

**NUOVA LINEA TORINO LIONE
PARTE COMUNE ITALO FRANCESE - TRATTA IN TERRITORIO ITALIANO
CUP C11J05000030001**

**PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE
CHIARIMENTI ED INTEGRAZIONI**

**IDROGEOLOGIA
(Commissione VIA – Richiesta N°14b)**

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	15/12/2010	Emissione per commenti	TORRI (SEA)	G. VENTURINI	M. FORESTA L. CHANTRON A. MANCARELLA

N°	P	P	2	C	3	0	T	S	3	1	1	4	2	0	P	A	N	O	T
DOC	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero					Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	C30	//	//	55	01	14	10	02
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA

-

SOMMAIRE – INDICE

SOMMAIRE – INDICE	2
1. INTRODUZIONE	3
2. RACCOLTA DEI DATI DEL CUNICOLO DELLA MADDALENA	3
3. INTEGRAZIONE DEI DATI DEL CUNICOLO NEL PROGETTO DEFINITIVO	4
3.1 CONFRONTO DATI REALI / DATI PREVISIONALI PER IL MASSICCIO D'AMBIN	4
3.2 EVOLUZIONE DELLE PORTATE DRENATE DA UNA GALLERIA	4
3.3 RICADUTE PRATICHE CONSEGUENTI ALLA REALIZZAZIONE DEL CUNICOLO ESPLORATIVO DE LA MADDALENA	7

1. Introduzione

Il presente elaborato è redatto quale documento integrativo in riferimento alle osservazioni formulate dalla Commissione Tecnica di verifica dell'Impatto Ambientale VIA e VAS del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (comunicazione dell'11/10/2010 n° prot. CTVIA-2010-003504) nell'ambito del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale del Progetto Preliminare in Variante della Nuova Linea Torino Lione – Parte comune Italo Francese – Tratta in Territorio Italiano.

Il presente elaborato è riferito all'osservazione tecnica relativa alla **Componente Ambientale Suolo e Sottosuolo – Idrogeologia**.

Osservazione:

“Relativamente alle problematiche idrogeologiche, data la complessità dell'assetto geologico-strutturale e le incertezze nella ricostruzione della geometria degli acquiferi, delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque e dei circuiti idrici profondi, si richiede di:

- *Analizzare e definire le ricadute pratiche conseguenti alla eventuale realizzazione del Cunicolo esplorativo della Maddalena nei confronti del progetto in esame, in che maniera cioè il proponente intenda utilizzare le esperienze derivanti dalla realizzazione delle gallerie in questione. In particolare si dovranno chiarire le conseguenze legate all'eventuale rinvenimento di acque sotterranee*

I contenuti dell'elaborato di integrazione sono definiti in riferimento a quanto acquisito dai documenti che compongono il Progetto Definitivo per la realizzazione del Cunicolo Esplorativo de La Maddalena e in particolare:

- PP2 MA1 0102 A: Relazione geologica e idrogeologica

Gli elementi ivi contenuti sono già stati integrati nei documenti che compongono il Progetto Preliminare oggetto di questa istruttoria e in particolare:

- PP2 C3B 0037 A: Relazione geologica generale di sintesi
- PP2 C3B 0046 B: Relazione idrogeologica generale di sintesi

In linea generale, lo scavo del cunicolo esplorativo sarà in grado di fornire dati di dettaglio circa le modalità degli afflussi idrici in galleria sia in termini di quantità che di qualità o ancora di impatto sulla risorsa idrica.

2. Raccolta dei dati del cunicolo della Maddalena

Durante gli scavi dello stesso cunicolo, saranno raccolti dati idrogeologici, e in particolare :

- dati sulla portata e la sua evoluzione sia al portale (portata totale drenata) che in corrispondenza di sezioni specifiche in modo da poter valutare la presenza di strutture particolarmente attive dal punto di vista idrogeologico.
- dati del monitoraggio dei caratteri fisici e chimici delle venute d'acqua intercettate. Ciò permetterà di valutare, oltre che l'evoluzione delle portate da transitorie a stabilizzate anche le tipologie degli acquiferi drenati.

- dati del PMA per monitorare gli eventuali impatti dello scavo in superficie e quindi precisare i circuiti acquiferi.

Inoltre, saranno raccolti anche tutti i dati as build dello scavo con back analysis del comportamento geomeccanico e precisazioni delle classi di scavo e dei provvedimenti da fare.

3. Integrazione dei dati del cunicolo nel Progetto Definitivo

3.1 Confronto dati reali / dati previsionali per il massiccio d'Ambin

I dati che saranno a disposizione e forniti dal cunicolo de La Maddalena permetteranno di affinare i modelli di calcolo per la previsione delle portate in galleria durante lo scavo ed eventualmente a fine scavi delle canne del Tunnel di Base.

La configurazione delle opere, così come previsto dal progetto, prevede la presenza di tre canne affiancate con distanza reciproca che varia in funzione della posizione del cunicolo esplorativo rispetto alle canne dell'opera principale

In funzione del tempo che intercorrerà tra la fine dello scavo del cunicolo esplorativo e lo scavo della prima e poi della seconda canna del Tunnel di Base nel tratto in cui le opere si affiancano, i sistemi di flusso risulteranno già perturbati dalle gallerie esistenti, e i flussi drenati in buona parte stabilizzati o prossimi a esserlo.

Inoltre, in caso di venute particolari, provvedimenti potranno essere messi in opera a partire del cunicolo.

I dati forniti durante lo scavo del cunicolo esplorativo potranno quindi fornire indicazioni dirette rispetto al reale potenziale di drenaggio di una galleria scavata all'interno dell'ammasso roccioso afferente al Massiccio d'Ambin. In particolare sarà di particolare interesse verificare i flussi che si intercetteranno lungo le zone di faglia o di più intensa fratturazione. Le valutazioni saranno eseguite in funzione delle quantità ma anche della qualità delle acque intercettate in termini di chimismo e temperatura.

A partire dal cunicolo esplorativo sarà inoltre possibile eseguire interventi di impermeabilizzazione dell'ammasso in modo da permettere lo scavo dell'opera principale con un rischio minore e diminuire il drenaggio dei flussi idrici intercettati dalle gallerie.

I dati raccolti saranno, inoltre, utili allo sviluppo di sistemi di captazione e di potenziale valorizzazione della risorsa idrica come, per esempio, un suo utilizzo termico o come acqua potabile.

3.2 Evoluzione delle portate drenate da una galleria

Le metodologie utilizzate per la valutazione delle evoluzioni delle portate in galleria si rifanno a modelli semiquantitativi/empirici in cui la più forte incognita è rappresentata dalla quantificazione della portata transitoria e stabilizzata che di norma sono stimate sulla base di esperienze maturate durante lo scavo di gallerie in contesti simili. È evidente che tale approccio risente di un grado di incertezza che cresce tanto più le conoscenze del modello geologico e idrogeologico sono basse. È il caso del tratto che sarà indagato tramite il cunicolo esplorativo, tratto caratterizzato da forti coperture (> 1500 m) e da condizioni geologico – strutturali complesse dovute all'ipotetica presenza di zone di faglia principali e settori a forte fratturazione che hanno un importante ruolo idrogeologico. Si sottolinea che il modello geologico attualmente messo a punto per questo settore si basa soprattutto sulle osservazioni geologiche effettuate in superficie. Sono infatti disponibili i dati ricavati dalla realizzazione di sondaggi diretti (S4, S5 e S23) in cui sono state realizzate prove di permeabilità per la caratterizzazione idrogeologica degli gneiss del Complesso dell'Ambin.

In modo schematico e riassuntivo, in questo paragrafo sono riportate le fasi di evoluzione delle portate drenate da una galleria in regime transitorio (durante gli scavi) e in regime stabilizzato (a fine scavo).

In particolare, per determinare le variazioni nel tempo delle portate drenate in galleria durante e dopo le fasi di scavo, viene qui proposto un modello modificato della curva di smorzamento esponenziale negativa proposto da Maillet per le sorgenti superficiali

$$Q_{tr} = Q_{st} + (Q_{pc} - Q_{st}) \exp[-f(t_2 - t_1)]$$

dove Q_{tr} rappresenta la portata in transitorio, Q_{st} è la portata stabilizzata (stimata), Q_{pc} è il massimo transitorio, f è la costante esponenziale, $t_2 - t_1$ rappresenta l'intervallo di tempo per il quale si vuole valutare la variazione della portata.

Nella *Figura 1* è raffigurato il tipo di curva che riproduce l'esaurimento delle portate secondo il modello proposto da Maillet. In prima istanza questa relazione è stata formulata da Maillet per descrivere la curva di esaurimento di una sorgente.

curva portate-tempo

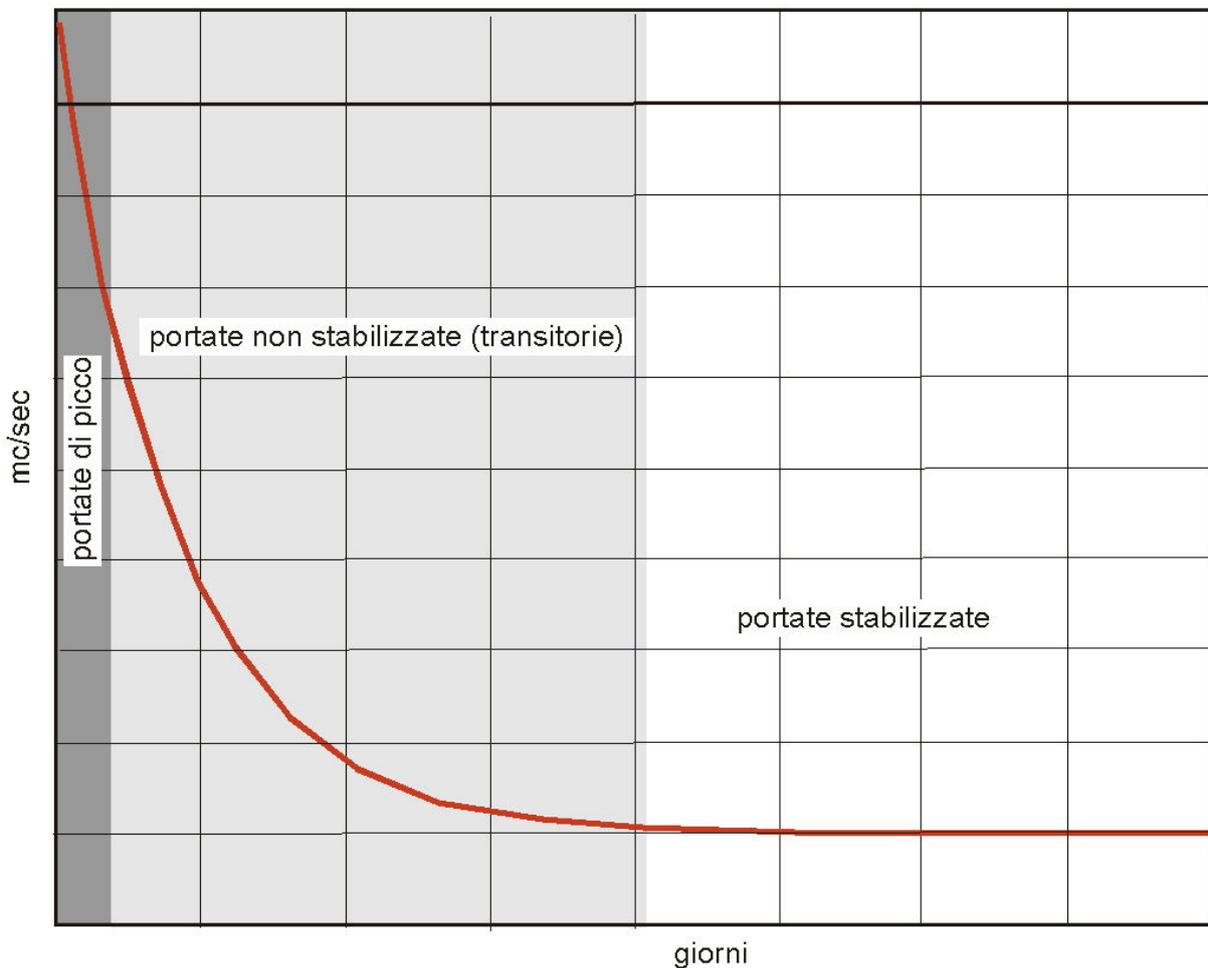


Figura 1 – Curva di esaurimento della portata di una venuta in galleria secondo il modello esponenziale negativo di Maillet.

Questa relazione risulta efficace al fine di visualizzare il trend evolutivo delle venute che possono dunque essere distinte, in relazione al tempo trascorso dal momento in cui una venuta d'acqua è stata intercettata in :

- Portata di picco

- *Portata transitoria*
- *Portata stabilizzata*

Le portate di picco rappresentano le portate istantanee intercettate al momento in cui lo scavo interseca un acquifero. Esse possono assumere talora valori puntuali molto elevati talvolta non misurabili e che sfuggono ad ogni tipo di modellazione sia analitica che numerica perché non riconducibili ad un modello poroso equivalente. Esse sono infatti legate a condizioni imprevedibili che si vengono a creare durante lo scavo (p.es. concentrazione del flusso lungo una singola frattura a causa delle modificazioni indotte dal fenomeno di plasticizzazione del cavo).

Le portate transitorie rappresentano le portate drenate durante e dopo lo scavo della galleria. I metodi analitici sviluppati e normalmente utilizzati per prevedere le portate specifiche massime in galleria fanno riferimento alle portate transitorie massime ovvero alle portate massime misurabili. Esse evolvono nel tempo diminuendo con un comportamento che, secondo quanto osservato in casi sperimentali, con un andamento esponenziale fino a raggiungere la portata stabilizzata.

La differenziazione tra venute con differenti curve di esaurimento è ricondotta al tipo di struttura che determina la venuta stessa; è possibile ricondurre le tipologie di venute a contesti geologici e idrogeologici più frequentemente incontrati durante gli scavi in sottterraneo.

Le portate stabilizzate sono le portate che si misurano a distanza di tempo dalla fine degli scavi e che restano stabili nel tempo. Esse scaturiscono dal nuovo equilibrio idrodinamico raggiunto dall'acquifero in seguito alla realizzazione della galleria nella sua configurazione finale (rivestimento definitivo, interventi di impermeabilizzazione del cavo, ecc).

Un esempio di valorizzazione dei dati raccolti durante lo scavo di un cunicolo esplorativo, è rappresentato dagli studi che si sono eseguiti a partire dai dati raccolti durante lo scavo della discenderia di Villarodin - Le Bourget – Modane.

Gli studi idrogeologici eseguiti, tra i quali alcuni modelli numerici 3D, hanno permesso, attraverso l'analisi delle serie di dati delle misure di portata lungo la discenderia e al suo portale, di verificare il comportamento delle venute d'acqua intercettate (sia a breve che a lungo termine), la relazione tra i flussi intercettati dalla galleria e i punti di approvvigionamento idrico posti all'esterno. Nella figura che segue è riportata la cronaca delle venute d'acqua misurate all'interno della discenderia (alla PM30) confrontato con l'andamento delle stesse portate simulate durante la realizzazione del modello numerico eseguita in fase di APR.

Si nota come, in generale, la serie di dati simulati restituisce in maniera soddisfacente le variazioni misurate sia in termini di ampiezza che di dinamica delle venute.

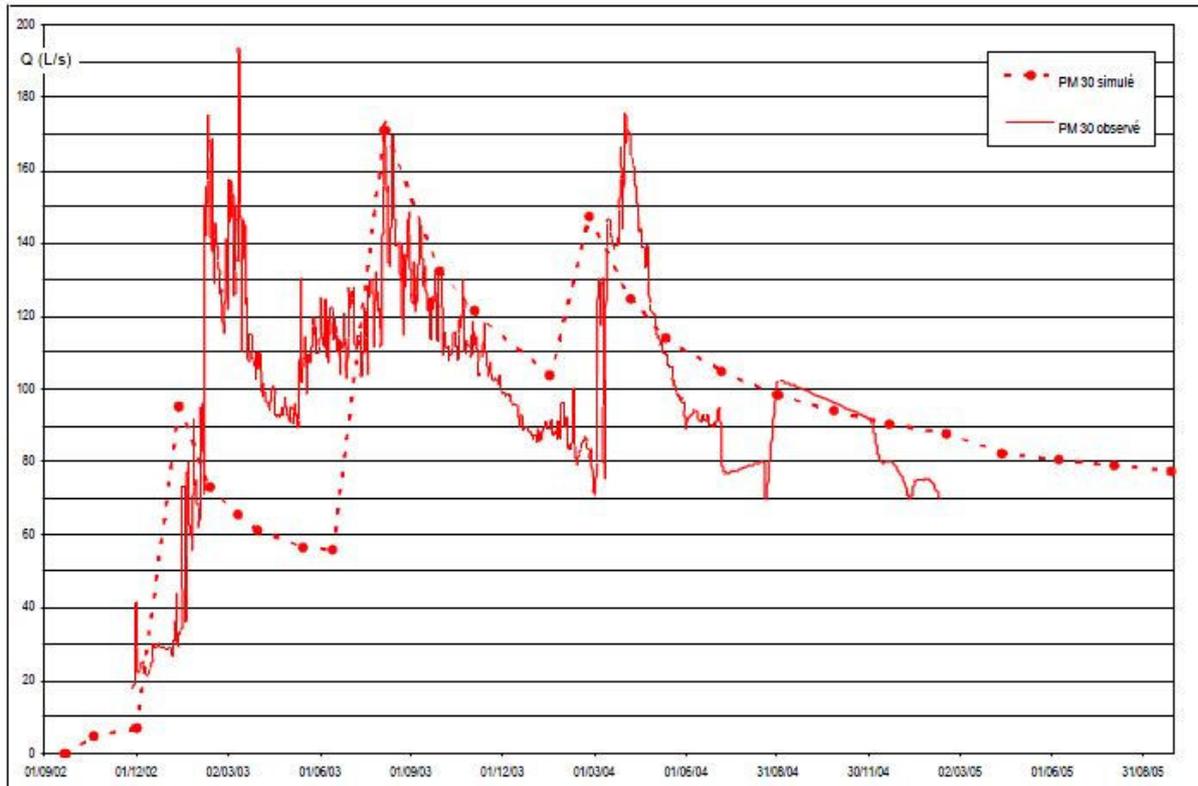


Figura 2 – Comparazione delle cronache delle oiportate misurate e simulate nella discenderia di Villarodin-Le Bourget-Modane

3.3 Ricadute pratiche conseguenti alla realizzazione del cunicolo esplorativo de La Maddalena

In linea generale, i dati che scaturiranno dallo scavo del cunicolo esplorativo saranno integrati nel Progetto Definitivo dell'opera principale in funzione dello stadio d'avanzamento del cunicolo stesso.

Lo scavo del cunicolo esplorativo è fondamentale per la realizzazione dell'opera principale e i dati che si prevede possano essere raccolti costituiranno una base di conoscenza estremamente importante per lo scavo sotto alte coperture.

In modo particolare, mentre allo stato attuale delle conoscenze ogni tipo di ipotesi riguardo la valorizzazione della risorsa idrica in termini di calore e a scopo idropotabile resta tale, con la realizzazione del cunicolo esplorativo sarà possibile valutare le reali potenzialità e, nel caso, rendere efficace la progettazione degli impianti necessari.

I dati saranno integrati per definire i contesti geologici, geologico – strutturali e idrogeologici attraversati. In linea di principio, sarà possibile definire le modalità di drenaggio in condizioni transitorie.

Gli elementi dedotti risulteranno estremamente utili al fine della caratterizzazione del comportamento geomeccanico e idrodinamico dell'ammasso in condizioni di fratturazione standard. La caratterizzazione delle zone di faglia o di intensa fratturazione sarà verificata in base alla fase di avanzamento degli scavi e ai dati *as build*.

Bisogna sottolineare che nei primi 2 km del cunicolo è previsto di intersecare strutture geologiche idrogeologicamente attive, in particolare:

- Pk 0+200 – 0+230: orizzonte di scollamento costituito da brecce tettoniche e carniolate; in corrispondenza di questa struttura è prevista una venuta puntuale con portata compresa tra 37.5 e 75 l/s;
- Pk 1+340: faglia principale nel Complesso d'Ambin; in corrispondenza di questa struttura è prevista una venuta puntuale di 25-50 l/s

Benché queste strutture non siano attraversate nel tratto in cui il tracciato del cunicolo è in asse alle canne dell'opera principale e le coperture non siano paragonabili a quelle previste per il Tunnel di Base, esse rappresentano due tipologie di struttura geologica tra le più critiche che si prevede di attraversare lungo il tratto italiano dello stesso Tunnel di Base.

Sarà quindi di rilievo assoluto poter beneficiare dei dati *as build* del cunicolo esplorativo de La Maddalena fin dai primissimi stadi di avanzamento.

Il completamento del cunicolo esplorativo permetterà di formulare delle previsioni di dettaglio rispetto sia alla fase transitoria che a quella stabilizzata delle venute in galleria intercettate.

Questa condizione, inoltre, permetterà di studiare il potenziale di drenaggio di strutture geologiche che saranno intercettate in asse all'opera principale consentendo di dimensionare le sezioni tipo del Tunnel di Base e gli impianti di captazione e valorizzazione dei flussi idrici drenati.

In conclusione, i dati *as build* del cunicolo consentiranno una revisione delle previsioni idrogeologiche e del comportamento geomeccanico dell'ammasso, attraverso lo studio in dettaglio dei seguenti elementi::

- Caratterizzazione delle zone di faglie in relazione al loro potenziale di drenaggio;
- Valutazione delle portate di picco e l'andamento di tali portate nel tempo (fino alle portate residue), nella zona dell'Ambin sotto alta copertura e nella zona a scaglie tettoniche;
- Definizione, in relazione alla tipologia di struttura geologica intercettata, dei provvedimenti (quali iniezioni e consolidamenti al fronte) da mettere in opera in caso di venute d'acqua;
- Valutazione del comportamento geomeccanico sotto elevata copertura e la conseguente definizione delle classi di scavo e delle sezioni tipo.