



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

STUDI E DEFINIZIONE DEL BINARIO
RAPPORTO FINALE

Scala :

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato
0	PRIMA EMISSIONE	ZABEE		BERNARD		M. Pré	17.12.02	
A	EMISSIONE FINALE	ZABEE		BERNARD		M. Pré	21.01.03	

Rif. Doc	P	P	2	0	8	5	T	S	E	3	R	S	X	X	X	X	G	C	:	:	3	4	1	8	A
	fase	n° S.C.			emittente			tipo doc.	codice geografico				oggetto			n° doc			indice						

**NUOVO ALLACCIAMENTO FERROVIARIO TRANSALPINO
LIONE- TORINO**

STUDI E DEFINIZIONE DEL BINARIO

RAPPORTO FINALE

Dicembre 2002

1. **GENERALITA' ED IPOTESI DI LAVORO**
2. **NORME IN VIGORE PER BINARI**
 - 2.1 RICHIAMO SULLE NORME VIGENTI
 - 2.2 CARATTERISTICHE DEI VEICOLI AF
 - 2.3 CONSEGUENZE PER LTF
 - 2.4 MISURE CONSERVATIVE PROPOSTE
 - 2.4.1 *Parametri proposti per binari*
 - 2.4.2 *Serie di scambi*
3. **SAGOMA AUTOSTRADA FERROVIARIA**
 - 3.1 *DEFINIZIONE DEL VEICOLO AF DI RIFERIMENTO*
 - 3.2 *SAGOME ED INTERASSI APPLICABILI*
 - 3.2.1 Sagome
 - 3.2.2 Sagoma catenaria
 - 3.2.3 Interassi
4. **BINARI DEL PROGETTO**
 - 4.1 *FUNZIONI – NORME*
 - 4.2 *BINARI ALL'APERTO*
 - 4.3 *BINARI ED APPARECCHI IN GALLERIA*
 - 4.3.1 Binari di corsa
 - 4.3.2 Scambi
 - 4.4 *METODI DI POSA IN OPERA IN GALLERIA*
5. **BASI LAVORI**
 - 5.1 *IPOTESI ADOTTATE*
 - 5.2 *FUNZIONI DELLA BASE LAVORI "BINARIO"*
 - 5.3 *CARATTERISTICHE PRINCIPALI DA TENER IN CONTO*
 - 5.4 *LOCALITA' PROPOSTA*
6. **BASI MANUTENZIONE**
7. **VALUTAZIONI**
8. **PIANIFICAZIONE**

1. Generalità ed ipotesi di lavoro

Questa nota puntualizza gli studi sui binari (compresi aspetti normativi e sagome dei veicoli) e le corrispondenti installazioni (basi per lavori e manutenzione).

Come ipotesi di lavoro si presuppone:

- che la galleria di Belledonne sarà posta in servizio allo stesso tempo di quelle di LTF (nessuna fasatura in proposito a St. Jean de Maurienne);
- che la nuova linea italiana sia realizzata (ci si raccorda).
-

2. Norme per binari in vigore

2.1 Richiamo sulle norme vigenti

Le norme attuali (europee e/o regole applicate dalle reti) valgono per:

- binari con scartamento normale UIC (1,435 m);
- veicoli di caratteristiche UIC quanto a sagoma, lunghezza, interasse perni carrelli,...

In particolare, parametri di tracciato e di profilo in lunghezza (pendenza, eccesso od insufficienza d'inclinazione, e loro variazioni nei raccordi) valgono esclusivamente per un sistema ferroviario rispettoso di questi dati di base.

2.2 Caratteristiche dei veicoli AF

I veicoli AF (Autostrada Ferroviaria) che circoleranno sulla LTF sono attualmente definiti (studi Alpentunnel) unicamente mediante le sagome da rispettare per la costruzione delle opere lungo i binari di corsa.

D'altronde, le altre caratteristiche dei veicoli AF che circoleranno realmente su LTF (distanza fra perni dei carrelli, oggetti interni ed esterni in curve a raggio ristretto, ecc.) non sono oggi note.

Verosimilmente, i veicoli AF avranno caratteristiche speciali:

- baricentro più alto rispetto ad un carro ferroviario UIC;
- indice di "souplesse" superiore (0,6 contro un indice medio solito di 0,4)
- il veicolo di riferimento per gli studi di sagoma è illustrato al § 3.1.

I tracciati di progetto sono stati realizzati partendo dalle normative solite.

2.3 Conseguenze per LTF

Deve supporre che le norme solite non siano adatte ai carri AF.

Le modifiche del tracciato all'aperto sono sempre possibili a questa fase degli studi, le comunicazioni sui binari di corsa V1 / V2 o i trasferimenti quelle tra... (verificare!) DV / VU nell'opera, danno luogo a costi abbastanza notevoli da essere avvicinati il massimo possibile ai reali.

Gli attuali studi d'esercizio e di capacità (specie per eventuale fasatura) tenendo in conto velocità di circolazione di 100 km/h sui raccordi e sugli scambi DV / VU, suggeriscono di prendere provvedimenti conservativi.

2.4 Misure conservative proposte

2.4.1 Parametri proposti per i binari

Per i tracciati AF occorre fissare il valore massimo per la sopraelevazione, la sua eccedenza o insufficienza, oltre ai parametri di variazione di inclinazione e d'insufficienza per la circolazione di carri AF su binari UIC (ciò che comporta una miglior definizione del carro AF).

In assenza di studi particolari e di prove, proponiamo di conservare i seguenti parametri per il gruppo di tracciati utilizzati da carri AF:

- sopraelevazione max. di 120 mm (eccezionalmente 125 mm);
- insufficienza di sopraelevazione limitata a 100 mm;
- eccesso di sopraelevazione limitato a 100 mm;
- variazione di sopraelevazione limitata a 180/V (ossia, max. 1,8 mm/m per una velocità di 100 km/h e min. 0,8 mm/m per velocità di 220 km/h);
- variazione di insufficienza di sopraelevazione limitata a 50 mm/s (75 mm/s per gli apparecchi su binario).

(Gli altri parametri normativi da applicare, allo stato attuale).

2.4.2 Serie di scambi

I parametri, per binari definiti nel seguito, implicano l'uso d'apparecchi su Binari secondo i criteri seguenti (per una posa in allineamento e dei tracciati a seguito del binario deviato rispettando i principi abituali:

- scambio di tipo 1/29 (raggio in deviate di 3000 m): velocità di deviazione sullo scambio di 110 km/h per i carri AF (160 km/h per TGV);
- scambio tipo 1/26 (raggio di deviate di 2500 m): velocità di deviazione sullo scambio di 100 km/h per i carri AF (130 km/h per TGV);
- scambio tipo 1/21 (raggio di deviate di 1540 m): velocità di deviazione sullo scambio di 80 km/h per i carri AF (100 km/h per TGV);
- scambio tipo 1/15 (raggio di deviate di 820 m): velocità di deviazione sullo scambio di 60 km/h per i carri AF (80 km/h per TGV);
- scambio tipo 1/9 (raggio di deviate di 250 m): velocità di deviazione sullo scambio di 30 km/h per i carri AF (30 km/h per TGV).

3. Sagoma per Autostrada Ferroviaria

3.1 Definizione del veicolo AF di riferimento

In mancanza di dati specifici di partenza per LTF, gli studi finora svolti per l'allacciamento Lione-Torino si sono basati sul carro AF definito dalla nota SNCV VNP1 del 29.12.95, adottando l'opzione II, cioè vagoni (non articolati fra di loro) con:

- interasse di 14,50 m;
- altezza pianale di 1 m;
- in grado di caricare autocarri alti 4,20 m e larghi 2,60 m (sporgenza retrovisori 0,25 m – tolleranza centratura automezzo $\pm 0,18$ m);
- asimmetria di carico di 1°;
- gioco di 5 mm alle pareti lisce del carro;
- indice di flessibilità dell'accoppiamento vagone/carico, $s = 0,60$
- altezza del centro di rollio della coppia vagone/carico, $hc = 1,00$ m/rotaia;
- gioco trasversale del carro: $q + v = 0,0323$ m.

Ogni rimessa in causa di una o tutte queste caratteristiche obbligherebbe a ridiscutere sagome ed interassi definiti nel seguito.

3.2 Sagome ed interassi applicabili

3.2.1 Sagome

La sagoma limite di ostacoli, cioè quella delle infrastrutture, è indicata per il veicolo definito qui sotto sul disegno n° 3402 “Sezione tipica in zona corsa (retta e sopraelevazione)”.

L'altezza della sua parte superiore è di 5,44 m, ottenuti come segue:

- 5,20 m per la sagoma del carro fermo e del suo carico (1,00 + 4.20 m);
- 0,05 m per oscillazioni verticali (sospensioni, ecc.);
- 0,14 m per eventuale inclinazione della parte superiore (incidenza notevole considerando la larghezza del carro);
- 0,05 m di margine di sicurezza fra la sagoma del carro in movimento (definita dalle prime tre cifre) e l'infrastruttura.

Per le curve, le quote trasversali devono essere maggiorate di:

- per curve di raggio ≥ 400 m:
 - $(0,60/1,50 (I \text{ o } D-0,020)_{>0}(H-1)) + 6/R$, essendo H l'altezza del punto di applicazione rispetto al livello rotaia;
 - esempio: per il punto in $H=5.44$, in curva i 800 m di raggio e con insufficienza d'inclinazione di 80 mm, la cifra da aggiungere a 1,920 all'esterno curva, è pari a $(0,60/1,50 (0,08-0.02)(5,44-1) + 6/800 = 0,11406$, cioè 11,4 cm.
- per curve di raggio < 400 m:

- $(0,60/1,50 (I \text{ o } D-0,020)_{>0}(H-1)) + 27/R=,0525)$, essendo H l'altezza del punto di applicazione rispetto al livello rotaia.

3.2.2 Sagoma della catenaria

La sagoma della catenaria rappresentata si basa su:

- altezza del filo di contatto catenaria a 5,57 m (ved. giustificazione in seguito);
- possibile innalzamento del pantografo di 0.15 m;
- sagoma d'isolamento tipico di una catenaria convenzionale (portante + cavo di contatto) ad ingombro ridotto (0,40 m per le parti sotto tensione partendo da campate di 27 m; ossia un'altezza di $5,57 + 0,40 + 0,32$ (isolamento rispetto alla volta) = 6,29 m.;
- distanze d'isolamento di:
- 320 mm fra massa e parti sotto tensione statica per tempo prolungato;
- 240 mm fra massa e parti sotto tensione per un periodo di tempo di breve durata (principalmente per la distanza fra carro e filo di contatto).

L'altezza di 5,57 m si giustifica per la distanza d'isolamento "lungo tempo ($5,25 + 0,32 = 5,57$ m). Sotto il cavo di contatto, il contorno di riferimento cinematico è di soli 5,25 m (5,20 m statico + 0,05 m di margine rispetto all'infrastruttura) giacché l'incidenza dell'inclinazione non agisce nella parte centrale del carro (semplificando: fra rotaie) ma soltanto sui lati esterni del binario.

Se si calcola il vagone in moto, l'altezza necessaria è soltanto 5,20 m + 0,05 m (oscillazioni) + 0,24 m (distanza d'isolamento breve) + 0,05 m (margine rispetto all'infrastruttura) = 5,54 m.

Tenuto conto della decisione di conferma di riservare un ingombro catenaria di 0,50 m nella riunione del 13.09.2002, la quota di 6.29 m diventa 6,39 m.

3.2.3 Interassi

In considerazione delle sagome definite in precedenza, gli interassi nominali e limite da osservare sono rispettivamente di 4,06 e 3,81 m in rettilineo, che in curva diventano:

- per curve di raggio ≥ 400 m:
 * $E_{\text{ nominale}} = 4,06 + 1,18(D+I-0,040)_{>0} + 12/R$
 * $E_{\text{ limite}} = 3,81 + 1,18(D+I-0,040)_{>0} + 12/R$
- per curve di raggio < 400 m:
 * $E_{\text{ nominale}} = 4,06 + 1,18(D + I - 0,040)_{>0} + (54/R - 0,105)$
 * $E_{\text{ limite}} = 4,06 + 1,18(D + I - 0,040)_{>0} + (54/R - 0,105)$

Esempio: in curva a raggio 800, con inclinazione di 100 mm ed insufficienza di inclinazione di 80 mm, l'interasse nominale è di $4,06 + 1,18(0,100+0,080-0.040+12/800)$ ossia 4,24 m

Attenzione ad eventuali problemi di convergenza d'inclinazione che aumentano questi valori.

4. Binari del progetto

4.1 Funzioni – Norme

Un binario deve esplicitare determinate funzioni:

- resistenza a sollecitazioni verticali, laterali e longitudinali;
- adattamento al tracciato, alla sagoma e ad una posa in opera inclinata;
- compatibilità con il proprio ambiente tecnico (circuiti binari, opere d'arte, trazione elettrica, ecc.), atmosferico (temperatura, presenza di neve e ghiaccio, drenaggi, ecc.) ed a quello più propriamente ambientale (rumorosità, ecc.);
- possibilità di essere costruito;
- possibilità di essere sottoposta a manutenzione;
- avere costi accettabili, ecc.

I binari del progetto devono soddisfare tutti questi requisiti tanto all'aperto che in galleria operando a velocità di 220 km/h e per ogni tipo di convoglio circolante (TGV, merci e AF).

Parametri dei binari e scambi sono precisati al § 2.4 precedente.

4.2 Binari all'aperto

Per i binari di corsa all'aperto verranno utilizzate le massicciate classiche sulle ferrovie nazionali francesi ed italiane (con rotaie da 60 kg UIC 60 e traversine in calcestruzzo disposte in quantità minima di 1666/km).

4.3 **Binari in galleria**

4.3.1 **Binari di corsa**

Indipendentemente dall'interesse del binario su lastra per limitare il diametro di scavo delle gallerie, questo tipo di posa permette di garantire tutte le funzioni richieste con la massima disponibilità e con manutenzione ridotta.

In considerazione delle velocità previste, la posa in opera regolabile STEDEF (adatta alle grandi velocità) viene adottata in questa fase di progettazione. In pratica è già utilizzata in gallerie percorse a velocità paragonabili e ha mostrato tutta la sua efficacia.

Le sue caratteristiche sono le seguenti:

- altezza armamento: 405 mm
- altezza calcestruzzo di riempimento sotto le traversine: 80 mm
- larghezza di banchina occorrente: 2760 mm

La faccia superiore della lastra ha una pendenza laterale del 2% verso un condotto centrale che raccoglie i liquidi versati sul binario e li immette in tombini a griglia disposti ad intervalli regolari su un collettore.

4.3.2 **Scambi**

Verrà adottata la stessa tecnologia.

4.4 **Metodi di posa in opera in galleria**

Dopo la messa in opera di un binario ausiliario per gli altri apparecchi, il binario verrà deposto tramite pannelli completi preparati all'esterno della galleria, tarati con precisione, controllati e quindi posizionati su gettate in calcestruzzo. Nella pianificazione è previsto un avanzamento medio di 150 m di binario unico al giorno nello scavo tubolare di una galleria (cioè di 300 m/giorno in totale).

Serviranno una o due basi di lavoro in vicinanza delle gallerie per consentire di ricevere, per ferrovia o autocarro, l'approvvigionamento dei cantieri (massicciata per i tronchi all'aperto; rotaie, traversine, attacchi, minuterie, scambi, granulati, cemento, ecc.), per rimandare indietro i convogli di carri vuoti, per formare i treni di lavoro per le zone in costruzione e gestirne entrate ed uscite con il minimo disturbo possibile per la normale circolazione commerciale.

5. **Basi lavori**

5.1 **Ipotesi adottate**

La base lavori "Binari" deve provvedere alla posa in opera di binari (e scambi):

- nelle gallerie di corsa del tunnel di base (posa di binari simultanea in entrambe);
- nella zona di Saint Jean de Maurienne.

Il metodo di riferimento della posa in galleria del binario su lastra è il seguente:

- ricevimento dei materiali (rotaie, traversine, particolari degli scambi, ecc) e montaggio dei pannelli di binario alla base lavori;
- indirizzamento dei pannelli pronti nella galleria, regolazione e posa in opera sul posto;
- gettata di calcestruzzo a mezzo treno-betoniere.

La base comprende anche gli impianti di logistica ferroviaria per i locomotori di trazione (stazione di servizio di gasolio per i loro motori, fossa di ispezione e di manutenzione, ecc.).

5.2 **Funzioni della base lavori "Binario"**

La base lavori "Binario" ha come funzioni essenziali:

- di consentire di ricevere su gomma e su ferrovia gli approvvigionamenti di cantiere (materiale per massicciata per i tronchi all'aperto; rotaie, traversine, scambi, minuterie, granulati, cemento, ecc.);
- di rimandare indietro i convogli di carri vuoti;

- di formare i treni di lavoro per le zone in costruzione;
 - di gestirne entrate ed uscite con il minimo disturbo possibile per la normale circolazione commerciale.
- La base dovrà svolgere i compiti sopra citati per un avanzamento medio di:
- 150 m/giorno di binario unico per tubo di galleria (300 m/giorno in totale);
 - circa 200 m/giorno nella zona di Saint Jean de Maurienne (zona geologica considerevolmente complessa)

5.3 Caratteristiche principali da tener in conto

Il settore propriamente ferroviario della base lavori deve comprendere:

- un fascio di binari di ricevimento/formazione, di 6 binari di lunghezza utile di 400 m (fra depositi), collegati in modo da consentire un agevole accoglimento dei treni di approvvigionamento e la partenza (e ritorno) dei treni di lavoro;
- una zona di magazzinaggio “binari”, compreso un camminamento largo 25 m fra 2 zone di servizio di 400 m di lunghezza utile (accessibilità di mezzi su gomma indispensabile) che consenta carico o trasbordo di materiali;
- una zona di rifornimento di treni-betoniera, compreso un camminamento largo 25 m fra 2 zone di servizio di 400 m di lunghezza utile (accessibilità di mezzi su gomma indispensabile) che consenta magazzinaggio di granulati e cemento per rifornimento dei treni-betoniera;
- un parco trazione di 4 binari, di lunghezza utile di 200 – 300 m per la manutenzione corrente dei locomotori e delle pilotine delle imprese e dotati di fossa di manutenzione da 25 m e da un distributore di gasolio dotato di sistema di ricupero degli idrocarburi. Questo gruppo di binari deve essere raccordato al fascio binari ricevimento e formazione treni;
- uno o più binari di manovra di lunghezza almeno uguale a quella massima di binario che permettano le manovre fra i diversi binari della base.

Gli accessi stradali devono permettere di giungere senza difficoltà alle varie zone di stoccaggio e di conversione degli autocarri.

Per quanto riguarda le dotazioni connesse, prevedere:

- 750 m² di uffici per l'amministrazione ed il funzionamento della base;
- una mensa-dormitorio per il personale ferroviario;
- il VRD ed i parcheggi occorrenti.

5.4 Località proposta

Tenuto conto dell'esigenza di avere binari a pendenza nulla nei luoghi di base lavori, la solita località possibile in proposito sul versante francese è quella dello smistamento di St. Avre.

In funzione dei riutilizzi necessari a Fret per il trasferimento delle attività di Saint Jean de Maurienne sul sito di St. Avre, uno studio dovrà precisare se una parte dello smistamento può essere effettuata sulla base lavori o se il complesso delle basi lavori deve essere realizzato a fianco dello smistamento nella zona industriale di Blachère.

Per il momento è prudente prevedere il riutilizzo completo dell'odierno smistamento per riportare le attività di Fret e pertanto di riservare un'area di 15 ha per la base lavori “Binario” sulla ZI.

Tenuto conto delle esigenze degli altri settori ferroviari (segnali, catenarie, cablaggi, ecc.) e non (ventilazione, energia, ecc.) la base lavori completa risulterà più complessa.

Nel proseguimento degli studi, sarà ugualmente conveniente:

- precisare le possibilità di riutilizzo di questa base lavori (altri lavori, manutenzione, ecc.);
- esaminare i problemi tecnici, ambientali e di concertazione locale

Infine, occorre precisare che una base lavori analoga deve essere installata sul versante italiano se sarà confermata l'opzione di posa in opera dei binari nella galleria di Bussoleno partendo dall'Italia.

6. Base manutenzione

Le basi manutenzione poste a Saint Jean de Murienne ed a Bruzolo hanno due funzioni ben distinte:

- basi di manutenzione propriamente dette;

- basi di sosta e di treni d'intervento e di soccorso.

Sono dunque raccordate ai binari di corsa e permettono un'agevole partenza di treni verso le gallerie (comando di accesso direttamente dopo il posto di comando centralizzato degli impianti).

Le disposizioni qui di seguito riguardano la manutenzione "binari".

Una base è costituita di edifici (blocchi, officine, locali attrezzi, rimesse veicoli), di parcheggi e di deposito materiali.

Include inoltre binari illuminati e non elettrificati per la formazione e la sosta dei treni di lavoro.

Uno di questi binari deve essere munito di fossa per la manutenzione dei locomotori di manutenzione (pilotine, locomotori speciali) e dotato di pompa per rifornimento carburante.

Saranno organizzati parchi materiali, illuminati ed accessibili da strada e da rotaia tanto di giorno come di notte, dove saranno immagazzinati apparati di manutenzione per il materiale binario (gru a portale) ed altro per binari di soccorso, il cui numero e consistenza devono determinarsi in rapporto ad esigenze per definite di disponibilità in termini di:

- rotaie, traversine e minuterie;
- semiaghi e cuori di scambi debitamente orientati considerando tangenti, deviazioni (a destra o a sinistra), semiguarnizioni (destra o sinistra) ed orientamenti;
- eventualmente giunti di dilatazione (fila sinistra e destra).

7. Valutazioni

Le tavole allegate riportano le valutazioni (per ogni soluzione):

- dei binari e degli scambi delle nuove gallerie (di base, viadotto di Venaus e galleria di Bussoleno);
- dei binari e degli scambi di St. Jean de Maurienne (tenuto conto delle fasi dei lavori);
- della costituzione di una base lavori "binari" a St Avre;

mentre non considerano:

- binari e scambi nella zona di Bruzolo;
- della costituzione di una base lavori sul versante italiano.

8. Pianificazione

Una volta realizzate le opere d'arte si prevedono le seguenti attività:

- la posa di un binario di cantiere ausiliario;
- lo srotolamento dei cavi;
- la posa dei binari;
- la messa in opera delle catenarie;
- la posa delle apparecchiature di segnalazione lungo i binari.

Gli apparati non ferroviari saranno sistemati nel corso delle operazioni sopra citate (ved. pianificazione ad hoc).

La resa media delle varie officine ferroviarie sarà dell'ordine di 2000 m al mese per singola galleria di corsa.

E' in fine prevedibile un tempo di 12 mesi per le prove d'integrazione.