



# SIKA AT WORK

## GALLERIA DI BASE DEL MONTE CENERI

LA TERZA GALLERIA FERROVIARIA DELLA SVIZZERA IN ORDINE DI LUNGHEZZA

BUILDING TRUST



# DURATA D'IMPIEGO RICHIESTA: 100 ANNI

La costruzione di gallerie richiede sistemi appositamente concepiti.

## DESCRIZIONE DEL PROGETTO

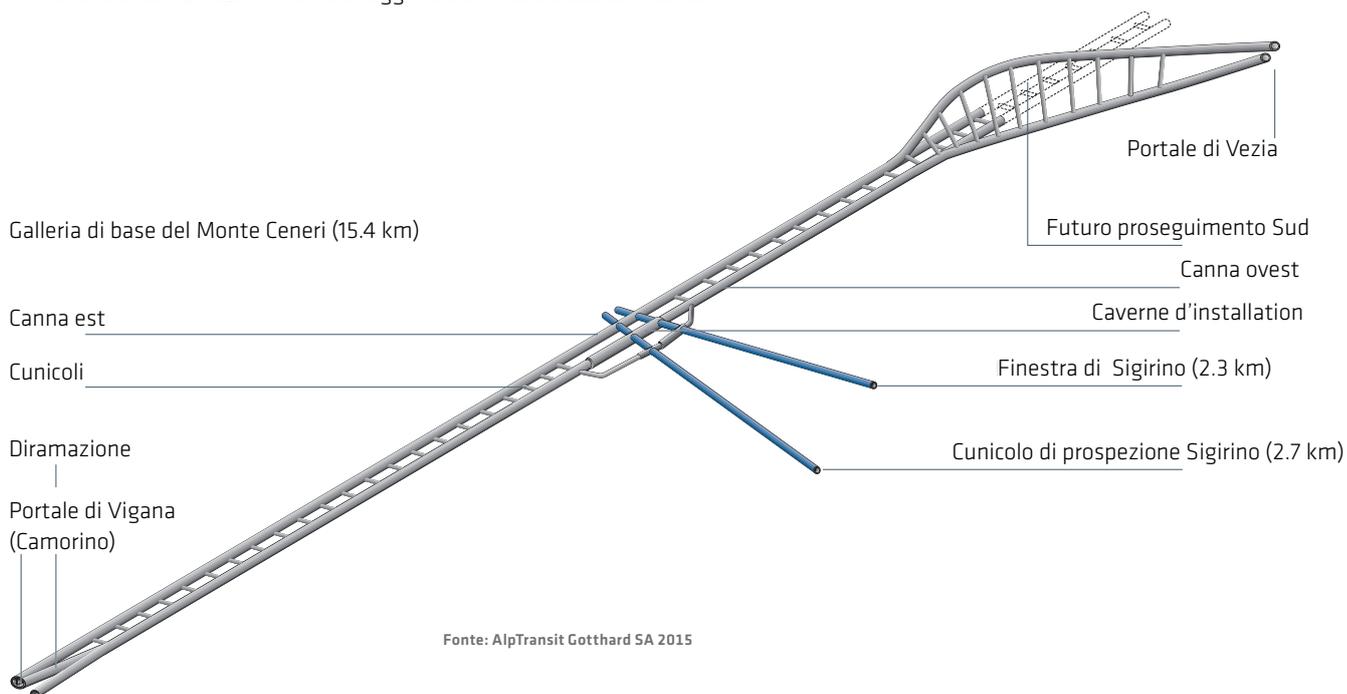
La AlpTransit San Gottardo SA è la committente della Nuova Ferrovia Transalpina (NFTA). Con l'inizio dei lavori il 2 giugno 2006 e un credito complessivo stanziato di 2.7 miliardi di franchi, la galleria di base del Monte Ceneri è la continuazione del progetto AlpTransit (NFTA) per una ferrovia di pianura ininterrotta per il traffico di persone e di merci attraverso le Alpi.

Con l'ultimazione della galleria di base del Monte Ceneri i tempi di percorrenza per i viaggiatori sull'asse nord-sud si riducono a 2 ore scarse tra Zurigo e Lugano e a circa 3 ore da Zurigo a Milano.

La galleria è costituita da due canne a tracciato parallelo e a binario unico, distanti tra di loro circa 40 m e con uno strato soprastante di roccia di 1 040 m. Si estende per una lunghezza di 15.4 chilometri dal portale nord, a Camorino presso Bellinzona, al portale sud, a Vezia presso Lugano. Ogni 325 m circa le due canne sono collegate da 48 cunicoli trasversali che servono quale via di salvataggio e ubicazione dei dispositivi di tecnica ferroviaria. L'intero sistema della galleria di base del Monte Ceneri si estende per oltre 39.8 chilometri.

A metà del percorso della galleria si trova il cunicolo di prospezione di Sigirino, lungo circa 2.3 chilometri. I lavori principali della galleria di base del Monte Ceneri sono stati suddivisi in tre lotti: consorzio Condotte-Cossi, lotto 852 da Sigirino verso nord e a sud consorzio Matro Sud, lotto 853 a Vezia ARGE CIC, lotto 854 a Camorino.

Su tutta la lunghezza della galleria sono stati realizzati un rivestimento a due strati con volta esterna e un'impermeabilizzazione a ombrello in combinazione con drenaggio della volta e calotta interna.



### **DURATA D'IMPIEGO RICHIESTA: 100 ANNI**

Il committente Alp Transit richiedeva una durata d'impiego di 100 anni, sostanzialmente con poca manutenzione del calcestruzzo. Questo significa una durevolezza di 100 anni sia per il calcestruzzo che per i sistemi d'impermeabilizzazione. A tale scopo il committente ha definito le esigenze come per l'impermeabilizzazione che è stata realizzata nella galleria di base del San Gottardo.

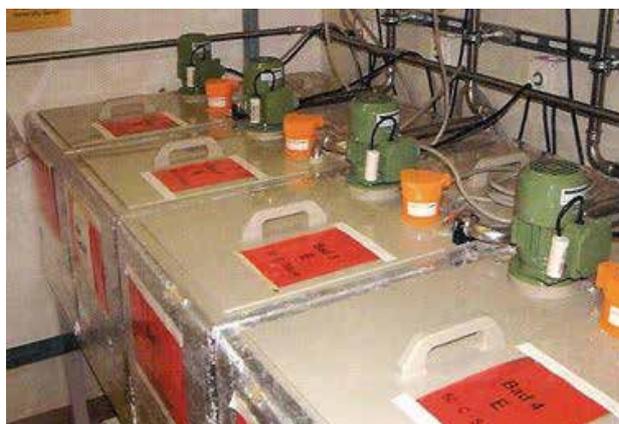
### **Manti impermeabili sintetici alla prova di resistenza**

Con un esteso 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 San Gottardo SA 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.

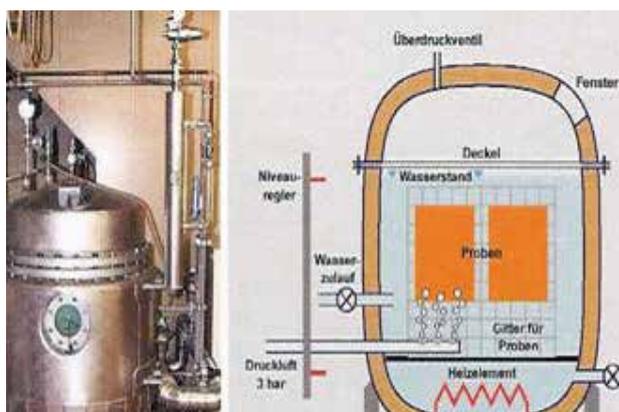
**Comportamento di invecchiamento:** il procedimento d'invecchiamento appositamente sviluppato è uno dei più rigorosi. In tale contesto tutti i componenti del sistema sono stati tenuti in giacenza durante 24 mesi in diverse condizioni (acqua arricchita di ossigeno, pressione, ambiente alcalino e acido, terra microbionicamente attiva) e infine controllati.

**Idoneità alla posa:** la sorveglianza della posa era una novità. Nella pratica i sistemi d'impermeabilizzazione sono stati posati e inglobati nel calcestruzzo, per essere in seguito nuovamente liberati e valutati. In tutto il mondo soltanto i sistemi della NFTA sono stati controllati in questo modo.

Nessuno dei sistemi esistenti ha soddisfatto le esigenze fin da subito. Tramite l'ulteriore sviluppo mirato, Sika ha potuto soddisfare le esigenze poste per le gallerie di base del San Gottardo e del Monte Ceneri con i manti sintetici impermeabili in PVC Sikaplan® 14.6 NEAT e Sikaplan® WP 2101-21HL2.



Prova di durevolezza in acqua bollente

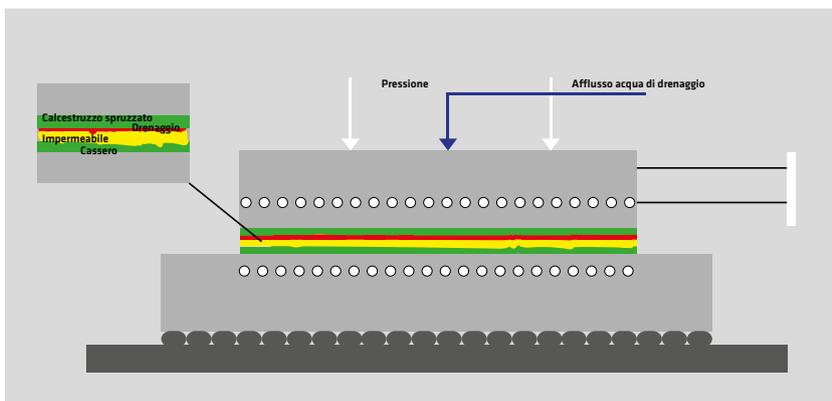


Prova di durevolezza in acqua bollente e ossigeno in pressione

**Prova di pressione e 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.



Struttura della prova di pressione costante dall'alto verso il basso: piastra ondulata, materiale di drenaggio, manto impermeabile, piastra piatta di pressione.



Struttura schematica dell'impianto di pressione e spinta. La piastra superiore di pressione simula la pressione della roccia soprastante e della superficie in calcestruzzo spruzzato.



Impianto di pressione e spinta



Fonte: AlpTransit San Gottardo SA, Vigana, rivestimento della volta 2012

# PRODOTTI SIKA PER L'IMPERMEABILIZZAZIONE DELLA GALLERIA DI BASE DEL MONTE CENERI

■ Sikaplan® 14.6 Neat / Sikaplan® WP 2101-21HL2	875 000	m <sup>2</sup>
■ Sikaplan® WP Protection sheet-21H	240 000	m <sup>2</sup>
■ Sika® nastri per giunti AR-24/4 ATG	21 500	m
■ Pezzi sagomati di nastri per giunti Sika®	10 800	pezzi
■ Sika® Dilatec ER-250	70 000	m
■ Sikadur-Combiflex® CF Adesivo	39 000	kg
■ SikaForce®-7720 L 105	19 000	kg

## **Altri prodotti**

- Sika® nastri per giunti DK-24
- Sika® Dilatec ER-220
- Sika® Dilatec B-500
- Sika® Dilatec BR-500
- Sika® Dilatec BE-300
- Sika® FireSil-90
- Sika® Trocal C-733
- Sika® Colma Pulitura
- Sikaplan® WP Trumpet flange





Fonte: AlpTransit San Gottardo SA, Sigrino, rivestimento

# COSTRUZIONI A CIELO APERTO VEZIA / CAMORINO E STRUTTURE NASCOSTE SIGIRINO



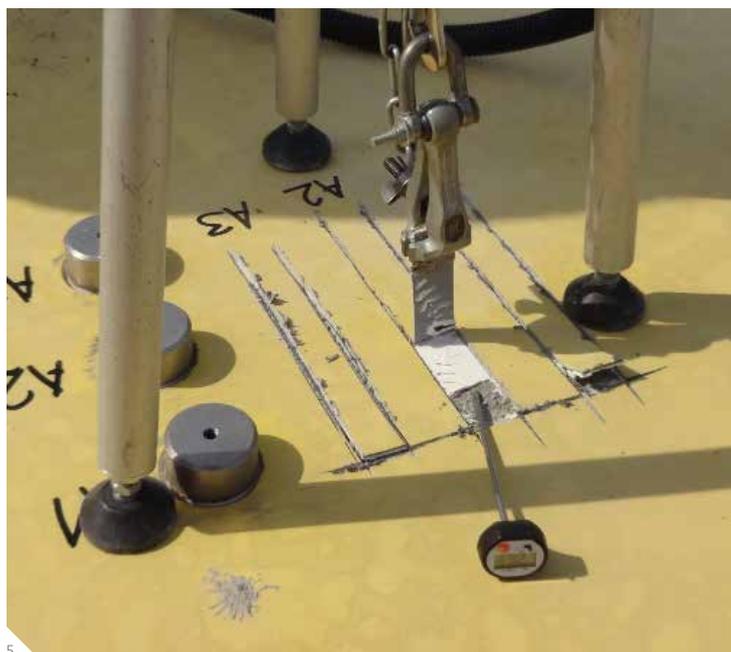
Circa 22 000 m<sup>2</sup> con il sistema Sikaplan® completamente incollato.

**Struttura degli strati:**

- Calcestruzzo
- SikaForce®7720 L 105
- Sikaplan® 14.6 NEAT
- HTBE Vlies 1500 g/m<sup>2</sup>



- 1 Vezia: ripresa aerea 2014  
(fonte: AlpTransit San Gottardo SA)
- 2 Applicazione galleria a cielo aperto a Vezia
- 3 Vista tra i due tunnel
- 4 Sigrino, struttura nascosta  
SikaForce®-7720 L 105, Sikaplan® 14.6 NEAT/  
Sikaplan® WP 2101-21HL2, strato di protezione HTBE PP Vlies 3000 g/m<sup>2</sup>
- 5 Tramite prove di trazione adesiva e trazione alternata i relativi campi d'applicazione sono stati esaminati dal laboratorio GEO-Bau di Coira





Caverna ovest portale nord; foto AlpTransit San Gottardo SA

### SUPPORTO TECNICO E FORNITURA DEGLI ADDITIVI PER IL CALCESTRUZZO DELLA MASSICCIA FISSA

La AlpTransit San Gottardo SA ha assegnato il lotto “Massicciata e logistica” al consorzio Mons Ceneris (AMC). I lavori del consorzio AMC comprendevano la pianificazione, lo sviluppo, la costruzione, la fornitura e la posa dei binari su massicciata in calcestruzzo e in pietrisco. All’interno della galleria di base i binari sono stati incassati nel calcestruzzo e quindi come massicciata fissa.

Sika Schweiz AG ha potuto assistere l’impresa esecutrice nella realizzazione del concetto del calcestruzzo per la sottocolatura del calcestruzzo. Il calcestruzzo veniva prodotto sul cantiere del portale nord a Camorino e doveva soddisfare le seguenti esigenze:

Classe di resistenza alla compressione	≥C25/30
Resistenza alla flessione	F cbz, $m \geq 5.5 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione	XF3 (CH) ⇒ Primi 500 m dal portale XD3 (CH) ⇒ Tutto il resto della galleria
Classe di esposizione agli agenti chimici	Deve essere stabilita dall’impresa tramite l’analisi chimica dell’acqua di falda prima dell’inizio dei lavori di getto del calcestruzzo, quindi deve essere sottoposta all’approvazione della AlpTransit San Gottardo SA.
Valore nominale granulo massimo	D max = 16 mm
Classe del contenuto di cloruri	Cl 0.20

Bolle d’aria nel calcestruzzo colato sotto le traversine	Sottocolatura delle traversine prevalentemente senza bolle d’aria Massimo tenore ammissibile di bolle d’aria: Dimensioni massime delle singole bolle: $m = 12.5 \text{ cm}^2 / m+s = 24 \text{ cm}^2$ Parte massima di bolle sulla superficie della parte inferiore delle traversine: $m = 15\% / m+s = 21\%$ $m$ = valore medio statistico rilevato sull’intera superficie della massicciata $s$ = divergenza standard ammissibile di tutti i valori di misurazione
Particolarità del calcestruzzo fresco	≥ 5 h lavorabilità $w/z \leq 0.45$ Consistenza / misura di spandimento F5 oder 560 – 620 mm



Inserimento del calcestruzzo colato direttamente dal serbatoio Blend MX08. Foto Blend Plants.

Il calcestruzzo fresco veniva travasato direttamente dall'impianto di fabbricazione nei serbatoi di miscelazione e da questi trasferito quindi nella galleria tramite binari. In considerazione della lunga distanza di trasporto, oltre a un lungo tempo di passivazione, il calcestruzzo doveva avere anche una buona capacità di trattenimento dell'acqua e un'elevata stabilità di miscelazione.

#### COMPOSIZIONE DEL CALCESTRUZZO

Sabbia	0 - 4 mm	40%
Ghiaia	4 - 8 mm	12%
Ghiaia	8 - 16 mm	48%
Cemento	350 kg	
	Optimo 4 Siggenthal (CEM II/ B-M (T-LL)	
	42.5N di Holcim	
Cenere volante	50 kg	
Fluidificante	Sika® ViscoCrete® 4035 / 4036, 1.2 - 1.5%	
Regolatore della consistenza	Sika ViscoFlow®-4000, 0 - 0.5%	
Aerante	(solo XF3 nella zona dei portali fino a 500 m)	
	Sika® Fro V-5 A 0.2%	

Per la massciata fissa sono stati impiegati circa 35 000 m<sup>3</sup> di calcestruzzo, circa 200 tonnellate di fluidificante e 30 tonnellate di regolatore della consistenza. Per le zone dei portali fino a 500 metri con l'esigenza XF3, è stata inoltre necessaria 1 tonnellata di aerante.

Con l'apertura della galleria di base del Monte Ceneri il 4 settembre, la messa in funzione e la consegna di AlpTransit alle FFS alla fine del 2020, termina dopo 14 anni il tempo di costruzione della NFTA. Come già quella del San Gottardo, anche la galleria di base del Monte Ceneri è un progetto del quale possiamo essere fieri.

Sika Schweiz AG ringrazia la AlpTransit San Gottardo SA, le FFS che gestiscono l'infrastruttura, gli ingegneri, il Consorzio Condotte-Cossi, lotto 852, il Consorzio Matro Sud, lotto 853, il consorzio CIC, lotto 854, le ditte di impermeabilizzazioni del Consorzio Mosconi / Gunimperm e la SikaLavori SA, come pure il consorzio Calcestruzzo Mons Ceneris c/o Marti Tunnel AG per l'incarico e tutte le persone coinvolte nel cantiere per la buona collaborazione.

# 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**

