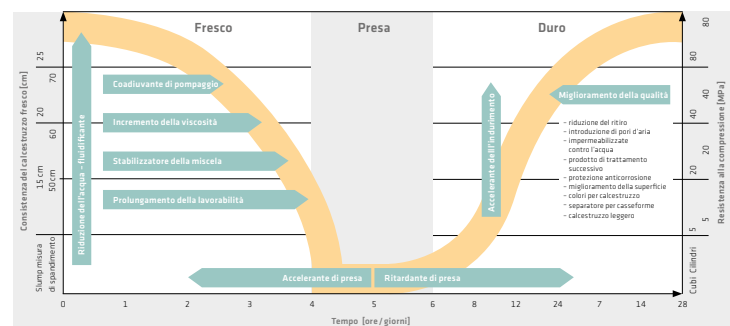


Grafico: panoramica dell'impiego di additivi per calcestruzzo per la regolazione delle caratteristiche del calcestruzzo fresco e indurito

### Tempi di lavorabilità controllati e lunghi nonostante le alte temperature

In un lotto il trasporto nella galleria era lungo oltre 30 chilometri. Il calcestruzzo doveva essere fabbricato in considerazione di questa lunga distanza di trasporto. In tutti i lotti il calcestruzzo è stato trasportato al punto di messa in opera con treni ferroviari. A causa delle situazioni topografiche dei punti di produzione del calcestruzzo, risultavano condizioni meteorologiche e temperature varianti. Mentre in inverno c'erano temperature sottozero all'esterno, in alcuni lotti la temperatura nei punti di messa in opera era di oltre 30°C.

Inoltre le imprese esecutrici non ponevano solo esigenze relative al tempo di lavorabilità, ma fissavano anche le esigenze minime per le resistenze iniziali per poter rispettare i tempi di scasseratura. È stato necessario sviluppare i cosiddetti additivi per la regolazione della consistenza (Sika ViscoFlow® Slump Retention Polymers) a base di PCE modificato. Negli anni della costruzione questi prodotti non erano ancora affermati. Per questo il loro impiego nella galleria di base del San Gottardo può essere definito una vera e propria innovazione. Al giorno d'oggi questi cosiddetti "Slumpkeeper" vengono spesso dosati anche separatamente e hanno avuto un enorme ulteriore sviluppo nella combinazione con i più svariati leganti.

### Scadenze serrate di scasseratura nonostante il lungo tempo di lavorabilità e il concetto di durabilità del legante

Una volta trasportato il calcestruzzo nel punto di messa in opera e quindi gettato nei casseri tramite il convogliamento a pompa, si doveva rispettare il piano delle scadenze di scasseratura. Con il calcestruzzo spruzzato non ne risultano problemi in quanto, a prescindere dal tempo di ritardo, la reazione è provocata con l'accelerante di presa nel convertitore di flusso direttamente prima dell'applicazione. Le necessarie resistenze iniziali dopo una, due, quattro e otto ore si possono così ottenere quasi a prescindere dal tempo di lavorabilità richiesto. Nell'ambito del calcestruzzo da costruzione (essenzialmente per anelli interni e solette), questa "attivazione del calcestruzzo spruzzato" subito prima del getto non è possibile oppure si può ottenere solo in modo molto oneroso e impegnativo.

Per questo già al momento della fabbricazione del calcestruzzo si doveva tenere conto del tempo di messa in opera previsto e della relativa scadenza di scasseratura, comprese le resistenze da raggiungere. Per il calcestruzzo della soletta della galleria di base del San Gottardo questo significava x + 4 ore e per gli anelli interni x + 12 ore. La resistenza alla compressione richiesta doveva raggiungere > 5 N/mm<sup>2</sup> sul cubo di prova di 15/15/15 cm. Nel concetto del calcestruzzo si doveva quindi trovare il coordinamento tra fluidificante, ritardante e indurimento rapido. Questo si è ottenuto con l'impiego di tre diversi additivi per calcestruzzo, a dipendenza delle condizioni esterne.

Tabella 5.1.2: risultati delle prove HOCHTIEF, Bodio/Faido

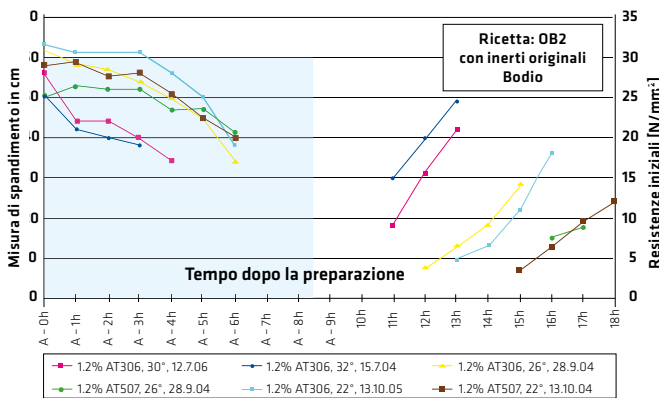


Grafico: risultati delle prove di laboratorio con materiali iniziali originali nell'ambito di uno studio di fattibilità per il trasporto su lunghe distanze del calcestruzzo nel 2004, tramite l'impresa HOCHTIEF Consult Materials.



# IMPIEGO DI PRODOTTI E SERVIZIO SIKA NELLA COSTRUZIONE

Oltre ai lavori principali, ossia lo scavo della galleria, il consolidamento, l'impermeabilizzazione e il rivestimento, nella costruzione di grandi trafori si esegue una serie interminabile di altri lavori. Questi spaziano dai piccoli lavori di riparazione ai sistemi completi di pavimentazione, all'incollaggio delle rotaie o ai provvedimenti di protezione antincendio. Mentre i lavori principali dei grandi cantieri, come i concetti del calcestruzzo gettato o spruzzato e i sistemi d'impermeabilizzazione della galleria vengono definiti con prove preliminari e quindi dati in appalto (tramite il procedimento di prequalifica nel caso della galleria di base del San Gottardo), per i molti altri lavori si devono cercare le soluzioni sul posto. Qui i concetti e i prodotti vengono valutati

Qui di seguito elenchiamo i prodotti e i sistemi Sika più importanti:

Calcestruzzi spruzzati (SB) avanzamento con esplosivi e perforatrice:

- Sika® ViscoCrete® SC fluidificante
- SikaTard® ritardante
- Sigunit® accelerante
- SikaFume® sostanza additiva per calcestruzzo
- SikaPump® Start-1 avvio di pompaggio
- FlexoDrain W sistema di drenaggio
- Sika® PM-500 PC sistema di calcestruzzo spruzzato
- Sika® PM-702 pompa per calcestruzzo
- Aliva®-503 spruzzatrice
- Aliva® L-1/L-2 sistema di spruzzo TBM
- Aliva®-278 pompa per calcestruzzo
- Aliva®-403 sistema di dosaggio

Calcestruzzo locale (OB):

- Sika® ViscoCrete® fluidificante
- SikaTard® ritardante
- SikaPump® coadiuvante di pompaggio
- SikaPump® Start-1 avvio di pompaggio
- SikaFume® sostanza additiva per calcestruzzo
- Sika® Separol® W separatore per casseforme
- Sika® Protezione dei miscelatori - protezione delle superfici

e controllati dagli specialisti del cantiere e di Sika. Dato che Sika dispone di un'ampia gamma di prodotti per quasi tutte le esigenze, i nostri consulenti tecnici possono proporre di volta in volta ai clienti la soluzione "giusta". Per quanto riguarda la galleria di base del San Gottardo i nostri assistenti di cantiere, che lavoravano tutto l'anno sul posto, sono stati un tassello in più in questa collaborazione. Quando c'era da risolvere un problema, i nostri addetti erano sul posto; questo crea fiducia!

Complessivamente Sika ha fornito e applicato oltre **40 000** tonnellate di prodotti e oltre 3 milioni di m<sup>2</sup> di sistemi d'impermeabilizzazione.



Consolidamento in calcestruzzo spruzzato dietro lo scavo durante l'avanzamento TBM.



Calcestruzzo per gli anelli interni quale rifinitura finale durabile delle due gallerie.

Consolidamento immediato e incollaggio di ancoraggi in punti critici:

- Sika® Rock Shot-3 malta per spruzzo a secco
- Sika AnchorFix® adesivo per ancoraggi
- Sika® Intraplast® additivo per iniezioni
- Sika® Fix T-10 RX resina per iniezioni
- SikaCem®-501 cemento rapido
- Aliva®-252 spruzzatrice per calcestruzzo



Consolidamento temporaneo con malta spruzzata a secco

Impermeabilizzazione delle gallerie:

- Sikaplan® 14.6 NEAT manto impermeabile sintetico
- Sarnafil® MP 916-20 B2
- Sika® nastri per giunti
- Sikaplan® WT-1200
- Sikaplan® membrane di protezione
- Sikaplan® nastro per raccordi
- Sika® profili trapezoidali da inserire nei casseri
- Sikadur-Combiflex® impermeabilizzazione di giunti
- SikaSwell® nastro rigonfiante



Sistemi durevoli d'impermeabilizzazione applicati dopo il consolidamento con calcestruzzo spruzzato e prima della realizzazione degli anelli interni in calcestruzzo.

“Shop on the Job”:

- Sika MonoTop® malta da riprofilatura
- Sikadur® malta da riparazione
- Sika® FastFix malta rapida
- Sika®-4a legante rapido
- SikaGrout® malta da colare
- Sikafloor®-2530 W rivestimento a pavimento
- Sikaflex®-11 FC mastice
- Sika Boom® schiumogeno



Per essere sempre pronti alla fornitura è stato allestito un magazzino sul cantiere, denominato “Shop on the Job” con i prodotti più importanti.

Consulenza competente e assistenza sul posto:

- Assistenti di cantiere
- Consulenti tecnici
- Servizio calcestruzzo e malta
- Servizio apparecchi
- Management dei prodotti
- Servizio di ordinazione e fornitura



Specialisti Sika sul posto durante il controllo delle resistenze iniziali del calcestruzzo spruzzato.



# PASSO DOPO PASSO, CON SIKA, SICURI VERSO IL PROSSIMO SECOLO

IMPERMEABILIZZAZIONE | FABBRICAZIONE DEL CALCESTRUZZO | PROTEZIONE ANTINCENDIO |  
MACCHINE | CALCESTRUZZO SPRUZZATO



# SPRUZZATRICI ALIVA

## SISTEMI DI SPRUZZO DEL CALCESTRUZZO

Nella primavera del 2002 abbiamo potuto fornire le prime due Aliva®-500 (spruzzatrice mobile) a Faido. Dopo le intense istruzioni, gli adeguamenti alle macchine e il supporto costante di Sika, l'impresa ha potuto lavorare sempre meglio con questo tipo di spruzzatrice mobile. Con il tempo gli utenti hanno imparato ad apprezzare molto questa macchina. L'Aliva®-500 era allora un prodotto proprio con la sua pompa a pistoni Aliva®-278, capace di fornire una prestazione fino a 20 m³/h.

Nell'autunno del 2002 abbiamo poi fornito due Aliva®-500 anche al consorzio Transco a Sedrun. Grazie al supporto professionale dell'ufficio tecnico e del Servizio clienti della Aliva, anche a Sedrun le macchine hanno superato il battesimo del fuoco. A causa delle circostanze in parte avverse nell'impiego e del lavoro a turni 4/3, le macchine hanno faticato più del "normale".

Le Aliva®-500 del consorzio Transco di Sedrun non erano più macchine Aliva al 100%, perché verso la metà del 2002 sono state dotate delle pompe per calcestruzzo Schwing. Durante quasi un anno e mezzo le Aliva®-500 sono state costruite con le pompe Schwing. Poi la collaborazione con Schwing è stata interrotta. Verso la metà del 2003 è stata stretta l'alleanza strategica tra Putzmeister e Sika e Aliva non ha più prodotto spruzzatrici mobili proprie, limitandosi a commercializzare gli apparecchi Putzmeister. Tra il 2003 e il 2006 sono poi state impiegate altre nove spruzzatrici mobili nei due cantieri citati di Faido e di Sedrun, di modo che, in questi due cantieri della NFTA erano complessivamente all'opera 13 spruzzatrici mobili.

## Equipaggiamento delle due TBM Herrenknecht S-210 e S-211, specifico per il progetto, del consorzio TAT Bodio/Faido

Alla fine di febbraio 2002 Sika ha sottoscritto il contratto d'appalto con la Herrenknecht AG per l'equipaggiamento di spruzzo del calcestruzzo delle due frese meccaniche dei lotti di Bodio e Faido. Già nel mese di aprile è iniziato il montaggio della prima TBM, che è poi entrata in funzione in settembre. Circa tre mesi dopo si è iniziato a equipaggiare la seconda TBM. La consegna definitiva, avvenuta solo dopo 500 metri di avanzamento in cantiere, ha avuto luogo per la prima TBM alla fine del 2002 e per la seconda all'inizio del 2003.

Con questo la fabbricazione e l'equipaggiamento delle due TBM è durato circa un anno. Durante otto anni e mezzo le due frese meccaniche hanno svolto il loro lavoro nella MFS Faido, anche se con interruzioni e modifiche. L'intero equipaggiamento installato per lo spruzzo del calcestruzzo ha funzionato in modo affidabile durante tutto il periodo d'impiego e noi abbiamo potuto eseguire questo grande e importante incarico a piena soddisfazione della ditta Herrenknecht e del consorzio TAT.

Sulle TBM sono state installate varie funzioni:

- comandi dell'impianto;
- impianto di dosaggio dell'accelerante;
- sistema di aria compressa;
- contenitore della malta;
- pompe per calcestruzzo spruzzato con condotte di convogliamento;
- robot di spruzzo in L1 e L2;
- Aliva®-503 per il calcestruzzo spruzzato di compensazione;
- spruzzatrici a rotore Aliva®-263 per il calcestruzzo spruzzato di compensazione;
- spruzzatrici a rotore L-252 e Aliva®-237 per il consolidamento immediato con gunite a secco;
- altro equipaggiamento per calcestruzzo spruzzato.

A Sedrun è stata impiegata una pompa a pistoni per lo spruzzo del calcestruzzo PM702D con impianto di dosaggio Aliva®-403.5, come pure una piccola spruzzatrice a rotore Aliva®-246. Anche a Faido è stata impiegata una Aliva®-246. Per i collegamenti trasversali della tratta di Bodio e Faido è stata impiegata una Aliva®-504 (robot su ruote) con una Aliva®-263. Per il riempimento delle grandi cavità nella zona di montaggio delle TBM si è impiegato lo spostamento pneumatico di ghiaia 8 - 16 mm. Questo materiale è stato convogliato per via secca con una Aliva®-285 e una Aliva®-262.







Nel progetto NFTA del San Gottardo, Sika e Aliva hanno evidenziato con successo tutte le loro competenze centrali. Oltre alla parte ingegneristica, abbiamo prodotto, fornito e montato sistemi specifici sulle TBM. Sono state impiegate tutte le macchine a rotore, come pure i sistemi e le installazioni di spruzzo che comprendeva la nostra gamma all'epoca. Con i numerosi interventi per riparazioni e revisioni a Sedrun, Faido e Bodio, il nostro servizio clienti ha dato un importante contributo al successo finale.

Noi siamo fieri di essere stati parte di questo grandioso progetto, perché i prodotti Sika, le macchine Aliva e le nostre prestazioni di servizio hanno svolto un ruolo del tutto decisivo ai fini della riuscita.



# SIKALAVORI

## IN PARTICOLARE SU QUESTO CANTIERE

**L'opera più grande, realizzata da sempre dalla SikaLavori SA è stata la tratta sud della galleria di base del San Gottardo con i lotti di Bodio e Faido. Il lotto di Bodio ha una lunghezza totale di 31.5 chilometri, quello di Faido somma 27 chilometri! Questi lotti sono stati eseguiti dal Consorzio impermeabilizzazione Gottardo sud, costituito dalla SikaLavori SA di Schlieren e dalla Tecton AG di Emmenbrücke. La SikaLavori SA ha assunto la responsabilità, la direzione tecnica e la gestione della qualità, mentre la Tecton AG ha assunto la direzione commerciale.**

In considerazione del serrato programma di costruzione, rispettivamente dello svolgimento del lavoro all'interno delle installazioni di finitura ("Wurm") del consorzio TAT, si dovevano impermeabilizzare fino a due volte 36 metri lineari di scavo TBM al giorno (una superficie di ca. 1 600 m<sup>2</sup>). Oltre a una grande prestazione nell'applicazione dell'impermeabilizzazione in entrambe le parti delle installazioni semiautomatiche di posa, questo ha comportato un capolavoro di logistica. Dato che non si poteva immagazzinare troppo materiale sul posto (a causa del pericolo troppo alto di incendio, rispettivamente per mancanza di spazio), i materiali per

l'impermeabilizzazione venivano ordinati e forniti "puntualmente" nei punti di messa in opera. Quali punti di messa in opera non erano indicati unicamente i profili per gallerie mono-direzionali (EST) della TBM, ma anche tutti i profili speciali come i collegamenti trasversali, le zone multifunzionali o i cunicoli di deviazione. Sovente questi dovevano essere realizzati contemporaneamente ai lavori dell'impermeabilizzazione principale. Di regola la squadra lavorava 7 giorni la settimana in due turni e per un breve periodo di tempo ha dovuto essere potenziata fino a un massimo di 32 collaboratori. L'interruzione o gli ostacoli nell'ambito dei lavori, che sarebbero stati puniti dalla committenza con una gravosa penale, sono stati evitati grazie a piani d'intervento molto flessibili e all'ampliamento tecnico a installazioni gemelle di posa per ogni installazione in cantiere (ridondanza delle installazioni chiave). Alla guida dei lavori c'erano un contabile/misuratore e un capo cantiere costantemente sul posto. Il responsabile del cantiere e il suo direttore tecnico si recavano più volte la settimana in visita al cantiere.

## **Quello di Sedrun è stato il lotto più corto della NFTA, ma non il più semplice**

Il cunicolo d'accesso era lungo 909 metri, seguito da un pozzo profondo circa 850 metri. Le gallerie est e ovest hanno insieme una lunghezza di circa 17.3 chilometri. La perpendicolare del pozzo divide il lotto di Sedrun in una tratta a nord e una a sud, e in questo contesto quella a nord misurava complessivamente solo 6 chilometri scarsi. Tutti i materiali e la squadra di lavoro potevano essere trasportati al punto di lavoro solo attraverso il pozzo. Nei cantieri nord e sud dell'applicazione della volta, i lavori d'impermeabilizzazione sono stati eseguiti con due installazioni di posa. La squadra della SikaLavori SA ha lavorato durante cinque giorni la settimana nell'applicazione dell'impermeabilizzazione, in modo da conseguire una prestazione settimanale di posa di almeno due blocchi, ossia 20 metri lineari al giorno (ca. 450 m<sup>2</sup>). La grandezza massima della squadra è stata raggiunta con 15 collaboratori sul posto in due turni. La presenza dei quadri sul posto è stata garantita dai controlli regolari dal responsabile di cantiere e da un team di capisquadra costantemente presente sul posto.

Nei due lotti principali di Bodio/Faido e di Sedrun sono stati messi in opera ca. 25 000 m<sup>2</sup> di manto impermeabile e di materiale di drenaggio per ogni chilometro di galleria oppure, su tutta la durata del cantiere, 2.5 milioni di m<sup>2</sup> di materiali da impermeabilizzazione. Per questi lotti della NFTA hanno dovuto essere sviluppati, e quindi omologati, sistemi speciali d'impermeabilizzazione.

In queste due parti della galleria di base del San Gottardo, la SikaLavori ha fornito prestazioni lavorative per una durata di oltre 12 anni.





# LA NFTA DAL MIO PUNTO DI VISTA

Christian Anderrüthi, responsabile della vendita del settore gallerie



## PER ME LA NFTA HA AVUTO INIZIO CIRCA 16 ANNI E MEZZO FA

Poco prima di Natale, il 19 dicembre 1999, ho eseguito con Coni Sommerauer a Faido Plomengo le prove di calcestruzzo spruzzato con il consorzio Pizzarotti SA/ Muttoni SA. Con una temperatura di -11°C è stata un'esperienza particolare. Il lavoro relativo al cunicolo d'accesso di Faido, svolto insieme agli italiani, è stato molto istruttivo e interessante. I quadri dirigenti e i capi cantiere erano inizialmente preoccupati per le esigenze qualitative richieste e le rigorose direttive della direzione lavori.

Dopo circa sei mesi e un chilometro di avanzamento tutto cominciò a svolgersi secondo i piani. Il fatto che l'impresa principale del consorzio fosse un'impresa multinazionale, non ci ha certo semplificato le cose. Ma alla fine hanno vinto la perseveranza e le convincenti conoscenze. Di modo che abbiamo potuto assistere il cantiere fin dall'inizio e fornire i nostri materiali. La Pizzarotti SA, come consorziente nel lotto della NFTA di Sedrun, ha addirittura potenziato la sua attività in Svizzera ed ha partorito una filiale a Bellinzona.

## Galleria di base

Il sistema relativo al calcestruzzo ha spinto gli offerenti Sika e Holcim ad impegnarsi insieme, con la fornitura dei loro prodotti, a corrispondere anche speciali prestazioni di consulenza e di assistenza. Per i cantieri di Sedrun, Faido e Bodio è stato messo a disposizione un assistente tecnico di cantiere per ognuno, che si trovava permanentemente sul posto.

A questi assistenti erano affidati molteplici compiti:

- sorveglianza di determinati lavori di calcestruzzo spruzzato nella galleria (misurazione delle resistenze iniziali / controllo nell'applicazione del calcestruzzo spruzzato di tutte le prove secondo il piano di verifica e di prova);
- rapporto al consorzio Holcim-Sika;
- collaborazione nell'allestimento e nell'attuazione del concetto di controllo della qualità;
- controllo del calcestruzzo fresco nelle prove di idoneità;
- collaborazione con il consorzio Holcim-Sika negli adeguamenti tecnici e nelle ottimizzazioni economiche delle ricette del calcestruzzo (OB/SB);
- servizio d'emergenza in caso di problemi;
  - logistica del cemento, delle sostanze aggiuntive e degli additivi per calcestruzzo;
  - macchine d'applicazione del consorzio Holcim-Sika;
  - sistemi del calcestruzzo.

Tramite la stretta relazione con l'assistente di cantiere i contatti regolari, in parte assidui, e la collaborazione nell'ambito del calcestruzzo convenzionale e spruzzato. Come consulente tecnico e venditore di Sika Schweiz AG ero considerato e riconosciuto quasi come un collaboratore del consorzio. Potevo muovermi abbastanza liberamente nel cantiere e possedevo un badge elettronico personale di accesso. In questo modo ho potuto anche fare da guida a numerosi gruppi di visitatori provenienti da settori diversi e da società del gruppo Sika su uno dei tre cantieri di Faido, di Bodio o di Sedrun.

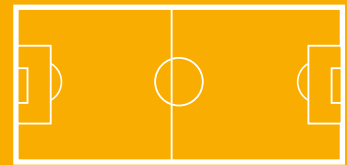
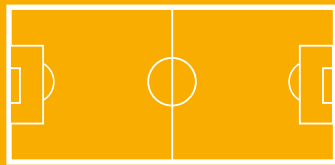
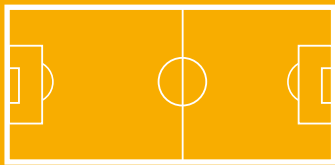
Durante la costruzione i contatti sono stati altrettanto assidui con i reparti Tecnica e Produzione della Holcim (Svizzera) SA. Dal mio punto di vista posso sicuramente affermare che tramite la collaborazione intensa, eccellente, costruttiva, pratica, leale, amichevole e buona in generale, le relazioni con i clienti e quelle relative all'oggetto sono state ottime!

Sono lieto di aver partecipato alla realizzazione della NFTA.

Christian Anderrüthi

# RECORD DI SIKA AL SAN GOTTARDO

**3.3 MILLIONEN m<sup>2</sup>**  
di manti impermeabili sintetici Sikaplan®  
corrispondono a 330 campi di calcio.



**40 000**  
**TONNELLATE**  
**DI MATERIALE**  
**TRASPORTATO**

corrispondono a 1 700  
vagoni merci.



**20 000**  
**TONNELLATE**  
di additivi per  
calcestruzzo

corrispondono a  
222 222 forme di  
Emmentaler.



**12 662 500**  
**MINUTI**  
di prestazione lavorativa  
dei collaboratori Sika.



# INTERVISTE DI CANTIERE

Dal punto di vista di Daniel Spörri e di Urs Streuli



Daniel Spörri, responsabile di settore Implenia Tunnelling Svizzera



Urs Streuli, responsabile sottostrutture / costruzioni sottosuolo SikaLavori SA

**Tramite l'osservanza delle indicazioni del committente nell'ambito dei sistemi del calcestruzzo e d'impermeabilizzazione si è sviluppata una stretta collaborazione tra il consorzio (cantiere) e Sika. Per i due lotti ticinesi, Bodio e Faido, come pure per il lotto di Sedrun abbiamo potuto definirci, unitamente all'odierna Holcim, quale fornitore dei sistemi. In Ticino l'assistente di cantiere competente e costantemente disponibile sul posto, era Daniel Kalbermatter. A Sedrun era competente Peter Gander.**

## Intervistato per il Ticino

**DANIEL SPÖRRI** - capo cantiere di allora del consorzio TAT per Faido e Bodio, e attuale responsabile del settore Tunneling Svizzera di Implenia.

## Intervistato a Sedrun

**URS STREULI** - ex dirigente tecnico del consorzio Transco Sedrun, oggi responsabile sottostrutture / costruzioni sottosuolo SikaLavori SA.

**Quali sono stati in generale gli effetti di questa stretta collaborazione per la qualità della costruzione?**

### Urs Streuli

Grazie ai buoni rapporti tecnici e alla collegialità tra di noi, è stato possibile trattare e risolvere vari problemi ed esigenze. L'intento di ottenere una buona qualità c'è sempre stato ed è stato raggiunto.

### Daniel Spörri

Con il supporto professionale dei due fornitori del sistema, Holcim e Sika, è stato possibile soddisfare, nonostante le difficili condizioni, tutte le esigenze poste al calcestruzzo fresco e indurito. In generale abbiamo ottenuto un'ottima qualità del calcestruzzo. Pertanto nulla si oppone alla durata d'impiego richiesta di 100 anni.

**Quali sono stati in generale gli effetti della buona collaborazione sulla tecnica del calcestruzzo?**

### Urs Streuli

Con miglioramenti tecnici e prodotti moderni abbiamo potuto ampliare le possibilità nel contesto dei sistemi del calcestruzzo. I sistemi e le ricette del calcestruzzo impiegati hanno soddisfatto le esigenze tecniche e qualitative da bene a molto bene.

### Daniel Spörri

Le premesse poste dal committente per il calcestruzzo ha messo tutti (fabbricanti, fornitori e noi come impresa principale) davanti a grandi sfide. Le miscele ammesse non corrispondevano minimamente alle nostre necessità, in particolare per quanto riguardava la lavorabilità. Grazie alla stretta e buona collaborazione con Sika-Holcim abbiamo comunque potuto ottenere buone soluzioni. La grande esperienza, il team ben collaudato e le conoscenze sempre più profonde dei fornitori, dei produttori di calcestruzzo e delle imprese, hanno consentito soluzioni tec-

nologiche relative al calcestruzzo che cinque anni prima sarebbero state impensabili.

### **Come definite in generale le relazioni con Sika durante il periodo di costruzione della NFTA?**

*Urs Streuli*

Ottime e sicuramente raccomandabili. La premessa fondamentale per la buona riuscita è da ricondurre sicuramente al fatto che le persone coinvolte si trovavano allo stesso livello di comprensione tecnica e quindi non si è dovuto lavorare con altri modi di vedere e altre mentalità.

*Daniel Spörri*

Con Sika abbiamo sempre avuto buone relazioni in generale e in particolare per quanto riguardava i nostri interlocutori. È stata una collaborazione riuscita, collegiale, professionale e cooperativa a tutti i livelli.

### **Potete raccomandare il modello del sistema di calcestruzzo con assistente di cantiere?**

*Urs Streuli*

Grazie alla comunicazione diretta e alle visite periodiche in cantiere dei consulenti tecnici dei sistemi di calcestruzzo, il controllo di esecuzione e l'assistenza erano garantiti in ogni momento.

*Daniel Spörri*

Come ho già detto, quella del sistema del calcestruzzo è stata per noi una questione piuttosto scomoda e inizialmente molto difficile da risolvere dato che nel procedimento di ammissione la lavorabilità non era, verosimilmente, un criterio da considerare. A questo si è aggiunto il fatto che gli inerti messi a disposizione dal committente e ricavati dallo scavo della galleria e da cave della zona, mostravano nei trasporti su lunghi percorsi forti variazioni del contenuto di mica e di parti finissime ed erano in parte addirittura soggetti a reattività chimica. Questo agiva direttamente sulle caratteristiche del calcestruzzo fresco e quindi anche sulla lavorabilità.

Questo ha generato nella fase iniziale moltissime discussioni e contrasti. Per fortuna, grazie all'ottimizzazione continua le caratteristiche del calcestruzzo sono state migliorate al punto da poter impiegare sempre più un calcestruzzo altamente tecnologico insensibile alle variazioni degli inerti. Grazie al miglioramento delle caratteristiche del calcestruzzo fresco abbiamo ottenuto tempi di lavorabilità da 6 a 9 ore per il calcestruzzo convenzionale e fino a 15 ore per il calcestruzzo spruzzato, senza pregiudicare lo sviluppo delle resistenze iniziali. Grazie alle miscele stabilizzate abbiamo poi potuto trasportare tutto il calcestruzzo da Bodio fino al limite del lotto di Sedrun. In questo modo abbiamo potuto rinunciare alla costruzione dell'impianto sotterraneo di calcestruzzo a Faido. Pertanto posso sicuramente

raccomandare il sistema del calcestruzzo, accompagnato a una buona assistenza sul posto.

### **Cosa si dovrebbe citare in particolare?**

*Urs Streuli*

È con fierezza e soddisfazione che ripenso a questi lavori nel contesto del sistema del calcestruzzo. Abbiamo potuto risolvere insieme tutti i problemi e sormontare tutti gli ostacoli, impiegando un calcestruzzo sicuro. Da un rapporto collegiale ne è nato un altro amichevole e cordiale, che sussiste ancora oggi davanti a buon bicchiere di vino, mentre ci raccontiamo gli aneddoti di ieri.

*Daniel Spörri*

Per tutta la durata dei lavori abbiamo avuto a che fare con gli stessi interlocutori di Holcim e Sika. Questo è stato certamente d'aiuto e a creato fiducia.

### **Conclusione**

*Urs Streuli*

Grazie per le innumerevoli buone idee e per i nervi saldi dei quali c'è stato bisogno per giungere a questo successo.

*Daniel Spörri*

L'esperienza ha dimostrato che abbiamo puntato sul partner e fornitore del sistema giusto. Ci ricorderemo anche volentieri delle feste a base di paella e delle grigliate per i nostri collaboratori dell'ufficio e della galleria, che giorno dopo giorno hanno "ammaestrato" il calcestruzzo. Grazie!







AlpTransit Gotthard

# AFFERMAZIONI

Impressioni ed esperienze di collaboratori Sika

## CONRADIN HÜRLIMANN, RESPONSABILE TECNICA

- **Qual è stata l'esperienza più importante?** Uno dei miei compiti era quello di ottimizzare la ricetta del calcestruzzo per gli anelli interni a Sedrun, in modo che le resistenze necessarie per la scasseratura fossero raggiunte prima, senza ridurre però il tempo di lavorabilità. Nell'ambito di questa problematica ci siamo presto resi conto che era impossibile riprodurre in laboratorio le condizioni presenti sul cantiere. Dopo una breve valutazione approssimativa in laboratorio, ci siamo concentrati rapidamente sulle prove eseguite sul posto.
- **Qual è stata la sfida più difficile?** Le citate prove del calcestruzzo hanno dovuto essere eseguite sul cantiere, nell'impianto di produzione del calcestruzzo situato nel pozzo, durante lo svolgimento normale del lavoro. Una prova durava almeno quattro ore, molto era difficilmente programmabile e a volte abbiamo anche dovuto improvvisare. La difficoltà maggiore era quella di pensare veramente a tutto e di preparare le prove tanto bene da poter compararne i risultati tra di loro
- **Qual è stata l'esperienza più impressionante?** Il cantiere di Sedrun, ovviamente, è stato molto interessante. Mi ha colpito in particolare la logistica. Ma ciò che ricordo meglio sono le salsicce che preparavamo nella padella d'essiccazione tra le prove del calcestruzzo.

## THOMAS HIRSCHI, RESPONSABILE REGIONALE SVIZZERA CENTRALE

- **Qual è stata l'esperienza più importante?** Collaborare all'interno e all'esterno con un team di persone tanto numeroso e remare tutti nella stessa direzione. In un progetto di queste dimensioni si dimostra in modo esemplare quanto sono necessari gli investimenti preliminari e quando sono paganti alla fine.
- **Qual è stata la sfida più difficile?** Soddisfare esigenze che erano in precedenza considerate impossibili da realizzare. Inoltrarsi nell'ignoto tecnologico del calcestruzzo.
- **Qual è stata l'esperienza più impressionante?** Ce ne sono state molte: ad esempio partire per il Ticino, a tutti gli orari possibili e impossibili, per eseguire nuove prove del calcestruzzo e spesso inutilmente. In qualsiasi progetto di gallerie la festa per l'abbattimento dell'ultimo diaframma è sempre un punto saliente e lo stato anche per la galleria di base del San Gottardo. Nella memoria restano anche le innumerevoli visite sul cantiere con collaboratori Sika provenienti da tutto il mondo. Vedere il loro stupore era un vero piacere.

## MICHAEL VORWERK, INGEGNERE DEI PRODOTTI (EX IMPLenia)

- **Qual è stata l'esperienza più importante?** Sul cantiere di Sedrun ho conosciuto persone che erano disposte a passare in secondo piano i vantaggi personali. Ho visto una grande volontà di prestazione e di azione orientata all'obiettivo. Una buona esperienza della quale faccio tesoro.
- **Qual è stata la sfida più difficile?** Molti uomini di nazioni e culture differenti hanno lavorato fianco a fianco che realizzare questa opera monumentale, che susciterà lo stupore di molte delle generazioni a venire
- **Qual è stata l'esperienza più impressionante?** A ogni festa di Santa Barbara ho rilevato la fiera nei volti di amici e collaboratori, per aver lavorato giorno dopo giorno alla realizzazione di questa galleria. Con queste persone abbiamo sormontato tutti gli ostacoli e adesso festeggiamo il successo.

## JÜRIG SCHLUMPF, CORPORATE TARGET MARKET MANAGER CONCRETE

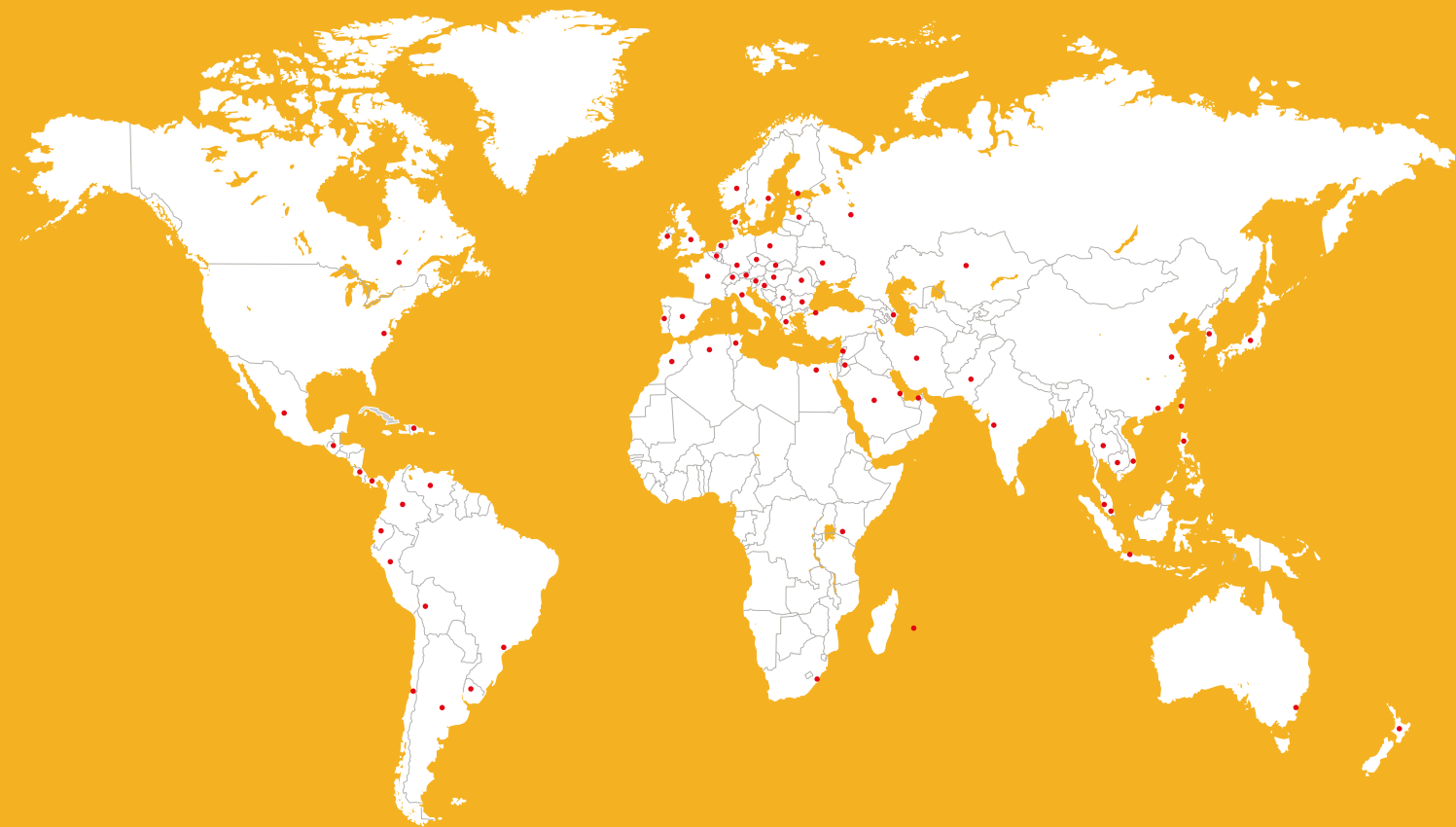
- **Qual è stata la sfida più difficile?** All'epoca della prequalifica, nel 1996, il committente aveva richiesto tempi di lavorabilità di 6 ore a >25°C con successive resistenze iniziali. Durante l'esecuzione dei lavori questa esigenza è stata aumentata da parte dell'impresa a otto ore di pompabilità. A quei tempi era una cosa assolutamente unica. Grazie alla collaborazione estremamente assidua tra l'impresa responsabile, i reparti Tecnica del calcestruzzo e quello di Ricerca e sviluppo di Sika, queste esigenze sono sempre state soddisfatte con sicurezza durante tutto il periodo d'esecuzione. In fin dei conti queste esigenze di progetto sono state l'avvio dello sviluppo della riuscita serie di prodotti Sika ViscoFlow®!
- **Qual è stata l'esperienza più impressionante?** Dopo aver iniziato, nel 1993, come ingegnere dei prodotti presso Sika, è passato giusto un anno fino al momento in cui sono venuto a contatto con il progetto del San Gottardo. Si trattava di realizzare calcestruzzo ad elevate resistenze iniziali per il cunicolo di sondaggio di Piora. In questo abbiamo potuto elaborare con Sikament® HE-200 una soluzione soddisfacente per il cliente e acquisire l'incarico. Già allora ho trascorso giorni (e notti) sul cantiere. In seguito, durante il procedimento di prequalifica, a partire dal 1995, ho trascorso intere settimane nel cunicolo di prova di Hagerbach per mettere alla prova il nostro sistema del calcestruzzo. Alla fine del 2001 sono poi iniziati gli "effettivi" lavori di getto del calcestruzzo nella galleria, dove collaboratori del mio team hanno messo in pratica quei lavori preliminari. Per me gli anni seguenti sono stati piuttosto ricolmi di discussioni relative alle possibilità e ai limiti dei sistemi messi in opera nella galleria di base del San Gottardo. Tutto ciò è poi finito per me con l'abbattimento dell'ultimo diaframma tra Sedrun e Faido il 15 ottobre 2010. La galleria di base del San Gottardo ha accompagnato e segnato la mia vita professionale durante 15 anni; tutto è possibile!

## CHRISTIAN ANDERRÜTHI, RESPONSABILE DELLA VENDITA DEL SETTORE GALLERIE

- **Qual è stata l'esperienza più impressionante?** L'ho vissuta nel 2000, 4 o 5 mesi dopo l'avvio del cunicolo d'accesso di Faido. Dopo l'esplosione (che ha fatto saltare circa tre metri di galleria) mi sono recato con Franz Walzer, anziano ed esperto capomastro della ditta Amberg in direzione del brillamento e sono salito con lui sul materiale roccioso che era stato fatto esplodere di recente. Franz aveva visto un crepaccio e sospettava ci fossero minerali interessanti. Salire sul mucchio di roccia frantumata era pericoloso perché gli spigoli e bordi delle pietre erano in parte affilati come coltelli. Quando Franz e io ci trovavamo presso la parete di roccia non consolidata e lui stava picchiando con il martello il crepaccio, abbiamo sentito un forte schianto. Circa un metro dietro di noi un masso di roccia grande circa 2 o 3 m<sup>2</sup> e spesso da 25 a 30 cm è caduto dalla volta sul mucchio di detriti. Mi sono spaventato al punto da avere le gambe tremolanti e da non poter scendere dal mucchio di detriti senza l'aiuto di Franz. Dopo questa esperienza mi reco malvolentieri e raramente in zone non consolidate dell'avanzamento. Ho vissuto personalmente quanto possa essere pericoloso il lavoro quotidiano per i minatori e gli operai nelle gallerie e adesso so perché pensano spesso a Santa Barbara, loro patrona e protettrice. Quando mi reco in galleria, ho il massimo rispetto per la montagna e il 4 dicembre partecipo sempre con i minatori alla festa di Santa Barbara. Di tanto in tanto mi faccio anche il segno della croce quando vedo la statua benedetta che viene messa nella zona del portale di ogni cunicolo o galleria.



# PARTENARIATO GLOBALE E LOCALE



## CHI SIAMO

La Sika AG di Baar, Svizzera, è un'azienda attiva a livello globale nella chimica specializzata. Sika fornisce materiali per l'edilizia e per l'industria manifatturiera (automobili, autobus, camion e materiale rotabile, impianti fotovoltaici ed eolici, facciate). Nella sua gamma di prodotti Sika ha pregiati additivi per calcestruzzo, malte speciali, sigillanti e adesivi, materiali da isolamento e da rinforzo, sistemi per rinforzi strutturali, pavimentazioni industriali, come pure sistemi per la copertura di tetti e per l'impermeabilizzazione di opere edili.

Prima della lavorazione e della messa in opera si deve sempre consultare la scheda vigente dei dati sulle caratteristiche del prodotto. Fanno stato le condizioni commerciali generali vigenti.



**SIKA SCHWEIZ AG**  
Tüffenwies 16  
CH-8048 Zurigo

**Contatto**  
Telefono +41 58 436 40 40  
sika@sika.ch · www.sika.ch

**BUILDING TRUST**

