

**Zeitschrift:** Archi : rivista svizzera di architettura, ingegneria e urbanistica = Swiss review of architecture, engineering and urban planning

**Herausgeber:** Società Svizzera Ingegneri e Architetti

**Band:** - (2005)

**Heft:** 3

**Artikel:** AlpTransit : la gestione dei rischi in un grande progetto

**Autor:** Neuenschwander, Matthias

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-133198>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



# AlpTransit: la gestione dei rischi in un grande progetto

Matthias Neuenschwander

## Caratteristiche del progetto

La Nuova Trasversale Ferroviaria Alpina del San Gottardo collega il territorio sud-germanico e la Svizzera interna con la pianura padana e in particolare l'area metropolitana di Milano, avvicinando così due delle regioni più importanti d'Europa (da vari punti di vista, non da ultimo quello economico). La nuova ferrovia di pianura richiede l'attraversamento delle Alpi con tre gallerie di base (Zimmerberg, San Gottardo, Monte Ceneri), di una lunghezza complessiva di 80 chilometri, e delle quali la sola galleria del San Gottardo misura 57 chilometri (la più lunga galleria del mondo), si situa ad una profondità che raggiunge i 2'000 m, passando attraverso formazioni geologiche fra le più differenti e sotto diversi laghi artificiali, con strutture molto sensibili agli assestamenti. Dalle prime idee concrete, formulate da un gruppo di esperti all'attenzione del Consiglio federale nel 1963, al completamento delle gallerie del San Gottardo e del Monte Ceneri, prevista per il 2015, passerà più di mezzo secolo, e la durata di vita richiesta per il sistema è di cento anni (la progettazione concreta ebbe inizio nei primi anni '90, e la durata di progetto è quindi di ca. 25 anni). La linea tocca sei cantoni, con cantieri che durano fino a 15 anni e che occupano nei momenti di punta oltre 2'000 persone. Il finanziamento dell'opera, assicurato dalla Confederazione, rappresenta uno sforzo notevole per la popolazione di tutta la Svizzera, ed è commisurato all'importanza che il progetto riveste per una garanzia futura di una mobilità sostenibile e un miglioramento della qualità di vita nel nostro paese. È sicuramente giusto parlare di «Opera del secolo». Fra le molte incognite che il progetto deve affrontare citiamo alcune delle più importanti:

- la durata dall'inizio della progettazione alla messa in esercizio comporta cambiamenti delle esigenze della popolazione, dei politici e dei tecnici chiamati a gestire l'opera in futuro, ma anche sviluppi tecnologici enormi (basti pensare allo sviluppo nei campi dell'elettronica e dell'informatica negli ultimi anni). Il finanziamento a tappe dell'opera richiede un sostegno con-

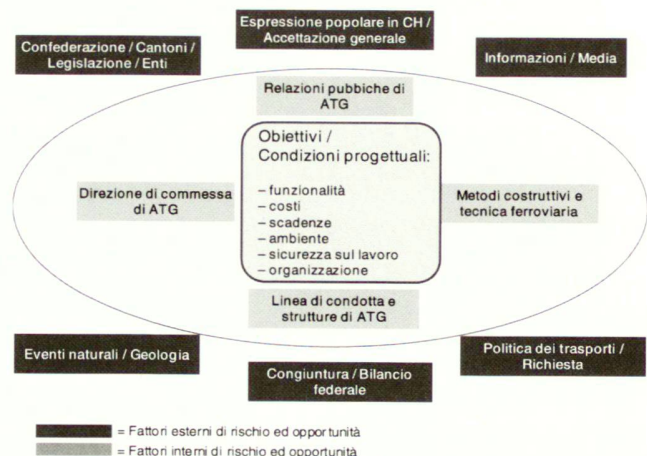
tinuo del progetto attraverso tutta la società.

- La lunghezza della galleria, mai concretamente affrontata prima, significa pericoli sia in fase di esercizio che in fase di cantiere, e richiede misure logistiche e di sicurezza innovative in ogni fase.
- L'attraversamento delle Alpi con coperture delle gallerie fino a 2'000 m, attraverso formazioni geologiche in parte sconosciute, è una sfida nuova per la tecnica di sondaggio, di costruzione, e di gestione del clima in galleria.
- L'esperienza costosa di altri tentativi di passaggio sotto dighe alpine (per esempio la galleria di sondaggio del Rawil sotto la diga di Tzeuzier in Vallese) ha dimostrato quanto fragili siano gli equilibri dei flussi d'acqua sotterranei. L'influenza degli scavi su questi equilibri, e sugli assestamenti possibili può a priori solo essere stimata, una prognosi precisa non è possibile.

## Concetto della gestione dei rischi per AlpTransit

### Definizione di rischio e di opportunità

La definizione di rischio e di opportunità per il progetto AlpTransit assomiglia a quella dell'assicuratore: il rischio è il prodotto della probabilità che un evento si verifichi e dell'entità del danno che tale evento produrrebbe (inversamente, un'opportunità o «chance» è il prodotto di probabilità e di beneficio di un evento):  $R := p \times D$



Fattori di rischio e di opportunità per AlpTransit San Gottardo

## Gestione dei rischi strategici – l'esempio della geologia

### *Alcune formazioni particolarmente insidiose*

La geologia delle Alpi, benché più conosciuta di altre formazioni di simili importanza ed estensione, rimane una delle grandi incognite del progetto AlpTransit, e rappresenta un mega-rischio, non solo per il rispetto di costi e termini, ma addirittura per la fattibilità dell'opera: in vari punti la galleria del San Gottardo deve per forza attraversare formazioni geologiche che ancora in fase di progetto erano poco note, o dalle quali opere precedenti furono ostacolate in modo importante: ad esempio, le dolomie saccharoidi che affiorano tra la Leventina ed il Lucomagno nella zona della Piora hanno causato notevolissime difficoltà alla realizzazione degli impianti idroelettrici della zona, per la loro scarsa resistenza alla compressione e per la loro instabilità strutturale in presenza di acqua. Più a nord, la transizione dalla zona penninica ai massicci granitici del Gottardo e dell'Aar comporta la presenza di formazioni fortemente tettonizzate e di caratteristiche decisamente sfavorevoli alla costruzione di gallerie, quali la zona «Urseren-Garvera», o ancora il massiccio intermedio del Tavetsch. Nei graniti dell'Aar, poi, la cosiddetta «Intschi-Zone» rappresenta delle insidie in particolare per gli avanzamenti meccanizzati.

Infine, proprio nella zona del portale sud della galleria di base dal San Gottardo a Bodio, il tracciamento della galleria, condizionato dagli ampi raggi di curvatura richiesti dalle velocità di percorrenza e dalla topografia nella Riviera, impone il passaggio della «Ganna di Bodio», un'importante frana rocciosa di stabilità precaria.

### *Sondaggi onerosi per accertare la fattibilità della galleria*

Mentre per il preventivo (in termini di tempi e di costi) in fase iniziale di progettazione deve essere ammesso un margine d'insicurezza del +/- 25%, tale margine era nettamente superiore per le zone ad alto rischio. Prima di investire somme importanti in lavori di progettazione, e soprattutto prima di decidere in Parlamento sulla liberazione dei crediti di costruzione, occorre accertare la fattibilità dell'opera mediante importanti campagne di sondaggio nelle zone a rischio maggiore: la sacca di Piora, la zona Urseren-Garvera e il massiccio intermedio del Tavetsch.

Le indagini per accertare l'estensione verticale e la caratteristica delle dolomie al livello della galleria di base nella zona di Piora consistevano di un cunicolo di oltre 5 km di lunghezza, al quale si doveva aggiungere una prima campagna di sondaggi attraversanti la formazione sconosciuta

che separa la zona penninica dal massiccio del San Gottardo. In base ai risultati di questa prima campagna di sondaggi si sarebbe in seguito decisa un'ulteriore campagna, da condurre attraverso un pozzo di 300 m di profondità, ed un sistema di cunicoli situati al livello della stessa galleria di base, a partire dai quali sarebbe pure stato possibile preparare il terreno inidoneo al passaggio delle grandi fresatrici meccaniche. Con le perforazioni di sondaggio eseguite a partire dalla fine del cunicolo si è potuto accertare sia lo spessore della formazione dolomitica, sia la sua caratteristica piuttosto favorevole allo scavo meccanizzato, sia l'assenza di acqua in pressione. Queste informazioni furono essenziali per l'accertamento della fattibilità dell'opera, e si traducevano allo stesso tempo in un'importante riduzione della probabilità del verificarsi dello scenario pericoloso «impedimento insormontabile degli avanzamenti da dolomia saccharoide in presenza di acqua».

I sondaggi condotti contemporaneamente negli altri comparti, meno onerosi del sistema di sondaggio di Piora ma altrettanto importanti, permisero l'accertamento della fattibilità e condizionarono in maniera importante la scelta dei metodi costruttivi della galleria. Nell'insieme l'attendibilità del preventivo era migliorata grazie anche all'approfondimento del progetto (calo del margine d'insicurezza da +/- 25% a +/- 15%).

### *Evoluzione della valutazione del rischio durante l'esecuzione*

Con l'avanzamento della galleria si accumulano esperienze, si approfondiscono le conoscenze delle formazioni da attraversare, si migliorano le tecniche di indagine geognostica e, finalmente, si possono togliere dall'elenco certi pericoli perché le rispettive tratte di galleria sono state scavate. Logicamente, l'attendibilità del preventivo aumenta ulteriormente.

Dall'inizio degli avanzamenti sono «scomparse» dall'elenco dei pericoli la ganna di Bodio, la Zona Intschi e la zona Urseren-Garvera, poiché nel frattempo attraversate. Sono tutt'ora presenti la sacca di Piora, il cui attraversamento è previsto nel 2007-08, e, in parte, il massiccio intermedio del Tavetsch, che proprio in questi giorni viene affrontato dalle squadre dell'attacco di Sedrun.

Complessivamente, con l'inizio dei lavori di avanzamento, l'attendibilità è ulteriormente aumentata, e il margine di insicurezza (eccette le zone «pericolose» ancora da affrontare) è attualmente del +/- 10%.

Senza entrare nel dettaglio di ponderazione del rischio geologico, questo esempio serve per comprendere meglio mediante quali strumenti, tecniche e misure organizzative AlpTransit San Gottardo affronta i grandi rischi di progetto esterni alla propria organizzazione.

#### Il livello operativo – gestione quotidiana di rischi

La gestione dei rischi strategici come quello delle incognite geologiche a grande scala richiede decisioni ai massimi livelli di AlpTransit e dei rispettivi organi di sorveglianza. Nel contempo, ogni livello operativo dell'organizzazione è quotidianamente confrontato con pericoli (e opportunità), che, se riconosciuti e affrontati nella maniera opportuna, non mettono in pericolo la realizzazione dell'opera in generale, e neppure il rispetto degli obiettivi di progetto in particolare.

Attraverso l'organizzazione del progetto viene data particolare importanza all'armonizzazione dell'analisi dei rischi (i singoli attori si esprimono su un elenco di pericoli condiviso), e alla gestione delle interfacce fra vari attori.

#### *Gestire il quotidiano: l'esempio della messa in sicurezza della galleria*

Un'analisi strutturata dei potenziali pericoli e dei rischi ad essa collegati richiede un notevole impegno in tempo e risorse, ed è concepibile a scadenze regolari (per esempio due volte all'anno). Ciò significa che durante il semestre fra due analisi approfondite i rischi devono essere individuati ed affrontati in maniera più immediata, affinché le misure per ridurre i rischi e quelle per realizzare le opportunità possano essere prese in tempo utile.

Ciò avviene di regola in riunioni di lavoro fra singoli attori direttamente interessati, come per esempio nel caso delle decisioni in merito alla messa in sicurezza della galleria:

Lo scopo della messa in sicurezza è la garanzia della stabilità del cavo in attesa del rivestimento finale, e quella della sicurezza del personale e dei macchinari. Poiché la messa in opera delle misure di sicurezza causa degli impedimenti all'avanzamento, occorre in ogni momento stabilire quali sono i provvedimenti necessari e sufficienti (senza eccedere) per dare queste garanzie. Nell'organizzazione di progetto, il Committente (risp. il progettista) è responsabile per l'accertamento del pericolo, mentre l'Imprenditore quale datore di lavoro è responsabile della protezione delle proprie maestranze.

Ne consegue che le misure di sicurezza vengono

decise di comune accordo in base allo scenario di pericolo individuato e comunicato dal geologo di cantiere. I possibili scenari di pericolo sono stati ipotizzati in fase di progetto, e vengono giornalmente verificati con rilievi geologici e calcoli di stabilità.

La decisione viene formalizzata con il visto dei diretti responsabili del Committente e dell'Imprenditore sul posto, in seguito comunicata alle squadre di avanzamento, le quali hanno facoltà di completare quanto previsto con ulteriori misure giudicate necessarie in base alle osservazioni del momento.

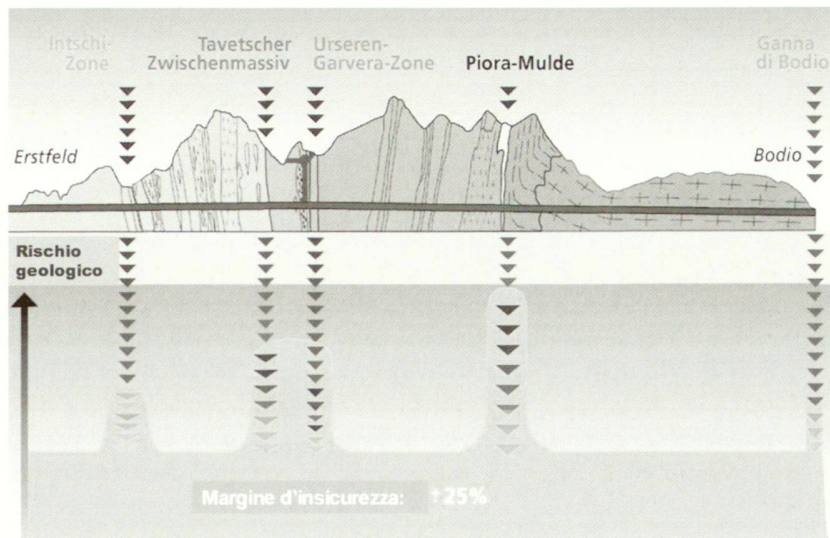
L'osservazione continua del comportamento della roccia e l'accumulo di esperienza fatta durante l'avanzamento permette un continuo adattamento delle misure di sicurezza, e una gestione accurata del rischio legato allo scavo.

#### Conclusione

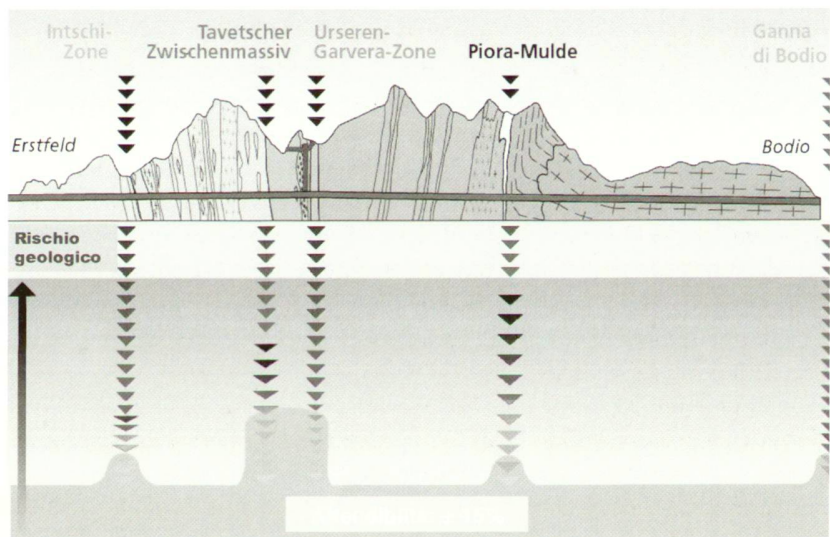
La gestione dei rischi in ogni momento e ad ogni livello caratterizza qualsiasi progetto, ed in particolare i grandi progetti come le «Nuove Trasversali Ferroviarie Alpine». Le difficoltà principali della gestione dei rischi stanno nell'individuare i pericoli e nell'attribuire loro l'importanza giusta. Dal successo dell'analisi dipende la messa in atto delle misure corrette e tempestive, che a sua volta garantisce il raggiungimento ottimale degli obiettivi fissati.

Più complesse sono le problematiche affrontate, più importante diventa - a prescindere dai rapporti contrattuali - la collaborazione fattiva di tutti gli attori nel progetto, pena la vanificazione degli sforzi a causa di malintesi e di attriti dannosi ed inutili.

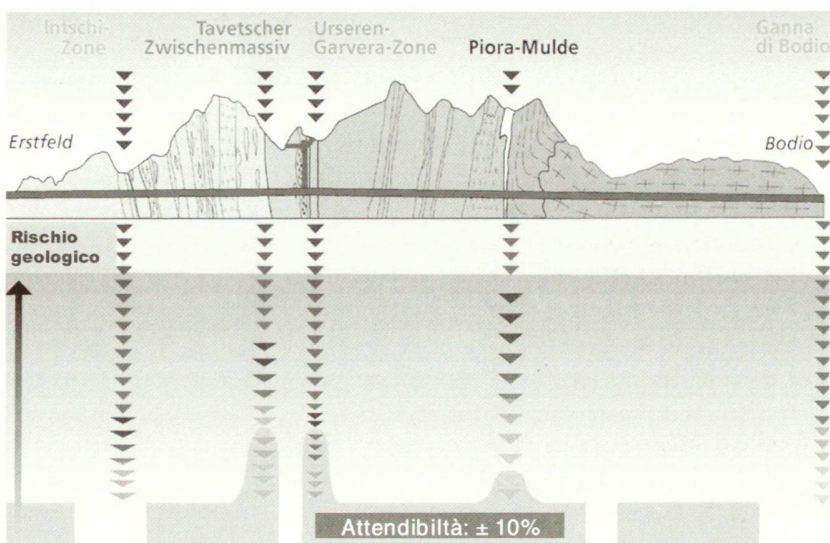
Una comunicazione aperta ed efficace contribuisce a mantenere il sostegno del progetto durante il tempo di realizzazione, indispensabile per il successo finale.



Le zone geologiche a maggior rischio prima delle indagini in fase di progettazione



1998, progetto di approvazione: valutazione del rischio residuo



Valutazione del rischio geologico a fine 2004