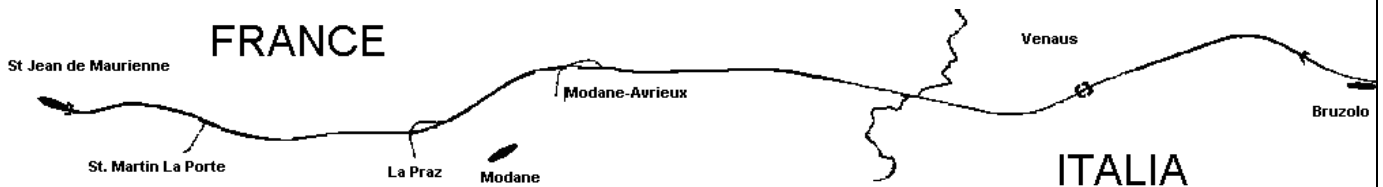


NUOVO COLLEGAMENTO FERROVIARIO TRANSALPINO TORINO - LIONE
NOUVELLE LIAISON FERROVIAIRE TRANSALPINE LYON-TURIN
TRATTA CONFINE DI STATO ITALIA/FRANCIA – BRUZOLO

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE
 DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N° 443/2001



PROGETTO PRELIMINARE
SEZIONI TRASVERSALI DEL TRAFORO

Scala :

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA	AUTORIZZATO
C	EMISSIONE FINALE	M. SCHIVRE PL VEYRON		J. BERNARD		M. PRÉ	20.02.03	

Rif. Doc	P	P	2	0	8	5	T	S	E	3	N	T	G	A	B	G	C	3	3	0	6	C
	fase		n° S.C.			emittente			tipo doc.		codice geografico			oggetto			n° doc			indice		

1.	PREMESSA	2
2.	2
2.	ANALISI DEI DATI DI PROGETTAZIONE	2
2.1	Sezione d'aria	2
2.2	Sagome ferroviarie	2
2.2.1	<i>Sagome degli ostacoli</i>	2
2.2.2	<i>Sagome d'isolamento della catenaria e del pantografo</i>	3
2.2.3	<i>Sopraelevazione della linea</i>	3
2.2.4	<i>Distanza d'isolamento tra i binari e l'armatura del cemento</i>	3
2.3	Sagome per la circolazione delle persone	3
2.3.1	<i>Sul marciapiede dal lato dei rami di comunicazione</i>	
2.3.2	<i>Sul marciapiede dal lato opposto</i>	4
2.4	Posa dei binari	4
2.5	Reti sotto i marciapiedi e sotto i binari	4
2.5.1	<i>Elenco delle reti interessate</i>	4
2.5.2	<i>Rete di drenaggio delle acque chiare</i>	5
2.5.3	<i>Raccolta dei liquidi versati sui binari</i>	6
2.5.4	<i>Cunicoli per cavi e guaine per l'esercizio ferroviario</i>	8
2.5.5	<i>Multitubolare per le attrezzature non ferroviarie</i>	8
2.5.6	<i>Rete antincendio</i>	9
2.5.7	<i>Condotto di ventilazione dei locali tecnici</i>	9
2.6	Dati del genio civile	9
2.7	Tolleranze di esecuzione del rivestimento	10
2.8	CONFRONTO CON LA SEZIONE EUROTUNNEL (RICHIESTA SPECIFICA DELLA LTF)	11
3.	DEFINIZIONE DELLA SEZIONE CORRENTE DEL TUNNEL BITUBO SENZA FASI	11

1. PREMESSA

Il presente documento ha come obiettivo quello di proporre una definizione dell'intradosso della sezione trasversale delle gallerie di Base e di Bussoleno, nel caso di configurazione bitubo non fasata. Tale documento non riguarda le sezioni allargate (sezione con galleria di transito, stazioni di sicurezza o siti d'intervento) che verranno trattate in altra sede. Il documento di riferimento per ciò che riguarda la sicurezza, è la versione 15 del 11/07/02 del documento intitolato « Criteri di sicurezza per l'esercizio » emesso dalla Commissione per la Sicurezza. Nel presente documento si farà riferimento alla normativa italiana e francese, salvo ove diversamente specificato.

Questo documento presenta innanzitutto un'analisi dei dati di progettazione, alcuni dei quali provenienti dai lotti 1 e 2. La presentazione della sezione trasversale del tunnel, ottenuta tenendo conto di questi dati, consente ai lotti 1 e 2 di precisare i dati forniti allo scopo di soddisfare correttamente le funzionalità a cui si riferiscono senza eccessi, tenendo conto dell'allargamento della sezione che ne potrebbe risultare.

2. ANALISI DEI DATI DI PROGETTAZIONE

2.1 Sezione d'aria

La sezione d'aria nominale corrisponde alla superficie limitata dall'intradosso del rivestimento, dai marciapiedi laterali su entrambi i lati della linea e dai binari. Viene quindi individuata una banda orizzontale uguale alla tolleranza di scavo, da cui deriva la superficie d'aria minima nel caso in cui la tolleranza verticale sia stata interamente consumata (cosa che può avvenire a livello locale). La sezione nominale ottenuta è di 43,6 m².

La sezione d'aria ottenuta da Alpetunnel per garantire il rispetto del criterio di comfort acustico per i convogli non a tenuta stagna del tipo TAV che si spostano ad una velocità di 220 km/h (cf. Rapporto SNCF del Novembre 1997 « Étude des problèmes de sécurité et de confort tympaniques liés aux variations de pression dans le tunnel Lyon-Turin ») è di 43 m². Si tratta del valore di riferimento con il quale oggi confrontiamo i risultati dei nostri studi in quanto si presuppone che una sezione di questo tipo consenta di rispettare i criteri di riduzione del rumore acustico e di sicurezza.

2.2 Sagome ferroviarie

2.2.1 Sagome degli ostacoli

Sul tronco internazionale della linea Lione-Torino si prevede la circolazione di TAV, treni merci, autostrada ferroviaria, vagoni Modalohr e strada viaggiante svizzera Hupack:

- ✓ per il TAV ed i treni merci, la sagoma C1 viene definita nel documento SNCF NG EF1 C3 n°7 «Lignes à grande vitesse-Gabarits»,
- ✓ la sagoma «Autostrada ferroviaria» viene definita nel documento SNCF VPN1 del 29/12/1995 tenendo conto dell'opzione II (PL di 4,20 m di altezza massima di <2,60 m di larghezza su vagoni di 1,00 m di altezza di plancia, vedere allegato 2 a questo proposito),
- ✓ la sagoma per «vagoni Modalohr» viene definita dal documento SNCF del 31/01/2002 con riferimento CH-IN 755 che risulta essere penalizzante per l'installazione degli ostacoli bassi,
- ✓ la sagoma per la «strada viaggiante svizzera Hupack» viene definita dagli schemi a nostra disposizione.

Queste diverse sagome non sembra siano state definite da documenti ufficiali dell'UIC o da norme europee.

A titolo puramente informativo, sono state studiate anche la sagoma « Eurotunnel » e la sagoma « double-stack »: sembra che questi due tipi di sagome non siano compatibili con le sagome previste nel progetto e che la loro adozione porterebbe ad un aumento del raggio del tunnel.

2.2.2 Sagome d'isolamento della catenaria e del pantografo

I dettagli dell'analisi realizzata vengono forniti nell'Allegato 2.

L'altezza del filo di contatto è di 5,57 m al di sopra del piano di rotolamento. Non si prevede di mantenere un margine per la manutenzione del binario in quanto si tratta di un binario a posa diretta o semidiretta.

E' possibile installare una catenaria di 48 cm d'ingombro (e perfino di 56 in allineamento diretto) che consente una portata di circa 27 metri compatibile con le velocità previste (vedere allegato).

Il livello della catenaria rispetto al piano di rotolamento rimane compatibile con le disposizioni normative internazionali (vedere Allegato 3).

In caso di costruzione di centine pesanti per rinforzare il rivestimento (pratica comune nel caso di rivestimenti in muratura ma non giustificata per rivestimenti in cemento), è necessario prevedere delle soluzioni per quanto riguarda i cavi scoperti sotto tensione elettrica in cui la distanza d'isolamento non viene rispettata dalle centine. Al contrario, queste centine (30 cm di spessore) non interferiscono in alcun modo con la sagoma cinematica dei convogli. Le soluzioni da prevedere per l'isolamento in linea retta con queste centine sarebbero molto meno costose e vincolanti rispetto all'allargamento della sezione d'insieme del tunnel.

2.2.3 Sopraelevazione della linea

Le sagome devono essere introdotte nel caso di curve a sinistra e a destra, con una sopraelevazione limitata a 123 mm in funzione della circolazione dell'autostrada ferroviaria.

E' stato peraltro sottolineato come questa limitazione della sopraelevazione, sommata al limite di 100 mm di insufficienza della stessa, causa una diminuzione fino a V 200 della velocità dei TAV nella curva d'entrata del tunnel di base a St-Jean-de Maurienne destinata a raggiungere il più velocemente possibile il substrato roccioso. In base al raggio $R=2\ 174$ m adottato sul tracciato Alpetunnel del 1998, la sopraelevazione di equilibrio di 220 mm riduce la velocità a $V = 207$ km/h.

2.2.4 Distanza d'isolamento tra il binario e l'armatura del cemento

Il collettore di acque chiare è una struttura in cemento armato. La distanza tra il piano di rotolamento e l'estradosso di questo cemento è di 66,5 cm che diventa 69,5 cm considerando gli acciai, valore prossimo a quello che viene comunemente considerato come sufficiente a garantire l'isolamento dei binari (70 cm).

2.3 Sagome per la circolazione delle persone

2.3.1 Marciapiede lato dei collegamenti trasversali di comunicazione

Questo marciapiede serve per l'evacuazione delle persone. La sagoma da realizzare per la circolazione delle persone è da 1,20 m di larghezza x 2,0 m di altezza. Queste dimensioni devono essere rispettate in relazione alla sagoma statica dei treni passeggeri (sagoma C1).

Lo sfalsamento del marciapiede rispetto al piano di rotolamento e al binario più vicino viene determinata dalle condizioni di evacuazione dei passeggeri definita dal documento della LTF «Critères de sécurité exploitation» (versione 15 del 11/07/02) che limita a 0,40 m lo spazio tra il bordo della banchina e l'ultimo gradino del materiale rotabile.

La posizione dell'ultimo gradino di un TAV (o della vettura nella quale si trovano gli autisti dei mezzi pesanti nel caso di un'autostrada ferroviaria) si può dedurre dalle STI da una parte (distanza dal bordo esterno del gradino rispetto all'asse del treno) e dall'UIC 560 dall'altra (altezza consigliata di 565 mm circa rispetto al piano di rotolamento). Dal momento che la geometria della maggior parte dei treni attualmente in servizio non rispetta queste direttive, anche se internazionali, nell'Allegato 1 vengono forniti in dettaglio i calcoli relativi al dislivello banchina-vettura per i diversi treni esistenti con o senza

sopraelevazione. Questa analisi induce a proporre un'altezza per il marciapiede di 640 mm rispetto al piano dei binari che consente di ridurre il dislivello tra banchina e vettura di 410 mm in via eccezionale per le zone di sopraelevazione e meno di 300 mm in allineamento diretto (il valore di 690 mm sembra essere necessario in assoluto per avere un valore in tutti i punti minore di 400 mm che non è compatibile con il gabarit d'ingombro C1). Tuttavia in tali zone sopraelevate, il marciapiede d'evacuazione è leggermente smussato (10 cm orizzontalmente) al fine di consentire l'inserimento del gabarit C1 : questa disposizione localizzata non ostruisce la sistemazione delle reti previste in questa sezione di marciapiede.

2.3.2 *Marciapiede del lato opposto*

Questo marciapiede assume la funzione di marciapiede per l'ispezione degli organi di rotolamento, con una sagoma per pedoni di 0,70 m di larghezza x 2.0 m di altezza, appoggiata sul bordo della sagoma statica. Questo marciapiede è situato a 250 mm al di sopra del piano di rotolamento, in quanto questa altezza sembra consentire in maniera soddisfacente l'ispezione degli organi di rotolamento. Per quanto riguarda la parte esterna, non esiste alcuna esigenza normativa, né funzionale. Al fine di ottimizzare la collocazione di reti sul marciapiede, si prevede di rialzare questa parte di 640 mm rispetto al piano di rotolamento.

Inoltre, allo scopo di consentire al personale di mettersi al sicuro in caso di passaggio di un treno in manutenzione a velocità ridotta, si prevede che il personale possa utilizzare la parte esterna rialzata del marciapiede per mettersi al sicuro.

2.4 **Posa dei binari**

Si è adottato il principio di un armamento in posa diretta o semidiretta.

Dal momento che il sistema di posa dei binari non viene definito in maniera univoca in questo stadio degli studi, si farà riferimento, per quanto riguarda l'ingombro dei binari, al sistema STEDEF caratterizzato da:

- ✓ altezza dell'armatura: 405 mm a partire dal piano di rotolamento,
- ✓ altezza del cemento di calettatura sotto traversa: 80 mm,
- ✓ larghezza necessaria tra i marciapiedi: 2 760 m,
- ✓ da cui un ingombro minimo sotto il piano di rotolamento di 485 mm di altezza x 2 760 mm di lunghezza.

Peraltro, la superficie superiore del manto ha una pendenza trasversale del 2 % verso un canaletto d'acqua che scorre lateralmente e che conduce il liquido versato sui binari verso dei pozzetti a griglia, disposti a intervalli regolari, in un collettore generale.

Da notare che le conseguenze dell'adozione di binari del tipo Eurotunnel (assenza di traverse) non modifica affatto la geometria dell'insieme, in quanto le dimensioni dei blocchetti, del cemento dei binari, ecc. sono sostanzialmente le stesse.

2.5 **Reti sotto i marciapiedi e sotto i binari**

2.5.1 *Elenco delle reti interessate*

Per tutta la lunghezza del tunnel sono previste le reti seguenti:

- ✓ rete di drenaggio delle acque chiare,

- ✓ collettore di bonifica dei binari, per la raccolta e l'evacuazione dei liquidi versati sui binari,
- ✓ multitubolare e/o canale per:
 - * cavi e fibre ottiche per la segnaletica ferroviaria,
 - * cavi (HT, BT, correnti a bassa tensione) e fibre ottiche per le attrezzature di esercizio e sicurezza del tunnel ;
- ✓ reti antincendio,
- ✓ condotto d'aria di Ø 550 mm per la ventilazione dei locali tecnici nel tunnel (in particolar modo quelli accessibili dai rami di comunicazione).

Al contrario, l'eventuale rete di raffreddamento è situata nella sezione d'aria per facilitare gli scambi termici.

2.5.2 Rete di drenaggio delle acque chiare

Tenuto conto dell'importanza della copertura del tunnel e dunque del carico idraulico che potrebbe presentarsi a livello del tunnel, è stato adottato il principio del drenaggio del rivestimento per tutta la lunghezza del tunnel, fatte salve le seguenti condizioni:

- ✓ il flusso stabilizzato di drenaggio non sia eccessivo (condizione che potrebbe giustificare il trattamento per iniezione di alcuni terreni allo scopo di ridurre la permeabilità),
- ✓ l'impoverimento della falda conseguente al drenaggio sia accettabile nel rispetto dei limiti imposti dalla protezione dell'ambiente.[Nel corso della riunione del 09/08/02 con gli esperti di tunnel, è sembrato che la possibilità di impoverire la falda in alcune aree interessate dal tunnel di Bussoleno non fosse un fattore certo].

La lunghezza del tunnel di base e le condizioni idrogeologiche dei terreni attraversati dal tunnel stesso fanno sì che il drenaggio necessiti di collettori di grande sezione, che possono rivelarsi dimensionanti per la sezione intradosso.

Le ipotesi relative al tunnel di base per ciò che concerne il drenaggio in condizioni di servizio sono le seguenti:

- i) Il calcolo dei flussi stabilizzati relativi ad un tunnel monotubo sono il risultato degli studi di Bonnard et Gardel. Si prende in considerazione la somma dei flussi lineici di drenaggio corrispondenti all'attraversamento di certi orizzonti e dei flussi localizzati legati al verificarsi di accidenti.
- ii) I flussi stabilizzati relativi ad un tunnel costituito da 2 tubi distanti 40 m in sezione vengono stimati pari a 1,3 volte quelli di un tunnel monotubo. Questo valore viene scelto all'interno di una forchetta di [1.0 ; 1.4] risultato dello studio di diversi modelli.
- iii) Viene proposto il principio di uno scolo a gravità delle acque di drenaggio del tunnel, dal ponte alto verso gli accessi di St-Jean-de Maurienne e di Venaus. In effetti, il principio di evacuazione mediante pompaggio di una parte del flusso di drenaggio è stato scartato da Alpetunnel a causa dei costi troppo elevati da affrontare per le operazioni di pompaggio.
- iv) Il calcolo dei flussi stabilizzati di drenaggio nelle 3 discenderie (St Martin, La Praz, Modane) è il risultato degli studi della LTF (cf. Informazioni idrogeologiche raccolte nel 2002). Questi flussi vengono espressi in termini di forchetta di valori e, in generale, la percentuale di flusso espressa in ml della discenderia è, per quello che riguarda il suo valore massimo, nettamente superiore alla percentuale corrispondente del tunnel.

Per quanto riguarda il pompaggio delle acque di drenaggio raccolte ai piedi della discenderia, esistono diverse soluzioni:

- ✓ evacuare questo flusso mediante pompaggio fino in cima alla discenderia, anche se ciò comporta il dover affrontare le spese permanenti di pompaggio. Sembra essere questa l'ipotesi adottata negli studi Alpetunnel,
 - ✓ inviare questo flusso di drenaggio nella rete di drenaggio del tunnel, allargando però la sezione del collettore e quindi della sezione di intradosso del tunnel.
- v) Le condizioni di manutenzione della rete di drenaggio consentono di portare a secco ciascun collettore preso singolarmente, deviando il flusso corrispondente nell'altro collettore, cosicché il deflusso può realizzarsi al tasso di riempimento massimo della sezione del collettore. In questo modo, nel caso vi sia un collettore di drenaggio per ciascuna gallerie, ogni collettore deve essere in grado di scaricare la totalità del flusso di drenaggio di entrambi le gallerie. In realtà, è molto difficile avere un collettore a secco a causa del drenaggio laterale: la riduzione al minimo del flusso nel collettore su cui viene effettuato l'intervento di manutenzione, richiede l'uso di più by-pass rispetto ai soli collegamenti tra le gallerie in linea retta con le discenderie.
- Si prevede la costruzione, tra le traverse dei binari, ed in base ad un passo ancora da decidere, di pozzetti di collegamento per permettere gli interventi di manutenzione sul collettore.
- vi) Tabella riepilogativa dei flussi stabilizzati di drenaggio stimati (in l/s) per il tunnel di base. Per il tunnel di Bussoleno, gli elementi a nostra disposizione indicano che i flussi previsti sono molto inferiori a quelli del tunnel di base.

	<i>Tunnel</i>		<i>Discenderie</i>		<i>Somma dei valori</i>	
	1 tubo (Q)	2 tubi (Q)	Mini D _m	Maxi D _M	1,3Q + D _m	1,3Q + D _M
Accesso St-Jean	1 670	2 170			2 720	2 970
St Martin a valle a monte	1 100	1 430	170	320	1 980 1 810	2 230 1 910
La Praz a valle a monte	650	850	100	200	1 230 1 130	1 330 1 130
Modane a valle a monte	150	200	280	280	480 200	480 200
Ponte alto	0	0			0	0
Accesso Venaus	760	990			990	990

In questo modo, in corrispondenza dell'accesso St-Jean, tenendo conto del drenaggio delle discenderie, il flusso di drenaggio del tunnel aumenta dal 25 % al 37 % in base all'ipotesi adottata per il drenaggio delle discenderie.

Si evince dalla tabella presentata al punto vi) che i flussi più importanti si osservano sul versante « francese » che, giustamente, è caratterizzato da una pendenza longitudinale media più bassa (6,5 mm/m contro 8 mm/m sul versante « italiano »). Converrà quindi esaminare, in sede di ulteriori studi, la possibilità di:

- ✓ spostare il punto alto verso Modane, se viene confermato che le condizioni idrogeologiche non compromettono un attacco discendente in direzione di Venaus che partirebbe già da Modane. Tuttavia, il riequilibrio del flusso resta molto modesto (200 l/s),

- ✓ sostituire la pendenza costante di 6,5 mm/m del versante « francese » con una pendenza variabile e decrescente dall'accesso di St-Jean fino a Modane bis, in quanto il flusso di un collettore aumenta con la pendenza.

Ai fini del presente studio, si adatterà il flusso $1,3 Q + D_m$ per il pre-dimensionamento del collettore di drenaggio. Tale pre-dimensionamento, considerando i valori ottenuti a Saint-Jean de Maurienne, porta alle dimensioni massime da prevedere per i tunnel. Il flusso delle discenderie preso in considerazione è D_{mini} in quanto è quello che negli studi idrogeologici viene considerato il più probabile.

Il calcolo del flusso è stato effettuato secondo norma con le formule di Manning-Strickler per un coefficiente di rugosità di 90. Questo coefficiente può essere aumentato in condizioni particolari (rivestimento del cemento).

Peraltro, l'adozione di un collettore di drenaggio unico di dimensioni maggiori è preferibile rispetto alla giustapposizione di collettori di diametro inferiore per quello che riguarda le operazioni di manutenzione. Peraltro, si tratta dello stesso concetto adottato nel progetto Alpetunnel.

Per quanto riguarda le acque d'infiltrazione, esse vengono recuperate attraverso il rivestimento mediante dei canali di scolo che sfociano in cunette. Delle canalette a scivolo di 100 mm di diametro consentono di evacuare l'acqua fino al collettore.

2.5.3 Raccolta dei liquidi versati sui binari

a- disposizioni generali.

Il trasporto di materiali pericolosi sarà ammesso sui treni merci. Il documento di riferimento (versione 15) fornisce pochi dettagli su questo argomento, per cui si farà riferimento all'ITI 98-300.

Questa scelta ha delle conseguenze per la sezione corrente dell'opera, in particolare perché bisognerà prevedere, in conformità con l'ITI n°98-300, che la rete di bonifica della linea che raccoglie i liquidi caduti sui binari sia totalmente indipendente dalla rete di drenaggio delle acque chiare provenienti dalla roccia. D'altra parte, dal momento che i liquidi versati sulla linea potrebbero essere infiammabili, la rete di evacuazione deve includere un sifone ogni 50 m per evitare la trasmissione longitudinale del fuoco.

b- Disposizioni previste in dettaglio.

La raccolta dei liquidi (che potrebbero essere anche sostanze pericolose) versati sul manto in cemento armato della linea avviene per ruscellamento lungo il canale situato lungo i binari, esso si ottiene grazie ad una pendenza trasversale del 2 % della superficie superiore del manto in cemento. Ogni 25 m, il flusso del canale di scolo viene inviato in un collettore in cemento del diametro di $\varnothing 400$ posizionato sotto i binari. Le griglie di assorbimento hanno una sezione di passaggio che consente di evacuare il flusso previsto dall'ITI 98-300 di 100 l/s attraverso due griglie (articolo 4.1.1), vale a dire per una distanza di 50 m al massimo.

L'evacuazione viene quindi effettuata ogni 50 m attraverso un pozzetto sifonato destinato ad impedire la propagazione, nel collettore, delle fiamme generate dal liquido nel caso in cui si tratti di una sostanza infiammabile (la portata del collettore in cemento di $\varnothing 400$ è di 170 l/s per una pendenza dello 0,6 % e di 200 l/s per una pendenza dello 0,8 %, valori nettamente superiori al flusso richiesto di 100 l/s). L'alternanza pozzetto a griglia – pozzetto sifonato viene illustrata in una tavola a parte.

L'ispezione del dispositivo è resa agevole dalla distanza di 25 metri tra le griglie ed i respingenti.

La soluzione ivi proposta rispetta rigorosamente quanto enunciato dal testo ITI 98-300 che non prevede una raccolta tramite un canale di scolo a fessura (soluzione adottata invece nei tunnel autostradali), né la costruzione di una rete primaria integrata da una rete secondaria (conseguenza logica dell'adozione della prima soluzione). Da notare che nel caso preso in esame, non è

geometricamente fattibile l'adozione del sistema a rete primaria e rete secondaria; da cui l'adozione di un approccio tecnico e della relativa analisi da parte nostra strettamente conforme al documento ITI 98-300. A scopo puramente informativo, la soluzione di una raccolta delle sostanze pericolose mediante canali di scolo distanziati di 25 m l'uno dall'altro, il cui flusso sfocia in un collettore centrale che attraversa dei pozzetti sifonati in linea retta con un canale di scolo su due (vale a dire con una spaziatura di 50 m), è quella adottata nel 2001 dalla CIG franco-italiana per migliorare la sicurezza nel tunnel autostradale del Fréjus.

Per un funzionamento efficace, è necessario che nel sifone vi sia sempre dell'acqua, il che comporta:

- ✓ una profondità della parete divisoria del sifone sotto il canale del collettore sufficiente ad evitare che il sifone non si vuoti a causa delle variazioni di pressione / depressione dovute al pistonamento generato dal passaggio dei TAV. Nel caso del tunnel di Perthus, progettato per un passaggio dei treni alla velocità di 350 km/h, questa profondità è di 0,50 m. Questo valore dovrebbe quindi essere eccessivo per una velocità dei TAV che nel tratto in esame dovrebbe essere minore (ma resta da verificare tali dati nel caso di un'autostrada ferroviaria). Nella fase attuale del progetto sembra ragionevole conservare questa altezza. Al contrario, dato il vincolo che questa profondità di 0,50 m impone a livello locale (scavi aggiuntivi) per i 2600 pozzetti, potrebbe essere interessante prevedere un test in galleria con un pozzetto sifonato su scala 1, durante il quale le variazioni di pressione applicate dovrebbero essere quelle previste teoricamente al passaggio di un convoglio. A causa del regime transitorio delle pressioni, solo un test di questo tipo sembra essere veramente fattibile e consentire di ottimizzare l'altezza.
- ✓ alimentazione continua dei sifoni per compensare le perdite per evaporazione.

Quest'ultimo punto merita di essere trattato in dettaglio nella misura in cui è molto difficile, in generale, mantenere la presenza di acqua nei pozzetti sifonati, senza che l'apporto di acqua necessario per raggiungere questo obiettivo per tutti i pozzetti sifonati, non sia eccessivo (ciò comporterebbe la grave conseguenza, in caso di versamento di sostanze pericolose, del riempimento rapido con acque chiare del bacino di ritenzione, a scapito della capacità di stoccaggio delle sostanze pericolose).

Il grande vantaggio di disporre i pozzetti sifonati sul collettore centrale è che l'apporto d'acqua nel punto più alto del collettore consente, per deflusso a gravità, dal primo pozzetto sifonato a monte fino all'ultimo pozzetto sifonato a valle, di riempire a intervalli regolari i sifoni.

Questa alimentazione di acqua nei sifoni viene effettuata a partire dalla condotta antincendio del tunnel, grazie ad uno scarico nel punto più alto del profilo e, tenuto conto della lunghezza dei tunnel, grazie agli scarichi posizionati a intervalli regolari per tutta la lunghezza del tunnel. La frequenza ed il volume di questi scarichi saranno adattati alle esigenze reali legate all'evaporazione.

Per non aumentare l'altezza dell'intradosso del tunnel nella sezione corrente, la platea può essere abbassata a livello locale perpendicolarmente rispetto ai pozzetti sifonati per la vasca del pozzetto. Per questo motivo, laddove possibile, è preferibile orientare il collettore di bonifica in asse con i binari, ma nel caso preso in esame, questa disposizione è penalizzante per l'inserimento dei collettori di acque chiare nella sezione.

2.5.4 Cunicoli per cavi e guaine per l'esercizio ferroviario

- Cavi di controllo e di comunicazione:
 - ✓ prevedere una sezione di passaggio da 2 x 400 mm x 120 mm di cunicoli per cavi (il tutto eventualmente su un solo marciapiede),
 - ✓ il fattore chiave per i cunicoli per cavi è l'accessibilità diretta e la possibilità di aggiungere dei cavi più facilmente che utilizzando delle guaine.

- ✓ *in corrispondenza di ciascun locale tecnico situato in un collegamento trasversale tra i tubi, attraversato da (numero da determinare da parte del lotto 1) guaine di Ø110 incassate nel cemento sotto i binari.*

➤ Cavi per segnaletica:

- ✓ I cavi principali passano solo su un lato dei binari. Al contrario, sull'altro marciapiede, bisogna prevedere anche dei cavi per l'allacciamento (nel caso di un monotubo)
- ✓ I cavi passano attraverso due cunicoli ciascuno di 200 cm² di sezione utile (ovvero 2 x 170 mm x 120 mm), chiusi da solette rimovibili. Sull'altro marciapiede è necessario prevedere un cunicolo per cavi di 240 x 140 mm.
- ✓ con una spaziatura media di 1 km, i binari sono attraversati da 3 guaine (= 2 Ø 250 + 1 Ø 100) o da guaine di sezione equivalente (ad esempio = 11 Ø 100) incassate nel cemento del rivestimento.

➤ Alimentatore: fissato sulla volta con nessuna incidenza sulla sezione.

2.5.5 *Multitubolare per le attrezzature non ferroviarie*

Se i cavi necessari per l'alimentazione ed il controllo delle attrezzature sono disposti in guaine sotto i marciapiedi, sono necessarie le seguenti guaine:

- ✓ 4 guaine da Ø 160 per i cavi HT,
- ✓ 8 guaine da Ø 110 per i cavi BT + correnti a bassa tensione.

Per evitare che i cavi possano rovinarsi in caso di incendio, è preferibile farli passare all'interno di guaine sotto i marciapiedi. Pertanto, è necessario creare ad intervalli regolari (con spaziatura ancora da definire) delle camere di tiraggio «semplici», con dimensioni approssimative di 0,5 m x 2,0 m per i cavi HT e di 0,4 m x 2,0 m per i cavi BT e di 0,4 m x 2,0 m per le correnti a bassa tensione.

Inoltre, in corrispondenza di alcuni rami di comunicazione, sono necessarie delle camere di tiraggio con derivazione verso i locali tecnici, con dimensioni approssimative di 0,75 m x 2,0 m. Le guaine vengono distribuite tra i due lati dei binari. La loro disposizione deve essere ottimizzata in funzione della posizione delle attrezzature che alimentano, ma anche in base alla posizione di installazione delle camere di tiraggio, tenuto conto della presenza di altre reti.

2.5.6 *Rete antincendio*

La versione 15 dei criteri di sicurezza dell'esercizio impone l'installazione di prese antincendio ogni 130 m circa; le norme italiane impongono il funzionamento simultaneo di tre prese antincendio le cui caratteristiche sono una portata di 60 m³/h con una pressione da 5 a 7 bar. Data la lunghezza dei tunnel, la soluzione migliore è una condotta d'acqua sotto pressione, con un diametro dell'ordine di 200 mm. Questa soluzione sembra essere in effetti la più robusta.

Per evitare il degrado e/o la rottura dei canali in caso d'incendio, è preferibile installarla in un cunicolo chiuso. Le condizioni climatiche sono tali che la condotta deve essere isolata termicamente ed eventualmente fatta correre per una determinata lunghezza (dell'ordine di 1 km ?) a partire dalla testa se la condotta viene collocata sotto il marciapiede.

La condotta viene collocata in un cunicolo in cemento, chiuso da solette, in quanto questa disposizione consente un controllo ed una manutenzione più agevoli della condotta stessa e delle prese (Ø 100 per le prese antincendio fissate lungo delle spalle a 1,20 m di altezza).

2.5.7 *Condotto di ventilazione dei locali tecnici*

I locali tecnici distribuiti a intervalli regolari lungo il tunnel (e accessibili a partire dai rami di comunicazione), devono essere ventilati per consentire la dispersione del calore generato dal funzionamento delle apparecchiature (soprattutto delle apparecchiature elettroniche). La temperatura dovrà essere mantenuta sempre al di sotto dei 40°C, per garantire il funzionamento ottimale delle diverse attrezzature. Inoltre, un riciclo dell'aria da 2 a 3 volumi all'ora è indispensabile per soddisfare i requisiti di igiene e conservazione dei materiali.

Per garantire questa ventilazione, è preferibile, piuttosto che prelevare l'aria dal tunnel (all'interno del quale potrebbero essere presenti dei fumi), prelevarla invece dall'esterno. Un sistema di canali preleva l'aria dall'esterno dagli impianti di ventilazione situati alla testa del tunnel, o in cima o ai piedi delle discenderie, e la fa circolare all'interno del tunnel, per servire i vari locali tecnici.

In riferimento ad alcuni dimensionamenti effettuati su tunnel molto lunghi, è necessario prevedere un condotto di Ø 550 mm. Tale condotto è costituito da un tubo in acciaio che sfocia in una presa di Ø 350 mm in corrispondenza di ciascun ramo di comunicazione.

Per proteggere il condotto dagli impatti violenti e dagli effetti di un incendio, è preferibile incassarlo nel cemento del marciapiede. Tuttavia, la disposizione lungo il piedritto è possibile, ma prendendo delle precauzioni molto rigide.

2.6 Dati del genio civile

Il tunnel è interamente rivestito in cemento, compreso l'arco rovescio.

Su un tratto importante del tunnel, l'importanza della copertura (che supera i 2 000 m) giustifica una sezione circolare, anche nell'ipotesi in cui il drenaggio del rivestimento consente di non tenere conto della spinta idrostatica. La sezione circolare è implicita nel caso di scavo meccanizzato, ma la sezione degli scavi, nel caso di uno scavo con metodo tradizionale, dovrebbe sempre tenerne conto, in quanto le eventuali variazioni rispetto ad una sezione circolare hanno un impatto importante sulla geometria del rivestimento.

Il dimensionamento del rivestimento (spessore, resistenza del cemento) è strettamente legato alla scelta del metodo di costruzione.

Le situazioni accidentali di cui deve tener conto il dimensionamento del genio civile sono:

- ✓ l'azione dell'incendio scoppiato su un treno (in base ad una curva di aumento della temperatura ancora da definire): incidenza sulla scelta del cemento e sullo spessore del rivestimento, sull'eventuale armatura o sull'installazione di un isolante termico,
- ✓ il deragliamento di un treno: per garantire la manovrabilità del treno in una situazione del genere, il bordo dal lato binari dei marciapiedi deve essere sufficientemente resistente, cosa che si può realizzare solo rendendolo più massiccio: ciò esclude dunque l'utilizzo di cunicoli profondi direttamente sulla cordata dei marciapiedi. La funzione dei marciapiedi non è tuttavia quella di impedire il deragliamento dei treni, indipendentemente dalla loro altezza.

2.7 Tolleranze di esecuzione del rivestimento

Le sagome degli ostacoli e d'isolamento della catenaria, l'ingombro delle reti sotto i binari e la sezione d'aria devono essere rispettati tenendo conto delle tolleranze di esecuzione dell'intradosso del tunnel rispetto all'asse teorico dei binari.

Le tolleranze di esecuzione, sia nella livelletta che nel tracciato planimetrico, sono legate ai metodi di costruzione del tunnel e dipendono quindi da questi fattori:

- ✓ nel caso di uno scavo eseguito con metodi tradizionali o con scavo meccanizzato ma con rivestimento diversificato a seconda del metodo di scavo, si può considerare un valore di 10 cm,

- ✓ nel caso di uno scavo eseguito con scavo meccanizzato con posa del rivestimento durante l'avanzamento, l'attraversamento di terreni difficili può giustificare eventualmente una tolleranza superiore, ad esempio di 15 cm.

Questi valori di tolleranza di esecuzione per l'intradosso rispetto all'asse teorico dei binari potranno essere discussi con gli esperti di tunnel.

Questa tolleranza di esecuzione, che può avere ripercussioni sul rispetto delle sagome, dell'altezza sufficiente per la collocazione delle reti sotto i binari della sezione d'aria, deve essere tenuta in considerazione per la progettazione della copertura dei profili intradosso situati in limite di tolleranza, cosa che comporta un aumento del raggio minimo d'intradosso proprio del valore della tolleranza di esecuzione (in questo modo, nella sezione Alpetunnel, sarebbe preferibile che il raggio $R = 4,04$ m venga arrotondato a 4,14 m per effetto della somma della tolleranza di costruzione di 10 cm menzionata sul diametro dello scavo).

Nel caso in cui la tolleranza venisse superata a livello locale di qualche centimetro, esistono diverse possibilità ed in particolare l'incremento di spessore del cemento e lo swing (leggero adattamento del tracciato dei binari) .

2.8 Confronto con la sezione Eurotunnel (richiesta specifica da parte della LTF).

Il diametro proposto nel presente progetto è di 8,40 m all'interno. Il diametro dei tunnel di Eurotunnel è di 7,60 m. Tuttavia i treni Eurotunnel non possono passare nei tunnel delle LGV Lione-Torino. Le ragioni sono molto semplici e vengono riassunte nella tabella seguente:

	Manica	Lione - Torino
Diametro interno:	7,60 m	8,40 m
Distanze verticali:		
Tolleranza di costruzione in alto	150 mm	150 mm
Filo di contatto / vertice fuori tolleranza	678 mm	800 mm
Binari / filo di contatto	5 922 mm	5 570 mm
Tolleranza di costruzione in basso	150 mm	150 mm
Altezza dei binari	485 mm circa	485 mm
Spessore sotto i binari (in base alla rete di drenaggio)	100 mm	950 mm
Velocità:	160 km/h	220 km/h

Le differenze sostanziali tra i due progetti riguardano l'altezza dei camion (+ 350 m per Eurotunnel) e l'altezza sotto i binari (- 850 per Eurotunnel), da cui la necessità di un'altezza totale di - 500 m per Eurotunnel, che rappresenta la differenza più evidente con il presente progetto. L'adozione di una catenaria più alta per il progetto Torino-Lione è un po' più penalizzante per la sezione in esame. Bisogna anche aggiungere che la sezione dell'Eurotunnel è inferiore a 40 m², contro i 43 m² di base per il presente progetto.

3. DEFINIZIONE DELLA SEZIONE CORRENTE DEL TUNNEL BITUBO SENZA FASI

Il risultato del rispetto di questi vincoli sono le sezioni correnti presentate in allegato. Il raggio è di 4,20 m all'interno nella fase attuale dello studio, di cui 15 cm di tolleranza di esecuzione. Le sezioni presentate corrispondono esclusivamente a scavi effettuati mediante fresa nella misura in cui questo metodo di scavo è, in termini di spazio disponibile sulla parte bassa (e dunque per le reti) il più penalizzante.

In caso di sopraelevazione (su un tratto più debole), sarà necessario apportare delle modifiche particolari alla sezione in linea retta con i binari:

- sopraelevazione in cui la rete per le sostanze pericolose non è in alto: il cemento dei binari dovrà avere una contro pendenza in modo che l'evacuazione dei liquidi avvenga verso questa rete (l'altra soluzione era di tagliare a livello locale il cemento per creare un cunicolo dove i liquidi potevano passare da una parte all'altra dei binari).

- sopraelevazione opposta. Il passaggio delle guaine e dei condotti di drenaggio avviene al limite del cemento dei binari, cosa che comporta la creazione di una leggera estrusione locale sul marciapiede per proteggere queste guaine.

E' importante notare come per creare delle sezioni adeguate è necessario adottare degli accorgimenti particolari per consentire alle reti di passare da un lato all'altro dei binari e verso il secondo tubo all'occorrenza: non si tratta solo del cablaggio, ma anche della condotta antincendio o del condotto per l'aria. Infine sarà necessario prevedere lo scavo di una cavità aggiuntiva in linea retta con i pozzetti sifonati.

Nel piano APS 2085 TSE3 RS GC GG 3402 B vengono riportate le sezioni generali ed in dettaglio di cui sopra; tale piano viene allegato al presente dossier.

ALLEGATI

**ALLEGATO 1: CALCOLO DEL DISLIVELLO BANCHINA-VETTURA SECONDO IL TIPO
DI TRENO**

**ALLEGATO 2: DETTAGLI SULLA CATENARIA E SULLA SAGOMA DELL'AUTOSTRADA
FERROVIARIA**

**ALLEGATO 3: GISUTIFICAZIONE DELLA COMPATIBILITA' DI UNA CATENARIA IL CUI
FILO DI CONTATTO È A 5,57 M DAL PIANO DI ROTOLAMENTO**

ALLEGATO 1

CALCOLO DEL DISLIVELLO BANCHINA-VETTURA SECONDO IL TIPO DI TRENO

1. PRESENTAZIONE

La Commissione per la sicurezza (versione 15 del 11/07/2002, pagina 8) ha imposto un dislivello banchina-vettura (la distanza tra l'ultimo gradino del treno ed il marciapiede) di 400 mm.

3 parametri vengono considerati:

- le caratteristiche intrinseche del treno,
- la sopraelevazione dei binari,
- il livello del marciapiede.

Viene preso in considerazione solo il marciapiede di evacuazione (quello dal lato dei collegamenti trasversali).

2. CONFIGURAZIONI CONSIDERATE

2.1 CARATTERISTICHE DEI TRENI

Per il presente studio, sono stati presi in esame i seguenti tipi di convoglio:

- convoglio teorico dell'UIC (Union Internationale des Chemins de fer, circolare n° 560 O del 1/1/1990),
- i TAV-rete e duplex,
- l'ETR 500.

Gli elementi da considerare per il problema in esame sono:

- l'altezza del gradino più basso rispetto al piano di rotolamento,
- la distanza rispetto all'asse del treno del livello di questo gradino.

In più, sono da considerare i seguenti elementi:

	Altezza gradino x	Distanza rispetto all'asse z
Convoglio UIC	565 mm	1 520 mm (stimata)
TAV-rete	690 mm	1 520 mm
TAV-duplex	590 mm	1 520 mm
ETR 500	610 mm	1 520 mm

2.2 SOPRAELEVAZIONE

I tunnel hanno per quasi tutta la loro lunghezza una sopraelevazione nulla. Alcune parti (in particolare in prossimità della testa) hanno una sopraelevazione massima di 123 mm (dislivello tra i due binari, che corrisponde ad una sopraelevazione dell'8,5 % circa). La sopraelevazione del binario comporta un innalzamento del gradino esterno ed un abbassamento di quello interno, da cui la necessità di integrare questi calcoli.

Da notare che, dal momento che il marciapiede per l'evacuazione è quello posizionato sul lato interno (e dunque in posizione simmetrica rispetto all'asse del bitubo), la sopraelevazione comporta un innalzamento del gradino del vagone rispetto al marciapiede in un tubo ed un corrispondente abbassamento nell'altro tubo; i due casi possono quindi coesistere.

3. CALETTATURA DEL MARCIAPIEDE DI SOCCORSO

La calettatura del marciapiede di soccorso è stata fissata a 640 mm al di sopra del piano dei binari che corrisponde ad un valore prossimo alla media del livello dei gradini dei diversi treni che si suppone possano circolare nel tratto preso in esame. La distanza orizzontale del marciapiede rispetto l'asse dei binari è di 1 810 mm (calettata in modo da non dover utilizzare la sagoma di Modalhor).

3.1 VERIFICA SENZA SOPRAELEVAZIONE

	Distanza verticale tra il gradino ed il marciapiede (mm)	Distanza orizzontale tra il gradino ed il marciapiede (mm)	Distanza tra il gradino ed il marciapiede (mm)
Convoglio UIC	$640 - 565 = 75$	$1\ 810 - 1\ 520 = 290$	300
TAV-rete	$640 - 690 = - 50$	$1\ 810 - 1\ 520 = 290$	295
TAV-duplex	$640 - 590 = 50$	$1\ 810 - 1\ 520 = 290$	295
ETR 500	$640 - 610 = 30$	$1\ 810 - 1\ 520 = 290$.	292

Il dislivello massimo banchina-vettura è di 300 mm per tutti i convogli presi in esame, valore molto inferiore al tetto stabilito di 400 mm.

3.2**VERIFICA CON SOPRAELEVAZIONE**

	Distanza verticale tra il gradino ed il marciapiede (mm)	Distanza orizzontale tra il gradino ed il marciapiede (mm)	Distanza tra il gradino ed il marciapiede (mm)
Convoglio UIC	$640 - 435 = 205$	220	300
	$640 - 695 = - 55$	360	370
TAV-rete	$640 - 560 = 80$	220	230
	$640 - 820 = - 180$	360	410
TAV-duplex	$640 - 460 = 180$	220	290
	$640 - 720 = - 80$	360	370
ETR 500	$640 - 480 = 170$	220	280
	$640 - 720 = -90$	360	370

Il dislivello massimo di 400 mm viene superato di poco nel caso del TAV rete (410 mm contro 400 mm) nei brevi tratti che presentano una sopraelevazione. Rialzando di 50 mm il marciapiede (a +690 mm), il valore imposto di 400 mm verrebbe rispettato.

**ALLEGATO 2: DETTAGLI SULLA CATENARIA E SULLA SAGOMA
DELL'AUTOSTRADA FERROVIARIA**



DIRECTION DES PROJETS
EQUIPEMENTS FERROVIAIRES
40 RUE D'ALSACE
75475 PARIS CEDEX 10

DIRECTION DE
L'INGENIERIE

Affaire suivie par JC ZABEE

☎ : 01.40.18.60.23 – SNCF: 71.60.23
☎ : 01.40.18.60.52 – SNCF: 71.60.52
e-mail: jean-claude.zabee@sncf.fr

Rif: 2002.614

Parigi 20/09/02

LYON TURIN FERROVIAIRE

GRUPO TECNICO – SICUREZZA - ESERCIZIO

NOTA INTEGRATIVA SUI VEICOLI E LE SAGOME DETTE «AUTOSTRADA FERROVIARIA»

-

1 – Generalità

L'obiettivo della presente nota è di:

- Definire il veicolo di tipo autostrada ferroviaria (AF) di riferimento per il progetto Lyon – Turin - Ferroviare (LTF),
- Precisare le sagome e gli interessi applicabili.

2 – Definizione del veicolo AF di riferimento

In mancanza di dati specificati da LTF, gli studi realizzati fino ad adesso per il collegamento Lione – Torino si basano sul veicolo AF definito dalla nota della SNCF VPN1 del 29/12/95 prendendo in esame l'opzione II, vale a dire dei vagoni (non articolati tra loro):

- di 14,50 m di interasse,
- con una plancia alta 1,00 metro,
- che consentano il carico di veicoli stradali alti 4,20 m e larghi 2,60 m (sporgenza di 0,25 m per gli specchietti retrovisori – tolleranza di centratura del veicolo stradale di circa 0,18 m),
- asimmetria di 1° del carico,
- gioco sui liscioi del vagone di 5 mm,
- coefficiente di flessibilità della coppia vagone / carico di $s = 0,60$,
- altezza rollio al centro vagone / carico: $hc = 1,00\text{m}$ / binario,
- giochi trasversali del vagone: $q + w = 0,023\text{ m}$.

La messa in discussione di tutte o alcune di queste caratteristiche comporterebbe la messa in discussione delle sagome ed degli interassi definiti di seguito.

3 – Sagome e interassi applicabili

3.1 – Sagoma AF

La sagoma limite per gli ostacoli, vale a dire quella dell'infrastruttura, per il veicolo definito in precedenza viene ripresa in allegato alla presente nota per una configurazione in allineamento.

Trattandosi della parte superiore (altezza), il valore è di 5 m 44 ottenuto nel seguente modo:

- 5 m 20 per la sagoma statica del veicolo e del suo carico (1 m 00 + 4 m 20),
- 0 m 05 per tenere conto delle oscillazioni verticali (sospensioni, ...),
- 0 m 14 per tenere conto dell'eventuale inclinazione della parte superiore (fattore importante tenuto conto della larghezza del veicolo),
- 0 m 05 di margine di sicurezza tra la sagoma statica (definito dalla somma dei primi tre elementi) e l'infrastruttura.

Per quanto riguarda le curve, i lati trasversali devono essere maggiorati di un valore pari a:

- per le curve di raggio $> o = a\ 400\text{ m}$:
 - $(0,60 / 1,50 (I \text{ o } D - 0,020)_{>0} (H - 1)) + 6/R$, con H che corrisponde all'altezza del punto di applicazione rispetto al livello dei binari,
 - esempio: per il punto situato a $H = 5,44\text{ m}$, in curva di raggio 800 m e con un'insufficienza di sopraelevazione di 80 mm, il valore da sommare in curva esterna a 1,920 m è pari a $(0,60/1,50(0,080-0,020)(5,44-1)+6/800 = 0,11406\text{ m}$, ovvero 11,4 cm.
- Per le curve di raggio $<$ di 400 m:
 - $(0,60 / 1,50 (I \text{ o } D - 0,020)_{>0} (H - 1)) + (27/R - 0,0525)$, con H che corrisponde all'altezza del punto di applicazione rispetto al livello dei binari.

3.2 – Sagoma catenaria

La sagoma catenaria considerata si basa su:

- un'altezza del filo di contatto della catenaria a 5,57 metri (vedere le spiegazioni riportate di seguito),
- un sollevamento possibile del pantografo pari a 0,15 m,
- una sagoma d'isolamento propria di una catenaria classica (portante + filo di contatto) a ingombro ridotto (0 m 40 per le parti sotto tensione) a partire da una portata di 27 m, ovvero un'altezza totale di $5\text{ m }57 + 0\text{ m }40 + 0\text{ m }32$ (isolamento rispetto alla volta) = 6 m 29,
- distanza d'isolamento pari a:
 - 320 mm tra la massa e le parti sotto tensione in statica applicabile per un periodo di tempo prolungato,
 - 240 mm tra la massa e le parti sotto tensione applicabile per un intervallo di tempo di breve durata (in particolar modo per la distanza tra il veicolo ed il filo di contatto).

L'altezza di 5 m 57 è giustificata dalla distanza d'isolamento «tempi lunghi» ($5\text{ m }25 + 0\text{ m }32 = 5\text{ m }57$). Sotto il filo di contatto, il perimetro di riferimento cinematico è solo di 5 m 25 ($5\text{ m }20$ in statico + 0 m 05 di margine con l'infrastruttura) in quanto l'incidenza dell'inclinazione non avviene sulla parte centrale del veicolo (semplificando: tra i binari), ma agisce esclusivamente sui lati esterni dei binari.

Se i calcoli vengono eseguiti per un veicolo in movimento, l'altezza necessaria è solo di $5\text{ m }20 + 0\text{ m }05$ (oscillazioni) + 0 m 24 (distanza breve d'isolamento) + 0 m 05 (margine con l'infrastruttura) = 5 m 54.

Tenuto conto della decisione di confermare un ingombro della catenaria di 0 m 50 presa durante la riunione del 13/09/02, la cifra di 6 m 29 diventerebbe 6 m 39.

3.3 - Interassi

Tenuto conto delle sagome definite nel presente documento - gli interassi nominali e quelli limite da rispettare sono rispettivamente di 4,06 m e di 3,81 m in allineamento.

In curva, tali valori diventano:

- per le curve di raggio $> o = a 400$ m:
 - $I_n = 4,06 + 1,18(D + I - 0,040)_{>0} + 12/R,$
 - $I_l = 3,81 + 1,18(D + I - 0,040)_{>0} + 12/R,$
 -
- Per le curve di raggio $<$ di 400 m:
 - $I_n = 4,06 + 1,18 (D + I - 0,040)_{>0} + (54/R - 0,105),$
 - $I_l = 3,81 + 1,18 (D + I - 0,040)_{>0} + (54/R - 0,105),$

Esempio: con una curva di raggio pari a 800 m, con una sopraelevazione di 100 mm ed un'insufficienza di sopraelevazione di 80 mm, l'interasse nominale è pari a $4,06+1,18(0,100+0,080-0,040)+12/800$, ovvero 4,24 m.

Attenzione ai problemi eventuali di convergenza della sopraelevazione che potrebbero causare una maggiorazione di tali valori.

Jean Claude ZABEE

**ALLEGATO 3: GIUSTIFICAZIONE DELLA COMPATIBILITA' DI UNA
CATENARIA IL CUI FILO DI CONTATTO SI TROVA A 5,57 M DAL
PIANO DI ROTOLAMENTO**

T.S.E.

Groupement Technique Sécurité Exploitation Lyon – Turin
c/o LTF, 1091 avenue de la Boisse, 5^{ème} étage
73026 CHAMBÉRY

Tel: 04 79 60 97 21 Fax: 04 76 60 90 08

E-mail: tse.chambery@wanadoo.fr

Oggetto: Altezza del filo di contatto nel tunnel
(correzione di un errore presente nell'edizione del 30/8/02)
redatto da: J. Scheerens

Nel futuro tunnel di base, l'altezza nominale del filo di contatto adottata fino ad adesso è di 5,57 m al di sopra del piano di rotolamento. Questa altezza è compatibile con la sagoma dei treni del tipo "Autostrada ferroviaria" e su una distanza d'isolamento di 320 mm tra una tensione di 25 kV e la massa.

Questa altezza nominale non dovrebbe costituire un vincolo per l'utilizzo del tunnel da parte di altri tipi di treni.

In effetti, da una parte la pratica comune in Francia è quella di prevedere un'altezza della catenaria di almeno 6,00 m in linea con i passaggi a livello. D'altra parte, allo stato attuale, le "Specifiche tecniche d'interoperabilità" (STI) consigliano un'altezza compresa tra 5,00 e 5,75 m e prevedono esplicitamente (vedere estratto di seguito) che la catenaria possa essere posata ad un'altezza superiore nel caso di linee costruite per un servizio misto e che assicurano il trasporto di rimorchi autostradali sui vagoni. Sarà dunque necessario comunicare questa specifica al "Registro delle infrastrutture", come richiesto dalle direttive europee.

Per quanto riguarda i pantografi, dovranno essere adattati alle altezze dei fili di contatto comprese tra 4 800 mm e 6 400 mm (vedere estratto delle STI di seguito).

ESTRATTO DELLA STI- ENERGIA

Tabella 4.2: Geometria delle linee aeree di contatto per i sistemi a c.a.

N°	Caratteristica	Linee di rete e di raccordo	Linee realizzate	Linee ad alta velocità
1	Altezza nominale del filo di contatto (mm)	Tra 5 000 e 5 750 (1)(2)(3)	Tra 5 000 e 5 500 (1)(3)	5 080 o 5 300 (3)
2	Pendenza ammissibile del filo di contatto rispetto ai binari e variazione ammissibile della pendenza	Norma EN 50119, versione 2001, paragrafo 5.2.8.2		Nessuna pendenza prevista da progetto
3	Spostamento laterale ammissibile del filo di contatto sotto l'effetto del vento trasversale (mm) (3)	≤ 400		

- (1) Sulle linee di rete e di raccordo che assicurano un traffico misto di passeggeri e merci e che vengono utilizzate per il passaggio di rimorchi a sagoma sovradimensionata, l'altezza del filo di contatto può essere superiore a condizione che il pantografo venga adattato per garantire il passaggio della corrente secondo la qualità specificata e purché lo sviluppo del pantografo sia sufficiente ai sensi delle prescrizioni del paragrafo 5.3.2.5.
- (2) L'altezza delle linee aeree di contatto in corrispondenza dei passaggi a livello verrà determinata sulla base delle prescrizioni nazionali in vigore.
- (3) L'altezza del filo di contatto e la velocità del vento da tenere in considerazione sono definite nel Registro delle infrastrutture definito nell'Allegato D del presente documento di STI.

5.3.2.5 Informazioni sui pantografi

I pantografi devono essere in grado di funzionare con altezze dei fili di contatto comprese tra 4 800 mm e 6 400 mm. Per l'utilizzo sulle linee in servizio o di raccordo nel Regno Unito ed in Finlandia, l'altezza è diversa. Vedere paragrafo 7.3.