

LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

REVISION DE L'AVANT-PROJET DE REFERENCE – REVISIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO
CUP C11J05000030001

GENIE CIVIL – OPERE CIVILI

GEOMETRIE – GEOMETRIA
TRACE - TRACCIATO

RAPPORTS TECHNIQUES – RELAZIONI TECNICHE

RAPPORT TECHNIQUE SUR LE TRACE
RELAZIONE TECNICA DI TRACCIATO

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérfifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	09/03/2012	Première diffusion / Prima emissione	M. PANTALEO (TCC)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MANCARELLA
A	02/07/2012	Révision Generale / Revisione Generale	M. PANTALEO (TCC)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MANCARELLA
B	25/01/2013	Mise à jour pour modification tracé/ Aggiornamento per modifica tracciato	R.GIULIANI (TCC)	M. RUSSO C. OGNIBENE	L. CHANTRON M. PANTALEO

CODE DOC	P	D	2	C	3	A	T	S	3	0	2	7	0	B
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente		Numero				Indice		

A	P	N	O	T
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	C3A	//	//	23	02	00	10	01
------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-

 **Tecnimont**
Civil Construction
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

Aldo Mancarella



Co projet
est cofinancé par
l'Union européenne
(DG-TREN)



Questo progetto
è cofinanziato
dall'Unione europea
(TEN-T)


LYON TURIN FERROVIAIRE

LTF sas - 1091 Avenue de la Boisse - BP 80631 - F-73006 CHAMBERY CEDEX (France)
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 - Fax : +33 (0)4.79.68.56.75
RCS Chambéry 439 556 952 - TVA FR 03439556952
Propriété LTF Tous droits réservés - Proprietà LTF Tutti i diritti riservati

SOMMAIRE / INDICE

RESUME	RIASSUNTO	3
1.	Inquadramento generale	4
2.	Limiti di intervento	4
3.	Genesi del tracciato	5
4.	Posizionamento e descrizione del tracciato	6
4.1	Asse di riferimento	6
4.2	Descrizione del tracciato	6
4.3	Descrizione del piano binari della Stazione di Saint Jean de Maurienne	10
4.4	Descrizione del piano binari della Stazione di Servizio di Modane	12
4.5	Descrizione del piano binari della Stazione Internazionale di Susa	12
4.6	Descrizione del piano binari dell'Area tecnica e di sicurezza di Susa	12
4.7	Descrizione del piano binari della Stazione di Bussoleno	13
5.	Velocità di tracciato	13
6.	Informazioni ferroviarie di riferimento: binari principali	14
6.1	Norme di riferimento	14
6.2	Calcolo della sopraelevazione	15
6.3	Informazioni ferroviarie di riferimento: binari di precedenza e di piazzale ($V \leq 100$ km/h)	17
6.3.1	Curve contrapposte	17
6.3.2	Parametri cinematici	18
6.3.3	Lunghezze minime degli elementi di tracciato	19
6.3.4	Livellette e raccordi altimetrici	19
6.3.5	Interasse minimo binari	19
6.3.6	Raccordi altimetrici	19
6.3.7	Raggio minimo planimetrico	20
6.4	Calcolo del raggio di curvatura	20
6.5	Calcolo dello sviluppo dei raccordi parabolici (SRP)	21
6.6	Calcolo dello sviluppo minimo degli elementi geometrici planimetrici del tracciato	23
6.7	Livellette	23
6.8	Curve altimetriche	24
6.9	Coordinamento plano-altimetrico	24
6.10	Interasse binari	25
7.	Necessità di deroghe alla "Consegna 43"	26
8.	Apparecchi del binario	28
9.	Elenco elaborati di riferimento	28

RESUME

Le but de ce document est de présenter les études géométriques du tracé de l'entière section transfrontalière, de Saint Jean de Maurienne, qui constitue la Phase 1 de la Partie Commune Franco-Italienne de la Nouvelle Ligne Lyon-Turin (NLLT).

Les études comprennent :

- Les axes des voies de la NLLT
- Les axes des voies dell'Interconnexion à Bussoleno
- Les plans des voies de Saint Jean de Maurienne, de la gare internationale et de l'aire technique et de maintenance de Susa,
- Les modifications au plan des voies de la gare de Bussoleno pour l'insertion de l'Interconnexion.

Les contenus du document sont l'encadrement général, la genèse du tracé, sa description, l'illustration des plans des voies à Saint Jean de Maurienne, à Susa et à Bussoleno, une indication des vitesses de tracé et la définition des différents paramètres ferroviaires employés.

RIASSUNTO

L'obiettivo di questa relazione è di presentare gli studi geometrici del tracciato dell'intera tratta transfrontaliera da Saint Jean de Maurienne a Bussoleno, costituente la Fase 1 della Parte Comune Franco-italiana della Nuova Linea Torino-Lione.(NLTL).

Gli studi comprendono:

- Gli assi binari della NLTL
- Gli assi binari della Interconnessione a Bussoleno
- I piani binari di Saint Jean de Maurienne, della stazione Internazionale e dell' area tecnico-manutentiva di Susa.
- Le modifiche al piano binari della stazione di Bussoleno per effetto dell'inserimento dell'Interconnessione.

I contenuti riguardano un inquadramento generale, la genesi del tracciato, la sua descrizione, un'illustrazione dei vari piani binari a Saint Jean de Maurienne, a Susa ed a Bussoleno, una indicazione delle velocità di tracciato ed una definizione dei vari parametri ferroviari utilizzati.

1. Inquadramento generale

Il progetto della sezione transfrontaliera della parte comune italo-francese della Nuova Linea Torino-Lione (NLTL) riguarda la parte di linea che va da Saint-Jean-de-Maurienne in Francia fino a Susa in Italia, compresa l'interconnessione con la linea storica Torino-Modane a Bussoleno.

Il binario Pari della linea sviluppa m 63.975,67 a cui si aggiungono 3.551,74 m di collegamento a Bussoleno composto da m 2877,05 dell'Interconnessione Pari e m 674,69 dell'adeguamento della linea storica relativa. Bisogna ancora considerare che deve essere adeguato un tratto di linea storica pari di m 363,02 fuori della stazione di Bussoleno verso Modane per collegarsi alla linea attuale.

Il binario Dispari della linea sviluppa m 63.731,41 a cui si aggiungono 3.643,06 m di collegamento a Bussoleno composto da m 2336,74 dell'Interconnessione Dispari e m 1306,32 dell'adeguamento della linea storica relativa. Bisogna ancora considerare che deve essere adeguato un tratto di linea storica dispari di m 655,86 fuori della stazione di Bussoleno verso Modane per collegarsi alla linea attuale.

Essendo il Confine di Stato alla progressiva Km 48+671,89, il tratto di binario Pari in territorio francese sviluppa m 48.672, mentre quello in territorio italiano sviluppa m 15.304, a cui si aggiunge l'Interconnessione Pari e l'adeguamento della Linea Storica Pari a Bussoleno.

La linea ferroviaria consente un traffico misto ad Alta Capacità con convogli passeggeri (velocità di progetto normalmente di 250 km/h che si riducono a 220 km/h in punti con vincoli particolari) e merci veloci (velocità di 120 km/h); inoltre la linea potrà essere percorsa da convogli a grande sagoma della Autoroute Ferroviaire (AF).

Tutte le progressive, salvo non sia scritto diversamente, sono riferite al binario Pari.

Poiché la realizzazione dell'opera avviene per fasi e la realizzazione della prima fase, che prevede la costruzione della linea NLTL fino alla Piana di Susa e il collegamento alla linea storica a Bussoleno tramite l'Interconnessione:

- ha una durata di diversi anni,
- il Binario Dispari della Linea Storica necessita di uno scambio per l'innesto sulla Linea Storica stessa del binario di cantiere nella posizione dello scambio definitivo dell'Interconnessione Dispari

lo scambio suddetto, è posto sul corretto tracciato della Linea Storica.

Al termine dei lavori tale scambio sarà posto in deviato per la Linea Storica, operando una minima modifica di tracciato e l'Interconnessione Dispari risulterà sul corretto tracciato.

Nella seconda fase dei lavori, a galleria dell'Orsiera realizzata, il corretto tracciato sarà posto sul Binario Dispari della Linea Storica Torino-Modane e l'Interconnessione Dispari risulterà in deviato.

2. Limiti di intervento

I limiti di intervento per l'armamento ed il tracciato sono i seguenti:

- Nuova Linea Torino-Lione (NLTL) lato Saint Jean de Maurienne, Binario Pari e Binario Dispari: km 0+000 portale tunnel di Glandon
- NLTL lato Torino Binario Pari: Pk 63+975,67 corrispondente alla Pk 0+000 dell'Interconnessione Pari (Punta Scambio Esterna UIC 60-60D Tg 0,0476 Dx)
- NLTL lato Torino Binario Dispari: Pk 63+731 corrispondente alla Pk 0+000 dell'Interconnessione Dispari (Cuore scambio UIC 60-60D Tg 0,0476 Sx)
- Interconnessione Pari: Pk 2+877,05 corrispondente alla Punta Scambio Esterna dello scambio S60U/400/0.074 di innesto sul Binario Pari alla Pk 1+039,60 della Linea Storica Pari Torino-Modane
- Interconnessione Dispari: Pk 2+336,74 corrispondente alla Pk 44+837,08 della Linea Storica Dispari Torino-Modane
- Adeguamento Linea Storica Binario Pari a Bussoleno lato stazione: termine flesso di innesto su attuale binario di corsa Pk 0+364,90 della Linea Storica Torino-Modane (corrispondente al km 3+551,74 dall'origine dell'Interconnessione Pari).
- Modifica Linea Storica Binario Pari a Bussoleno lato Meana Pk 1+402,62.
- Adeguamento Linea Storica Binario Dispari a Bussoleno lato stazione: termine flesso di innesto su attuale binario di corsa Pk 43+530,76 della Linea Storica Torino-Modane (corrispondente al km 3+643,06 dall'origine dell'Interconnessione Dispari).
- Modifica Linea Storica Torino-Modane lato Bussoleno Binario Dispari: Pk 45+492,94

3. Genesi del tracciato

In territorio francese il tracciato risulta quello già previsto nell' Avant Project de Reference (APR) con le tre seguenti lievi modifiche:

- Allargamento dell'interasse minimo della NLTL da 4,30 m a 4,50 m nel parco di stazione di Saint Jean de Maurienne, per consentire l'utilizzo della linea anche ai convogli della AF.
- Trasformazione del Sito di Intervento di La Praz in Area di Sicurezza con conseguente modifica della livelletta per inserire il tratto con pendenza massima del 2 per mille come richiesto "Consegna CIG 43" in corrispondenza dell'Area.
- Spostamento del Sito di Intervento di Clarea dalla pk 46+711 alla pk 47+998 e sua trasformazione in Area di Sicurezza. Ciò è già stato sviluppato nel Progetto Preliminare in Variante (PP2) del 2010 ed ha comportato sia una modifica planimetrica per ampliare l'interasse dei binari (da 40 m a 80 m) in corrispondenza dell'Area, sia una modifica altimetrica per tener conto che nell' Area di Sicurezza la livelletta massima non può superare il 2 per mille, mentre nel Sito di Sicurezza era ammessa una livelletta fino al 12 per mille. Questo spostamento piano altimetrico è già stato effettuato nel PP2.

In territorio italiano il tracciato è quello previsto nel PP2, modificato per tener conto del fasaggio e delle prescrizioni del C.I.P.E. in sede di approvazione del PP2 e precisamente:

- Realizzazione della Interconnessione tra NLTL e Linea Storica Torino-Modane a Bussoleno, anziché nella piana delle Chiuse, con conseguente eliminazione della Interconnessione a Chiusa S. Michele.

- Funzionamento della NLTL in prima fase utilizzando la Interconnessione di Bussoleno, senza realizzare la Galleria dell'Orsiera e l' Area di sicurezza di Chiusa, rimandate ad una fase successiva.
- Leggero spostamento ad est del tracciato nella Piana di Susa, per salvaguardare l'edificio storico della Cascina Vazone all'imbocco del Tunnel di Base.

4. Posizionamento e descrizione del tracciato

4.1 Asse di riferimento

Il tracciato della Nuova Linea Torino-Lione viene definito nel sistema di riferimento specifico del progetto denominato LTF 2004c, sviluppato dall'IGM italiano e l'IGN francese nella precedente fase progettuale di APR.

Nello studio di tracciato sono state sviluppate le caratteristiche geometriche sia del Binario Pari sia del Binario Dispari. Tuttavia si è considerato come riferimento l'asse di tracciamento del Binario Pari della NLTL (binario Torino-Lione), chiamato binario 2 nell' Avant Project de Reference (APR) per cui tutte le progressive di seguito indicate, salvo specificazione contraria, sono da intendersi misurate sul Binario Pari

I nuovi input nel tratto italiano descritti al paragrafo precedente (spostamento del tracciato ad est nella Piana di Susa e nuova interconnessione a Bussoleno) hanno comportato il ricalcolo dell'asse di riferimento dalla progressiva Pk 63+975,67 (limite lato Italia del binario pari della NLTL in prima fase) al termine del tracciato che adegua la linea storica all'interno della stazione di Bussoleno (Pk 3+551,74 del Binario Pari dalla origine del Binario Pari dell' Interconnessione corrispondente alla Pk 0+364,90 della linea storica Pari e Pk 3+643,06 dall'origine del Binario Dispari dell'Interconnessione, corrispondente alla Pk 43+530,76 della linea Storica Dispari, poco prima dell' Asse Fabbricato Viaggiatori di Bussoleno).

Si avverte che nell' ingresso da Ovest della stazione di Bussoleno gli assi principali (Binario Pari e Binario Dispari dell'Interconnessione) distano tra loro 4,50 metri, ciò per rispettare la prescrizione di permettere sulla NLTL e sulla Interconnessione la circolazione dei treni a grande sagoma della Autoroute Ferroviaire. Per potersi però ricollegare ai binari esistenti della linea di corsa, il cui interasse attualmente è di 4 metri, si è previsto un leggero flesso (Raggio 15.000 m) tra le Pk 3+422,42 e 3+551,74. ITALFERR ha recentemente avuto il mandato da RFI di studiare l'adeguamento del tratto di linea Bussoleno-Avigliana-Orbassano al transito dei convogli dell'AF, ciò che comportata la modifica dell'interasse binari passando da 3,56 m a 4,50 m. Non appena sarà definito questo progetto si provvederà ad eliminare il flesso mantenendo il solo interasse di 4,50 m.

4.2 Descrizione del tracciato

Il tracciato ha origine all'estremità nord-ovest della piana di Saint Jean de Maurienne, ove sbocca la futura galleria di Glandon. Da questo punto, fino all'attraversamento dell'Arvan, si sviluppa la zona della nuova stazione internazionale di Saint Jean de Maurienne, che serve anche la linea storica proveniente da Chambéry. La NLTL attraversa poi tutto il parco ferroviario di Saint Jean de Maurienne, che viene notevolmente modificato e potenziato per poter assolvere a tutte le funzioni richieste dalla NLTL riguardanti la sicurezza, la manutenzione e l'interconnessione con la linea storica.

All'estremità est della Piana di Saint Jean de Maurienne avviene l'attraversamento del fiume Arc con un ponte ad arco superiore e quindi la linea entra nel tunnel di base alla progressiva km 3+704,35 del Binario Pari (Pk 3+695,13 del Binario Dispari)

L'andamento planimetrico della NTLT entro il fascio binari di Saint Jean de Maurienne presenta curve di raggio 5.400 m, 3.708,3 m , 6.002,35 m, 10.000 m (parte).

L'andamento altimetrico è caratterizzato da livellette variabili dal 4 per mille circa all' 11,54 per mille.

Nel tratto dall'imbocco lato Francia del tunnel di base (Pk 3+704,35) all'innesto della discenderia di Saint Martin la Porte (Pk 11+604) la linea corre in sotterraneo passando dal versante in sinistra orografica della valle della Maurienne al versante in destra orografica, con curve di raggio 10.000 m (parte), 3.333 m, 3.100 m, 7.875 m e 5.256 m (parte).

L'andamento altimetrico è in ascesa verso l' Italia con tratti a pendenza da un minimo del 6 per mille ad un massimo del 9 per mille circa.

La discenderia di Saint Martin la Porte rappresenta un accesso al tunnel di base per il personale ed i mezzi di soccorso.

Dall' innesto della discenderia di Saint Martin La Porte (Pk 11+604) a La Praz (Pk 20+589) ove è ubicata un' Area di Sicurezza in sotterraneo, la linea continua sotto il versante in destra orografica della valle della Maurienne, presentando tre curve di raggio 5.256 m (parte), 8.358 m, 10.000 m.

L'andamento altimetrico è sempre in ascesa verso l'Italia con livellette del 6,5, 6 e 6,56 per mille. L'Area di Sicurezza di La Praz ha una pendenza del 2 per mille

Il tratto dall'Area di Sicurezza di La Praz (Pk 20+589) alla Stazione di Sicurezza di Modane (Pk 32+800) si sviluppa sempre sotto il versante destro orografico della Valle della Maurienne e presenta due curve di raggio 6.166 m e 6.150 m. L'andamento altimetrico è del 6,87 per mille in ascesa verso l'Italia fino alla progr. 29+586 e quindi ha una pendenza del 2 per mille in corrispondenza della Stazione di Sicurezza di Modane.

Il tratto dalla Stazione di Sicurezza di Modane (Pk 32+800) all'Area di Sicurezza di Clarea (Pk 47+998) sottopassa la Valle della Maurienne ed il Massiccio d' Ambin per portarsi verso il Confine di Stato.

Presenta curve di raggio 10.020 m, 13.500 m, 9.000 m (n°2 curve)..

L'andamento altimetrico è caratterizzato da pendenze del 2 per mille fino alla progr. 34+170 in ascesa verso l'Italia. A questa progressiva si ha il culmine della linea a cui corrisponde una quota di 749,51 m s.l.m. Di qui inizia la discesa verso Susa con una livelletta in discesa prima del 3,49 per mille e poi del 10,97 per mille. Alla Pk 47+370 inizia la livelletta del 2 per mille, sempre in discesa, richiesta dalle specifiche funzionali per l'Area di Sicurezza di Clarea.

Il tratto dall'Area di Sicurezza di Clarea (Pk 47+998), servita dalla discenderia della Maddalena, all'imbocco lato Susa del tunnel di base (Km 61+205) è quello che attraversa il Confine di Stato alla Pk 48+671,89 e presenta curve di raggio 9.000 m (n° 4 curve), 4.210 m (n° 2 curve), 3.200 m.

L'andamento altimetrico è caratterizzato da livellette in discesa verso Susa dell'11,18 per mille. Gli ultimi 415 m circa del tunnel di base sono caratterizzati da una livelletta dello 2 per mille.

La linea attraversa poi allo scoperto la Piana di Susa dall'imbocco del Tunnel di Base lato Italia (Pk 61+205) all'imbocco lato Susa della Galleria dell'Interconnessione (Pk 63+815).

Sul Binario Pari sono ubicati la zona delle banchine della nuova Stazione Internazionale di Susa (da km 61+333 a km 61+736), lo scavalco della Dora (realizzato con un fornice lato Susa ed un ponte ad arco superiore), il sottopasso della Autostrada A 32 (da km 62+031 a km 62+258), l' Area di Sicurezza e l'Area tecnico-manutentiva (da km 62+258 a km 63+976).

L'andamento planimetrico del binario pari presenta una curva di raggio 3200 m in corrispondenza della Stazione Internazionale e due curve di raggio 4.800 m e 9.000 m in corrispondenza dell'Area Tecnica.

L'andamento altimetrico del binario pari è in discesa verso Torino con pendenze del 2 per mille in stazione e nell'Area tecnica, del 4,8 e del 12,5 per mille nel tratto di approccio alla Galleria dell' Interconnessione.

Al km 63+815 del binario pari è posto l'imbocco lato Susa del tunnel dell'Interconnessione, che nel suo primo tratto di circa 425 metri presenta un camerone per lo sfiocco dell' Interconnessione Pari.

Analogamente per il Binario Dispari si ha:

- Zona banchine stazione di Susa tra le progr. 61+328 e 61+731
- Zona ponte Dora e sottopasso A 32 tra le progr. 62+027 e 62+253
- Area di Sicurezza e Tecnico-manutentiva tra le progr. 62+253 e 63+839
- Sfiocco dell'Interconnessione Dispari progr. 63+731 (cuore scambio Interconnessione)
- Imbocco Galleria Interconnessione lato Susa prog. 63+791

L'andamento planimetrico del Binario Dispari presenta una curva di raggio 2.950 m alla stazione di Susa ed una curva di 4.804 m in corrispondenza dell'Area Tecnica.

Il camerone dell'Interconnessione Dispari entro la Galleria dell'Orsiera, risulta più corto di quello Pari (193 m in luogo di 425 m circa), poiché lo sfiocco dell'Interconnessione Dispari, a differenza di quello Pari , si trova allo scoperto.

La galleria dell'Orsiera non fa parte della prima fase dei lavori ed è rimandata alla seconda fase. E' però necessario realizzare una limitata parte lato Susa, che comprende due cameroni (Dispari m 93, Pari m 73) per lo smontaggio delle frese provenienti da Chiusa S. Michele, in modo da non interferire con l'esercizio dell'Interconnessione durante i futuri lavori di scavo della galleria Orsiera.

L'Interconnessione Pari ha origine dalla P.S.E. lato Torino della Comunicazione Dispari/Pari sulla NLTL alla Progr. 63+975,67.

In prima fase, quando non viene realizzata la Galleria dell'Orsiera, il Binario Pari della NLTL termina in questo punto e l'Interconnessione presenta una curva destra di raggio 1540 m (velocità di tracciato 110 km/h). In seconda fase, quando verrà realizzata la galleria dell'Orsiera e la NLTL proseguirà verso Torino, alla Pk 0+057,98 dell'Interconnessione (corrispondente alla Pk 64+033,67) sarà posta la P.S.E. dello scambio UIC-60D/0,00476 (1/21) con raggio $R = 1540$ m.

L'interconnessione Pari ha uno sviluppo di metri 2877,05 dall'origine suddetta alla P.S.E. dello scambio S60U/400/0.074 sul Binario Pari della Linea Storica Torino-Modane (Pk 1+039,60).

Il tratto in galleria misura 1.935 metri a cui si devono aggiungere 160 m circa di galleria ove il binario di Interconnessione coincide con il futuro Binario Pari della NLTL.

Entro la galleria l'andamento planimetrico è curvilineo con raggi di 1540 m (velocità di tracciato 110 Km/h) e di 792 m (velocità di tracciato 100 Km/h).

All'uscita nella Piana di Bussoleno l'Interconnessione Pari scavalca la S.S. 24 su uno scatolare ed il fiume Dora con un'opera d'arte di 75 m di luce, per poi portarsi con due curve di raggio 520 m (velocità di tracciato 90 km/h) e 770 m (velocità di tracciato 100 km/h) entro il fascio binari della stazione RFI di Bussoleno e terminare, dal punto di vista del tracciato ferroviario alla P.S.E. dello scambio sopra menzionato. Da questo punto il tracciato prosegue come adeguamento della Linea Storica Pari entro la stazione di Bussoleno, sempre in curva di raggio m 770, per terminare al flesso posto alla pk 43+530,76 della linea storica Torino – Susa, corrispondente alla pk 0+364,90 del Binario Pari della Linea Storica Torino-Modane. Tra le progressive 3+258,70 (dall'origine dell'Interconnessione Dispari corrispondente alla Pk 43+918,13 della Linea Storica Dispari) e 3+258,19 (dall'origine dell'Interconnessione Pari corrispondente alla Pk 0+658,45 della Linea Storica Pari) è posto il deviatoio S60U/400/0.074 che fa parte della traversata Pari/Dispari in ingresso nella stazione di Bussoleno.

Sul binario Pari dell'Interconnessione, alla Progr. 1+039,60 della Linea Storica Torino-Modane è posto il nuovo deviatoio di sfiocco del Binario Pari della Linea Storica Torino-Modane, che coincide con il termine dell'Interconnessione Pari (progr 2+877,05).

Il nuovo tracciato ferroviario all'ingresso della Stazione di Bussoleno, non prevede più il collegamento con il fascio del museo ferroviario, in quanto tale fascio sarebbe troppo ridotto da tale collegamento. Il fascio rimane con il solo accesso lato Torino.

Dopo questo deviatoio sul binario di corsa è stato inserito un flesso con raggio 15.000 m, tra le progressive Pk 3+422,42 (dall'origine dell'Interconnessione Pari corrispondente alla Pk 0+494,22 della Linea Storica Pari) e Pk 3+551,74 (dall'origine dell'Interconnessione Pari corrispondente alla Pk 0+364,90 della Linea Storica Pari) per passare dall'interasse 4,50 m all'interasse 4,00 come più diffusamente illustrato nel precedente capitolo "Assi di riferimento".

L'andamento altimetrico del Binario Pari dell'Interconnessione presenta un tratto iniziale di 220 m circa in discesa del 12,5 per mille, quindi un tratto in ascesa del 5,5 per mille per m 582, un tratto in discesa del 6,2 per mille sino nei pressi dello sbocco lato Bussoleno della galleria, un tratto in discesa all'aperto con pendenze variabili dal 12,5 per mille all'1 per mille nella stazione di Bussoleno.

L'interconnessione Dispari ha uno sviluppo di metri 2336,74 misurati dal vertice dello Scambio lato Susa UIC 60D 0,0476 (1/21) (Pk 63+731,41 del binario dispari della NLTL) alla P.S.E.dello scambio S60U/400/0.074 alla Pk 44+837,08 della linea Storica Dispari Torino-Modane.

L' Interconnessione Dispari presenta un breve tratto all'aperto nella Piana di Susa di 60 m e quindi un tratto in galleria di sviluppo 1.859,30 metri.

Entro la galleria l'andamento planimetrico è curvilineo con due curve di raggio 2.000 m (velocità di tracciato 115 km/h). e di 750 m (velocità di tracciato 100 km/h) intervallate da un breve rettilineo.

All'uscita nella Piana di Bussoleno l'Interconnessione Pari scavalca la S.S. 24 su una struttura scatolare ed il fiume Dora con un'opera d'arte di 75 m, e subito dopo termina in corrispondenza dello scambio citato. Il tracciato prosegue poi funzionalmente con un adeguamento della Linea Storica Dispari fino entro la stazione di Bussoleno. L'andamento è prima curvilineo con due curve di raggio 524,5 m (velocità di tracciato 90 km/h) e 774,5 m (velocità di tracciato 100 km/h), quindi rettilineo entro il fascio binari della stazione RFI di Bussoleno e termina, al flesso posto alla pk 43+530,76 della linea storica Torino – Susa, corrispondente alla pk 0+364,90 del Binario Pari della Linea Storica Torino-Modane.

Il binario dispari della Linea Storica e' posto in deviato nella configurazione finale di Interconnessione funzionante sul corretto tracciato. Durante i lavori invece il corretto tracciato e' disposto sul binario dispari della linea storica Torino-Modane.

L'andamento altimetrico del Binario Dispari dell'Interconnessione presenta una discesa di circa 380 m del 12,5 per mille dall'origine fino a poco oltre la fine del Camerone Pari e quindi una discesa al 2,92 per mille fino all'imbocco lato Bussoleno della Galleria Dispari. La livelletta continua poi in discesa al 12,5 per mille fino al parco ferroviario di Bussoleno, ove la pendenza varia dal 10,1 all' 1 per mille.

4.3 Descrizione del piano binari della Stazione di Saint Jean de Maurienne

Il piano binari della stazione di Saint Jean de Maurienne è sostanzialmente quello dell' APR con le seguenti principali modifiche:

- Allargamento dell'interasse binari della NLTL portandolo ad un minimo di 4,50 m in luogo di 4,30 m.
- Inserimento di una comunicazione pari-dispari sulla NLTL lato ovest, realizzando, assieme all'altra comunicazione nei pressi dell'imbocco del tunnel di base, un cappello da prete. Ciò deriva dalla nuova esigenza funzionale del modello di esercizio lato Francia che prevede, già in prima fase, l'esercizio dei tunnel di Glandon e di Belledonne a due binari, in luogo dell'esercizio a binario unico previsto nell'APR.
- ottimizzazione della posizione di alcuni deviatori distanziandoli meglio tra loro e sostituendo in alcune serraglie le curve circolari con clotoidi di flesso in modo da migliorare il confort di marcia dei convogli.
- Spostamento della comunicazione Pari/Dispari sulla NLTL lato Torino all'interno della galleria naturale del Tunnel di Base, nel tratto in rettilineo, tra le progressive 5+999,92 (binario Pari) e progressiva 5+566,96 (binario Dispari) e spostamento della scambio di accesso al binario di Soccorso/Principale Merci al di là del ponte sull'Arc, all'interno della galleria, in modo da poter rispettare i vincoli ferroviari relativi alla mutua distanza degli scambi e dei giunti di binario dagli appoggi del ponte sull'Arc. Questa nuova configurazione ha anche consigliato di realizzare un nuovo marciapiede di soccorso tra binario Pari NLTL e Precedenza Merci, come meglio descritto nella specifica relazione (documento PD2_C3A_TS3_0177-0: Nuova configurazione Testata lato Italia della stazione di Saint Jean De Maurienne).
- Accorciamento del tronchino di manovra del binario di accesso allo stabilimento ALCAN e leggero spostamento a sud del binario di accesso stesso in corrispondenza della spalla ovest dell'opera d'arte di scavalco del torrente Arvan in modo da salvaguardare la cabina elettrica di distribuzione SOREA esistente, come richiesto nel "Rapport d'investigations" della "Cohérence Projet/DUP"
- Accorciamento di circa 25 m dei due binari del Parco manutenzione materiali (passando da 131,2 m a 106,2 m) e diminuzione dell'area del suddetto Parco passando da 6.000 m² a 5400 m² circa, onde salvaguardare la "Particella Lacroix" nel "Rapport d'investigations" della "Cohérence Projet/DUP"
- Modifica della livelletta di binari di manutenzione ed inserimento di deviatori per permettere il collegamento di tali binari al binario pari della NLTL, attraverso la Precedenza Pari, in modo da avere un collegamento tra area di manutenzione e nuova linea

Il piano binari di Saint Jean de Maurienne è pesantemente condizionato dai seguenti vincoli altimetrici:

- Livelletta del tratto terminale della galleria di Glandon lato SJDM
- Livelletta della linea storica nella piana di SJDM, vincolata in particolare dalla altimetria del ponte sull'Arvan e della nuova stazione da un lato e del nuovo sottopasso della NLTL dall'altro
- Quota di massima piena del torrente Arc in corrispondenza del nuovo ponte sulla NLTL
- Livelletta del tunnel di Base all'imbocco lato SJDM in corrispondenza del sottopasso dell'autostrada A43
- Piano binari esistente relativamente sia alla linea storica, sia ai fasci merci, sia all'accesso ferroviario dello stabilimento ALCAN

Tutti questi vincoli impongono una livelletta sulla NLTL di circa l'11 per mille ad eccezione di un tratto dei binari di precedenza ove la livelletta si riduce al 4 per mille (dal km 1+293 al km 1+790). Queste livellette erano già state previste in APR e regolarmente approvate dal Committente, da RFF e dalla DUP.

In questa revisione del tracciato si conferma che, con i vincoli esistenti, sia territoriali sia per poter garantire tutte le varie funzionalità ferroviarie, non è possibile rispettare la pendenza massima del 2 per mille sui binari di precedenza e fermata prevista dalla "STI Infrastruttura" e dalla Consegna 43. Pertanto dovranno essere richieste da parte del Gestore dell' Infrastruttura deroghe agli Enti competenti come meglio specificato nel successivo capitolo 7 "Necessità di deroghe alla Consegna 43".

Come già previsto in APR a Saint Jean de Maurienne sono previste tutte le funzionalità e cioè:

- Banchine di stazione, sia sulla NLTL, sia sulla Linea Storica Chambéry - Modane. di sviluppo 400 metri
- Binari di precedenza della NLTL di lunghezza utile superiore a 750 metri
- Binari di interconnessione tra NLTL e Linea Storica
- Binario di soccorso con marciapiede lungo 750 metri
- Marciapiede di soccorso secondario tra binario Pari NLTL e Precedenza Merci lungo 750 metri da utilizzare in caso di fermata di emergenza sul binario Pari NLTL
- Binari di stazionamento del treno di soccorso/evacuazione lunghi 400 metri
- Binari di manutenzione con capacità totale di circa 1.500 metri suddivisi in quattro binari
- Parco di manutenzione materiali di circa 5.400 m² servito da due binari ciascuno di 106 metri.
- Fascio transiti, collegato sia alla Linea Storica sia alla NLTL, composto da tre binari di lunghezza utile 750 metri
- Stazione Principale Merci composta da sei binari, di lunghezza utile variabile da 400 m a 440 m, collegata alla Linea Storica; uno utilizzato per il carico dei gessi
- Binario di accesso allo stabilimento ALCAN (Ex Pechiney) collegato alla Linea Storica Chambéry – Modane

Per una puntuale illustrazione del piano binari di Saint Jean de Maurienne si rimanda all'apposita relazione tecnica (Documento PD2-C3A-TSE3-0017).

4.4 Descrizione del piano binari della Stazione di Servizio di Modane

Nel tunnel di base, tra le progressive Km 29+885 e km 33+472 è ubicata in sotterraneo la Stazione di Servizio di Modane in cui sono previsti due binari di precedenza a modulo 750 m, un binario di servizio per la manutenzione (in prosecuzione del binario di precedenza dispari lato Torino) di lunghezza utile m 400 e due comunicazioni tra i binari di corsa, una lato Torino e l'altra lato Lione.

Gli apparecchi del binario sono:

- Scambi UIC 60-A61 tg. 0,0372 (1/26) con velocità teorica di 130 km/h e velocità effettiva 100 km/h per le comunicazioni tra i binari di corsa (limitata per vincoli delle curve contrapposte di raggio 656 m nella traversata)
- Scambi UIC 60-A61 tg. 0,0372 (1/26) con velocità teorica di 130 km/h e velocità effettiva 100 km/h per la radice lato Torino dei binari di precedenza (limitata per vincoli delle curve contrapposte di raggio 656 m nella traversata)
- Scambi UIC 60-A61 tg 0,0654 (1/15) con velocità teorica 70 km/h e velocità effettiva 60 km/h per la radice lato Lione dei binari di precedenza (limite imposto dall'Autoroute Ferroviaire per la curva dello scambio)
- Scambi UIC60-A61 tg 0,111 (1/9) con velocità teorica 40 km/h e velocità effettiva 30 km/h per l'accesso al binario di servizio e per i tronchini di salvamento (limite imposto dall'Autoroute Ferroviaire per la curva dello scambio)

4.5 Descrizione del piano binari della Stazione Internazionale di Susa

In corrispondenza della Stazione Internazionale di Susa (da Pk 60+893,77 Binario Dispari a 62+004,61 Binario Dispari e da Pk 61+015,41 Binario Pari a Pk 62+006,05 Binario Pari), oltre ai binari di corsa, sono previsti due binari di precedenza per la sosta dei treni passeggeri, complanari ai binari principali ed affiancati da banchine lunghe 400 m circa da Pk 61+332,55 a Pk 61+735,77. Tali binari sono progettati con velocità teorica pari a 100 km/h, che viene però limitata dalla velocità degli scambi, percorribili, allo stato attuale, ad una velocità di 60 km/h per ragioni di segnalamento.

4.6 Descrizione del piano binari dell'Area tecnica e di sicurezza di Susa

Ad est della Stazione Internazionale di Susa e del ponte sulla Dora, è prevista la realizzazione della zona binari dell'area tecnica e di sicurezza di Susa (da Pk 62+356 a Pk 63+844 Binario Pari), dove, oltre ai binari di corsa della NLTL, sono previsti:

- due binari di precedenza per la sosta dei treni merci con lunghezza utile di 750 metri
- il binario di soccorso affiancato da una banchina di soccorso carrabile lunga 750 m e da una banchina di soccorso secondaria pedonale lunga 400 m
- il fascio di servizio e manutenzione costituito da quattro binari non elettrificati
- un'asta di manovra a servizio del fascio di manutenzione
- i binari di ricovero del treno di soccorso e del treno di evacuazione
- binari tronchi vari.

I binari di precedenza sono progettati per una velocità teorica di 100 km/h, limitata però dalla velocità degli scambi (80 km/h > richiesta funzionale di 60 km/h); il binario di soccorso è progettato con velocità di progetto pari a 60 km/h, compatibile con la velocità dei relativi scambi, mentre i binari di manutenzione sono progettati per velocità pari a 30 km/h, anch'essa compatibile con la velocità degli scambi.

4.7 Descrizione del piano binari della Stazione di Bussoleno

Il piano binari della stazione di Bussoleno, per garantire le funzionalità della NLTL, della linea storica Torino-Modane e della linea storica Torino-Susa andrà riconfigurato lato Francia come segue:

- Inserimento di un flesso tra le progressive 3+422,42 e 3+551,74 dall'origine dell'Interconnessione Pari per collegare i binari che sull'Interconnessione e nell'ingresso della Linea Storica lato Susa in Bussoleno hanno interasse di 4,50 m (onde permettere il transito dell'Autoroute Ferroviaire) agli attuali binari di corsa con interasse 4,00 m nell'area di stazione di Bussoleno.
- Inserimento di una comunicazione tra Binario Dispari dell'adeguamento della Linea Storica entro Bussoleno alla progr. 44+133,47 (corrispondente alla progr. 3+040,35 dall'origine dell'Interconnessione Dispari) e all'adeguamento del Binario della Linea Torino-Susa alla progr. 44+260,47.
- Inserimento di una comunicazione dispari – pari sull'adeguamento della Linea Storica lato Susa in Bussoleno formata da due deviatori S60U/400/0,074 alla progr. 43+915,12 della Linea Storica Dispari (corrispondente alla progr. 3+258,70 dall'origine dell'Interconnessione Dispari) ed alla Progr. 0+658,45 della Linea Storica (corrispondente alla progr 3+258,19 dall'origine dell'Interconnessione Pari).
- Resa indipendente del tracciato della linea Torino-Susa dalla Interconnessione e dalla Linea Storica Torino-Modane consistente in:
 - Inserimento di uno scambio S60U/400//0,074 dx sul binario della Torino-Susa, collegato con una traversata allo scambio S60U/400/0,074 dx alla Pk 44+210,07 (corrispondente alla progr. 2+963,12 dall'origine dell'Interconnessione Dispari)
 - Inserimento di un flesso, con due curve di 1000 m e 1750 m di raggio, sulla linea Torino-Susa. Ciò garantisce una verifica al contraccolpo per velocità fino a 100 km/h.

E' possibile il rifacimento della radice del Fascio Binari Militare esclusa comunque dalle opere di competenza LTF. Tale rifacimento può essere realizzato con l'inserimento di uno scambio S60U/250//0,12 (accesso al parco dal binario della linea Torino-Susa), di uno scambio inglese doppio S60U/170/0,12 (per accesso al parco e per realizzare un tronchino di salvamento), di quattro scambi S60U/250/0,12 (per accedere ai singoli binari del parco).

5. Velocità di tracciato

Il tracciato dei binari di corsa della NLTL ha una velocità di progetto di 250 km/h. In alcuni tratti però, ove sono presenti dei vincoli, tale velocità scende a 220 km/h.

Nel tratto della Sezione Transfrontaliera si ha velocità di 220 km/h:

- Nel tratto francese del binario Pari compreso tra le progressive 0+000 e 0+554 e dalla progressiva 3+875 alla progressiva 7+813, per poter inserire tutti gli scambi ed i binari del parco ferroviario di Saint Jean de Maurienne.
- Nel tratto francese del binario Dispari compreso tra le progressive 0+000 e 1+608 conseguenza del primo punto e da 3+687 a 7+813, conseguenza questa del punto precedente.
- Nel tratto italiano compreso tra le progressive 61+075 binario Pari (60+951 binario Dispari NLTL) e 63+270 (63+105 binario Dispari NLTL) per poter inserire tutti gli scambi ed i binari della stazione internazionale e dell'Area tecnica di Susa. In effetti in questa prima fase in cui la linea NLTL si inserisce direttamente nell'Interconnessione di Bussoleno che ha velocità ridotta a 100 km/h, le velocità di esercizio saranno minori, mentre si potranno tenere le velocità sopra citate in seconda fase con l'entrata in esercizio della galleria dell'Orsiera.

Per quanto concerne le Interconnessioni presenti nel parco ferroviario di Saint Jean de Maurienne, a causa dei vincoli significativi presenti nel parco stesso, non si sono potute elevare le velocità previste nel progetto di APR. Per cui si ha:

- 30 Km/h nel passaggio in senso dispari dalla NLTL alla Linea Storica in quanto vi è un passaggio obbligato su uno scambio inglese doppio
- 70 km/h nell'immissione lato Italia sulla NLTL provenendo dalla Linea Storica .

Per quanto concerne le Interconnessioni lato Bussoleno la velocità prevista è maggiore o uguale a 100 km/h ad eccezione della curva di ingresso nel fascio binari della stazione di Bussoleno ove la velocità si deve ridurre a 90 km/h.

Sui binari di precedenza, sia di Saint Jean de Maurienne, sia della stazione di Susa, la velocità ammessa è di 60 km/h.

6. Informazioni ferroviarie di riferimento: binari principali

Nella presente relazione si riportano per i ciascuno dei parametri geometrici e cinematici significativi del tracciato i valori limite ed i valori eccezionali. Questi ultimi vengono impiegati qualora le condizioni al contorno impediscano l'impiego dei limiti normali. Si precisa che il valore eccezionale è un parametro legato alla sicurezza e può pertanto, per alcuni parametri, comportare un comfort ridotto e/o un aumento dei costi di manutenzione del binario.

6.1 Norme di riferimento

Le normative adottate per i vari calcoli e valori presenti in questo paragrafo sono le seguenti:

- Consegna 43: Specifiche normative Funzionali nel seguito abbreviata in “ C. 43”
- Norma RFF/SNCF IN-0272 « Conception du trace de la voie courante V=220km/h », nel seguito abbreviata in « Norma RFF IN-0272 »
- Norma RFF/SNCF IN-3278 « Referentiel Technique pour la réalisation des LGV: Partie Génie Civil – Tome I – LGV - Voyageurs – Caracteristiques générales », nel seguito abbreviata in «Norma RFF IN-3278»

- Norma RFI-TCAR-ST-AR-01-001 nel seguito abbreviata in “Norma RFI”
- Norma Sperimentale Europea UNI ENV 13803-1 nel seguito abbreviata in “ Norma ENV”
- Specifica Tecnica di Interoperabilità per il sottosistema ”infrastruttura” del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità, nel seguito abbreviata in “STI Infrastruttura”

Tutti gli standard utilizzati per il calcolo dei tracciati sono coerenti con la “Consegna 43” ad eccezione di quelli che riguardano la velocità di tracciato e la pendenza massima dei binari di fermata e di precedenza in Saint-Jean-de-Maurienne.

Per quanto riguarda la velocità massima di tracciato la “Consegna 43” fissa in 250 km/h tale valore. Esso è stato considerato come riferimento per la progettazione del tracciato del binario, ma in alcuni punti non si è potuto rispettare questo standard a causa di vincoli presenti sul territorio. In questi punti la velocità del tracciato è stata ridotta a 220 km/h, velocità che coincide con la massima velocità di esercizio dei convogli ferroviari. Senza questa diminuzione di velocità non si sarebbe rispettato il vincolo della territorializzazione, con la conseguenza di creare un impatto sul territorio non accettabile da parte degli Enti aventi causa sulla approvazione del progetto della linea.

Per quanto riguarda la pendenza massima dei binari di fermata e di precedenza la “Consegna 43” fissa in 2 per mille tale valore. In Saint-Jean-de-Maurienne, per i vincoli dovuti sia a garantire tutte le funzionalità ferroviarie, sia ai vincoli territoriali:

- la pendenza massima dei binari di precedenza è del 4 per mille circa,
- la pendenza massima dei binari di fermata è del 11,54 per mille.

6.2 Calcolo della sopraelevazione

Nel caso di una linea a traffico misto, che è il caso in oggetto, i convogli circolano con velocità diverse. Durante il passaggio di un convoglio lento in curva, un eccesso di sopraelevazione genera un consumo maggiore della rotaia interna. Per il passaggio dei treni veloci invece, oltre il consumo della rotaia esterna, l'insufficiente sopraelevazione genera un confort ridotto dei passeggeri. Queste considerazioni conducono ad adottare una velocità media che risulta quindi da un compromesso tra i due vincoli su riportati. Questa velocità è la velocità di riferimento per il calcolo della sopraelevazione.

La sopraelevazione di equilibrio che corrisponde a questa velocità è adottata come sopraelevazione reale d , con la riserva di alcune verifiche in funzione dei raggi di curvatura incontrati (vedi paragrafo 3.1.3 della Consegna CIG n. 43).

Il calcolo della sopraelevazione si basa sulle seguenti assunzioni:

Velocità di riferimento per il calcolo della sopraelevazione: $V_L = 125$ km/h

Velocità massima dei treni Veloci: $V_m = 220$ Km/h \pm 250 Km/h

Sopraelevazione massima: $D_{max} = 90$ mm

Velocità $V > 220$ Km/h e $V \leq 250$ Km/h

Definendo l'insufficienza di sopraelevazione con la seguente formula (Norma RFI, Norma ENV).

$$I = 11.8 \cdot \frac{V^2}{R} - D$$

essendo:

V = velocità di tracciato della curva di raggio (R), espressa in Km/h

R = raggio della curva circolare, espresso in m

D = sopraelevazione della curva di raggio R, espressa in mm;

coerentemente con la Consegna CIG n. 43 si sono adottati i seguenti valori normali e limite dell'eccesso di sopraelevazione

Insufficienza di sopraelevazione (limite normale) : $I_{normale}=110\text{mm}$

Insufficienza di sopraelevazione (limite eccezionale): $I_{eccezionale}=140\text{mm}$

Eccesso di sopraelevazione (Norma RFI, Norma ENV):

$$E = D - 11.8 \cdot \frac{V^2}{R}$$

essendo:

V = velocità di tracciato della curva di raggio (R), espressa in Km/h

R = raggio della curva circolare, espresso in m

D = sopraelevazione della curva di raggio R, espressa in mm;

coerentemente con la Consegna CIG n. 43 si sono adottati i seguenti valori normali e limite dell'eccesso di sopraelevazione:

Eccesso di sopraelevazione (limite normale): $E_{normale}=100\text{mm}$

Eccesso di sopraelevazione (limite eccezionale): $E_{eccezionale}=100\text{mm}$

Velocità $V \leq 220\text{Km/h}$

Insufficienza di sopraelevazione (limite normale): $I_{normale}=110\text{mm}$

Insufficienza di sopraelevazione (limite eccezionale): $I_{eccezionale}=140\text{mm}$

Eccesso di sopraelevazione (limite normale): $E_{normale}=100\text{mm}$

Eccesso di sopraelevazione (limite eccezionale): $E_{eccezionale}=100\text{mm}$

L'insufficienza di sopraelevazione (I) è legata alla accelerazione non compensata (a_q) attraverso la seguente relazione (Norma ENV):

$$a_q = \frac{I \cdot g}{s} \quad \text{m/s}^2$$

Essendo:

I = insufficienza di sopraelevazione

s = 1500mm (interasse teorico contatto rotaia-cerchione)

g = 9.81 m/s² (accelerazione di gravità)

si ottengono pertanto i seguenti valori per l'accelerazione non compensata:

Accelerazione non compensata massima ammessa in condizioni normali:

$$a_q = 110 / 150 = 0.72 \text{ m/s}^2$$

Accelerazione non compensata massima ammessa in condizioni eccezionali:

$$a_q = 140 / 150 = 0.92 \text{ m/s}^2$$

indicando con (R) il raggio della curva planimetrica il valore della sopraelevazione si calcola attraverso la seguente relazione (Norma RFI):

$$D = 11.8 \cdot \frac{V^2}{R} - I \quad \text{mm}$$

con il valore della sopraelevazione limitato al valore massimo D=90mm.

Si riporta, per ogni curva del tracciato, la tabella con il calcolo della sopraelevazione che dimostra il rispetto di quanto richiesto nella “Consegna 43” al paragrafo 3.1.5.

Da questa tabella si evince che la sopraelevazione per la velocità di 125 km/h (D_{V2}), che rappresenta anche la insufficienza di sopraelevazione), non supera mai il valore di 110 mm imposto dalla “Consegna 43”.

CURVA RAGGIO	DA KM	A KM	V_{MAX} Km/h	D_{V1} (mm) V=250 km/h O V=220 km/h	D_{V2} (mm) Per $V_L=125$ km/h	Delta: $D_{V1} - D_{V2}$ mm
P16 9.000 m	49+023	49+236	250	90	21	69
P17 4.210 m	52+468	55+349	250	90	45	45
P18 4.210 m	56+462	59+010	250	90	45	45
P19 4.210 m	60+030	60+404	250	90	45	45
P20 3.200 m	61+260	61+762	220	90	52	38
P21 4.800 m	62+682	62+959	220	90	34	56
P22 9.000 m	63+330	63+689	250	90	21	69

6.3 Informazioni ferroviarie di riferimento: binari di precedenza e di piazzale ($V \leq 100$ km/h)

6.3.1 Curve contrapposte

Al fine di evitare la sovrapposizione dei respingenti e di garantire l'assetto dinamico del veicolo ferroviario fra due elementi geometrici successivi di opposta curvatura (costante o variabile) si sono introdotti rettifili di lunghezza opportuna (funzione della velocità di tracciato):

$V \leq 100 \text{ Km/h}$:

$L_{rett} = 50 \text{ m}$

$V \leq 60 \text{ Km/h}$:

$L_{rett} = 18 \text{ m}$

$V \leq 30 \text{ Km/h}$:

$L_{rett} = 9.50 \text{ m}$

6.3.2 Parametri cinematici

Insufficienza di sopraelevazione:

$I = 92 \text{ mm}$

a cui corrisponde una accelerazione non compensata pari a:

$a_q = 0.60 \text{ m/s}^2$.

Eccesso di sopraelevazione:

$E = 110 \text{ mm}$ (sia per treni merci che passeggeri)

Rapporto di variazione della sopraelevazione (dD/dt).

$(dD/dt)_{normale} = 54 \text{ mm/s}$

a cui corrisponde un valore del rollio (limite normale) pari a:

$\omega_{normale} = \text{velocità di rollio} = 0.036 \text{ rad/s}$

$(dD/dt)_{eccezionale} = 60 \text{ mm/s}$

a cui corrisponde un valore del rollio (limite eccezionale) pari a:

$\omega_{eccezionale} = \text{velocità di rollio} = 0.040 \text{ rad/s}$

Rapporto di variazione della insufficienza di sopraelevazione (dI/dt).

$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{normale} = 38 \text{ mm/s}$

a cui corrisponde un valore del contraccolpo (limite normale) pari a

$\Psi_{normale} = 0.25 \text{ m/s}^3$

$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{eccezionale} = 92 \text{ mm/s}$

a cui corrisponde un valore del contraccolpo (limite eccezionale) pari a

$\Psi_{eccezionale} = 0.60 \text{ m/s}^3$

Pendenza dei raccordi di rampa.

$V \leq 75 \text{ Km/h}$

$P \leq 2\%$

$V \leq 100 \text{ Km/h}$

$P \leq 1.5\%$

con un valore limite normale del 2.25‰ ed un limite eccezionale del 2.5‰.

6.3.3 Lunghezze minime degli elementi di tracciato

Per i *binari di precedenza* si applica quanto segue:

Rettili e curve:

$$L_{\text{normale}} = V/3 \text{ m}$$

$$L_{\text{eccezionale}} = V/5 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

In ogni caso il valore minimo deve essere almeno di $L=30\text{m}$.

Per i *binari di piazzale* si utilizzano le stesse lunghezze minime adottate per le curve contrapposte (eventualmente ridotte del 20% nei casi eccezionali).

6.3.4 Livелlette e raccordi altimetrici

La pendenza limite deve essere limitata a:

$p=2\text{‰}$ per le precedenze e le fermate

$p=1.2\text{‰}$ per i binari di stazione

$p=0\text{‰}$ per i binari di stazionamento Treno Evacuazione e Sicurezza

La lunghezza minima delle livellette per i binari di precedenza deve rispettare il seguente

Valore minimo:

$$L_v = V/1.8 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

Nel caso di raggi planimetrici $R \leq 1000$ si tiene conto della resistenza addizionale del binario.

6.3.5 Interasse minimo binari

L'interasse minimo per i binari di piazzale deve essere almeno maggiore od uguale a:

$$E = 4.60\text{m}.$$

6.3.6 Raccordi altimetrici

Il raggio minimo dei raccordi altimetrici deve essere almeno maggiore di

$$R_{v\text{min}} = 0.35V^2 \text{ (valore normale)}$$

$$R_{v\text{min}} = 0.25V^2 \text{ (valore eccezionale)}$$

corrispondente ad un valore dell'accelerazione verticale $a_v \leq 0.30\text{m/s}^2$.

con un valore minimo del $R_v \geq 2000\text{m}$.

Lo sviluppo minimo dei raccordi altimetrici (per i soli binari di precedenza) non deve mai scendere sotto i 20 m quando la differenza di pendenza fra due livellette successive è maggiore del 2 ‰.

Per i binari di piazzale possono adottarsi in casi eccezionali valori $R_v \leq 2000\text{m}$.

6.3.7 Raggio minimo planimetrico

Per i binari di precedenza:

$$R = 11.8 \cdot \frac{V^2}{D + I}$$

con un minimo di $R_{\min} = 275\text{m}$

essendo:

V = velocità di tracciato della curva di raggio (R), espressa in Km/h

R = raggio della curva circolare, espresso in m

D = sopraelevazione della curva di raggio R, espressa in mm

Per i binari di piazzale:

$R_{\min} \geq 190\text{m}$ (valore normale)

$R_{\min} = 150\text{m}$ (valore eccezionale)

Nel caso di $R \leq 275\text{m}$ dovrà applicarsi un sovrascartamento pari ad 1mm/m.

6.4 Calcolo del raggio di curvatura

Il raggio minimo di curvatura si calcola mediante le formule relative della cinematica del veicolo attraverso i seguenti parametri fondamentali:

- Velocità di percorrenza (standard progettuale)
- Sopraelevazione del binario. Essa è stata fissata in 90 mm (per evitare il rischio di ribaltamento dei carri con autocarri a bordo in caso di vento forte e per limitare l'usura ruota-rotaia relativa alla circolazione dei convogli merci, in particolare dell'Autostrada Ferroviaria).
- Insufficienza o difetto di sopraelevazione che per definizione rappresenta la differenza tra la sopraelevazione teorica che equilibra la forza centrifuga per una data velocità, e la sopraelevazione realmente realizzata.

Tale grandezza a sua volta è collegata alla accelerazione non compensata a_q (considerata un parametro fondamentale per il comfort di marcia del convoglio e quindi del viaggiatore).

I parametri suddetti sono a loro volta legati al Raggio di curvatura (R) dalla formula (Norma RFI, Norma ENV):

$$R = 11.8 \cdot \frac{V^2}{D + I}$$

Applicando tale formula e con i valori sopra indicati di Velocità “V”, Sopraelevazione “D”, Difetto di sopraelevazione “I” e conseguente accelerazione non compensata “a_q” si ricavano i seguenti raggi minimi:

PARAMETRO	VELOCITA' 250 KM/H		VELOCITA' 220 KM/H	
	PARAMETRI NORMALI	PARAMETRI ECCEZIONALI	PARAMETRI NORMALI	PARAMETRI ECCEZIONALI
SOPRAELEVAZIONE MASSIMA (cm)	90	90	90	90
DIFETTO DI SOPRAELEVAZIONE (cm)	110	140	110	140
ACCELERAZIONE NON COMPENSATA (m/s ²)	0,72	0,92	0,72	0,92
RAGGIO MINIMO (m)	3.687	3.206	2.855	2483

6.5 Calcolo dello sviluppo dei raccordi parabolici (SRP)

Il raccordo tra una linea retta e una curva circolare di sopraelevazione D si realizza con una clotoide di lunghezza $s = \max (s_1; s_2; s_3; s_4; s_5)$:

s₁: (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):

$$s_1 = \frac{D}{\left(\frac{180}{V}\right)} \quad (\text{con limite normale della pendenza di rampa } (180/V) \text{ ‰}, \text{ espressa in m con il rapporto } (180/V) \leq 2.25\text{‰})$$

con:

V = Velocità di tracciato della curva , espressa in km/h
 D = sopraelevazione della curva circolare, espressa in mm

s₂: (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):

$$s_2 = \frac{D}{\left(\frac{216}{V}\right)} \quad (\text{con limite eccezionale della pendenza di rampa } (216/V) \text{ ‰}, \text{ espressa in m con il rapporto } (216/V) \leq 2.5\text{‰})$$

con:

V = Velocità di tracciato della curva , espressa in km/h
 D = sopraelevazione della curva circolare, espressa in mm

s₃:(Norma RFI)

Avendo assunto un valore della variazione nel tempo del difetto di sopraelevazione normale pari a

$$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{normale} = 30 \text{ mm/s}$$

a cui corrisponde un valore del contraccollo normale pari a:

$$\psi_{normale} = 0.20 \text{ m/s}^3$$

I corrispondenti valori limite eccezionali sono dati da:

$$\left(\frac{dI}{dt}\right)_{eccezionale} = 50 \text{ mm/s}$$

a cui corrisponde un valore del contraccollo eccezionale pari a:

$$\psi_{eccezionale} = 0.33 \text{ m/s}^3$$

da cui si ricava il seguente valore:

$$s_3 = \frac{V \cdot a_q}{3.6 \cdot \psi}$$

con:

V = Velocità di tracciato della curva , espressa in km/h

a_q = accelerazione non compensata, espressa in m/s²

$$\psi = 0.20 \text{ m/s}^3$$

s₄: (Norma RFI):

$$s_4 = \frac{V \cdot \Delta D}{3.6 \cdot \left(\frac{dD}{dt}\right)_{lim}}^{-1}$$

con:

(dD/dt)_{lim} = variazione della sopraelevazione nel tempo

V = Velocità di tracciato della curva , espressa in km/h

ΔD = Variazione della sopraelevazione fra due elementi geometrici successivi, espressa in mm

I valori limiti dei parametri di cui sopra sono dati da:

$$(dD/dt)_{normale} = 50 \text{ mm/s}$$

a cui corrisponde un valore del rollio (limite normale) pari a:

$$\omega_{normale} = \text{velocità di rollio} = 0.033 \text{ rad/s}$$

I corrispondenti valori limite eccezionali sono dati da:

$$(dD/dt)_{eccezionale} = 60 \text{ mm/s}$$

a cui corrisponde un valore del rollio (limite eccezionale) pari a:

$$\omega_{eccezionale} = \text{velocità di rollio} = 0.040 \text{ rad/s}$$

s₅: (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):

Tale parametro viene utilizzato per tener conto dello sviluppo minimo che deve avere il Raccordo Parabolico affinché sia possibile inserire una “doulcinesse” di lunghezza di almeno l_d=30m (limite normale) o l_d=20m (limite eccezionale) fra raccordo - rettilineo e fra raccordo - curva circolare.

$$s_{5,normale} = 60 \text{ m}$$

$$s_{5,eccezionale} = 50 \text{ m}$$

6.6 Calcolo dello sviluppo minimo degli elementi geometrici planimetrici del tracciato

Per la stabilità dinamica dei veicoli ferroviari vengono fissati i seguenti valori minimi (normali ed eccezionali) degli sviluppi dei singoli elementi geometrici compositivi del tracciato:

Velocità $V > 220 \text{ Km/h}$ e $V \leq 250 \text{ Km/h}$ (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):

Rettifili e Curve (limite normale):

$$L_{\text{normale}} \geq V/1.5 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

Rettifili e Curve (limite eccezionale):

$$L_{\text{normale}} \geq V/2.0 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

Velocità $V \leq 220 \text{ Km/h}$

Rettifili e Curve (limite normale):

$$L_{\text{normale}} \geq V/2.0 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

Rettifili e Curve (limite eccezionale) (Norma RFI):

$$L_{\text{normale}} \geq V/3.0 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

6.7 Livellette

Essendo la linea in oggetto una linea ferroviaria a traffico misto (treni merci e treni passeggeri), la pendenza massima delle livellette viene fissata in:

$$P_{\text{pendenza max}} = 12.5\text{‰} \text{ (Norme STI Infrastruttura)}$$

mentre la lunghezza minima dei tratti a pendenza costante (tratti posti fra due successivi raccordi verticali) è:

$$L_{\text{normale}} \geq V/2 \text{ (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278)}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

$$L_{\text{eccezionale}} \geq V/2.5 \text{ (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

In ogni caso il valore minimo deve essere maggiore od uguale di 30m.

La pendenza limite delle livellette per i binari di precedenza e di fermata sarà limitata a:

Pendenza max = 2.0‰ (Norme STI Infrastruttura)

mentre per i binari di stazione sarà limitata a:

Pendenza max = 1.2‰ (Norme RFI)

Il numero degli elementi di profilo longitudinale (raccordi circolari o a pendenze costanti) è limitato a 4 per chilometro corrente (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278).

6.8 Curve altimetriche

Il raggio minimo delle curve altimetriche verticali è calcolato attraverso la seguente relazione Norme RFI e ENV):

$$R_v = \frac{V^2}{12.96 \cdot a_v}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

a_v = Accelerazione Verticale massima ammessa

limite normale

$$a_{v\text{normale}} \leq 0.30 \text{ m/s}^2$$

limite eccezionale

$$a_{v\text{eccezionale}} \leq 0.44 \text{ m/s}^2$$

In qualsiasi caso il valore minimo dei raggi verticali deve essere maggiore di (C.43)

Raccordi Concavi $R_{v\text{min}} \geq 10000 \text{ m}$

Raccordi Convessi $R_{v\text{min}} \geq 11000 \text{ m}$

Lo sviluppo minimo dei raccordi verticali deve essere almeno (Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):

$$L_{v\text{min}} = V/2.5 \text{ m}$$

con:

V = Velocità di tracciato dell'elemento geometrico, espressa in km/h

e senza mai scendere sotto i 20m quando la differenza di pendenza fra due livellette successive è maggiore del 2 ‰ per $V \leq 220 \text{ Km/h}$ e maggiore dell'1 ‰ per $V > 220 \text{ Km/h}$.

Non vi sono limiti superiori al Raggio massimo utilizzato.

6.9 Coordinamento piano-altimetrico

Le interferenze tra raccordi planimetrici e altimetrici sono vietate. La distanza minima da rispettare tra le estremità di questi raccordi deve essere per i limiti normali di 30 m, mentre per quelli eccezionali di 20 m. (C.43)

6.10 Interasse binari

Nelle aree all'aperto, sul rettilineo, l'interasse normale dei binari principali (E) non deve essere inferiore ai seguenti valori (C. 43, Norma RFF IN-0272 e Norma RFF IN-3278):

$$E \geq 4.50 \text{ m}$$

In curva, l'interasse deve essere aumentato e diventa (Norma RFF IN-0272):

Per le curve di raggio superiore o uguale a 400 m:

$$Ent. = 4.06 + 1,18 \cdot (D + I - 0,04)_{(>0)} + \frac{12}{R}$$

Per le curve di raggio inferiore a 400 m:

$$Ent. = 4.06 + 1,18 \cdot (D + I - 0,04)_{(>0)} + \left(\frac{54}{R} - 0,105 \right)$$

dove:

Ent.= Interasse Binari

D = Sopraelevazione, espresso in m

I = Insufficienza di sopraelevazione, espresso in m

R = Raggio della curvatura, espresso in m

Poiché in base ai parametri limite ed eccezionali utilizzati risulta che il raggio minimo deve essere $R \geq 2483\text{m}$ si ha che: Ent = 4.29m di conseguenza l'impiego di un interasse pari ad E=4.50m risulta soddisfacente.

7. Necessità di deroghe alla “Consegna 43”

Occorre premettere che nella “Revisione del Progetto Definitivo” nell’ambito delle Consegne Funzionali alla CIG – Consegna 43: Specifiche Normative funzionali” (documento PD2.C30.TS3.0014.R.AP.NOT) erano richiamate una serie di deroghe approvabili dagli Enti competenti per lo più inerenti alle sopraelevazioni ed alle pendenze longitudinali:

- **Valori eccezionali di sopraelevazione, di insufficienza e di eccesso di sopraelevazione**
 - Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 250 km/h: 130 mm, Insufficienza di sopraelevazione massima eccezionale a 220 km/h: 140 mm: nel caso in cui le regole per il calcolo della sopraelevazione non possano essere rispettate, deve essere adottata la seguente metodologia. Si deve aumentare la sopraelevazione fino al suo valore massimo di 90 mm. Dopo questa operazione, la differenza tra il valore di d_v definito per la massima velocità della linea (250 km/h) e il nuovo valore di sopraelevazione non deve essere superiore a 130 mm. Nel caso contrario, si deve limitare la velocità dei treni a 220 km/h e verificare di nuovo se c’è compatibilità con l’insufficienza di sopraelevazione ammessa per la nuova velocità; il valore di insufficienza di sopraelevazione da non superare diventa quindi pari a 140 mm. Per i raggi di curvatura inferiori a 4255 m, l’adozione delle condizioni eccezionali di insufficienza di sopraelevazione è necessaria per permettere la velocità di 250 km/h. Per i raggi di curvatura inferiori a 3350 m, la sopraelevazione massima ammessa di 90 mm non permette più di verificare le condizioni eccezionali di insufficienza di sopraelevazione di 130 mm, il che si risolve limitando la velocità a 220 km/h.
- **Binari di precedenza e di fermata: pendenza massima (p):**
 - $p \leq 2\%$ nella zona di sosta: possono essere previste deroghe alla pendenza in funzione della destinazione dei traffici e alla velocità per particolari casi. La pendenza è vincolata dalla pendenza generale dei binari principali. Perciò il valore del 2‰ non può essere applicato alla totalità della lunghezza dei binari di precedenza
- **Binari di interconnessione o collegamenti: pendenza massima (p):**
 - $p \leq 12,5\%$: possono essere previste deroghe alla pendenza in funzione della destinazione dei traffici e alla velocità per particolari casi.
- **Binario di servizio per manutenzione: pendenza di riferimento (pr):**
 - $pr = 0\%$: i valori di pendenza previsto ha lo scopo di evitare che il materiale rotabile, che può sostare per lungo tempo, possa spostarsi a causa della pendenza; il valore di riferimento, se necessario, potrà essere soggetto a richiesta di deroga.

Per rispettare il corretto inserimento nel territorio della linea ferroviaria e per poter garantire tutte le funzionalità alla linea, come illustrato nei paragrafi precedenti, è necessario richiedere deroghe sulle velocità, sulle pendenze qui di seguito indicate.

Deroghe alle velocità di tracciato

La velocità massima di tracciato della linea imposta dalla “Consegna 43” è di 250 km/h. E' necessario ridurre tale velocità massima a 220 km/h nei seguenti tratti:

CURVA N°	DA KM	A KM	VELOCITA' MAX Km/h	Principali Ragioni
2a – 2b -2c - 3a - 3b - 4	0+000 Binario Pari	7+813 Binario Pari	220	Per inserire tutti gli scambi ed i binari di stazione di Saint Jean de Maurienne
2a – 2b - 3a - 3b - 3c 4	0+000 Binario Dispari	7+813 Binario Dispari	220	Per inserire tutti gli scambi ed i binari di stazione di Saint Jean de Maurienne
F20	61+075	61+947	220	Per inserire tutti gli scambi e i binari di stazione, di sicurezza e di manutenzione nella Piana di Susa
F21	62+532	63+110	220	Per inserire tutti gli scambi e i binari di stazione, di sicurezza e di manutenzione nella Piana di Susa

Inoltre, per quanto riguarda le Interconnessioni, sempre a causa dei vincoli sul territorio sia ferroviari, sia ambientali e di edificazione, non può essere rispettata la velocità di 100 km/h sia a Saint Jean de Maurienne, sia a Bussoleno. La limitazione di velocità a Saint Jean de Maurienne era già presente in APR.

Si ha:

- Interconnessione di SJDM nel passaggio in senso dispari dalla NLTL alla linea storica $V = 30$ km/h per la presenza di un doppio scambio inglese (D57 e D55 nel piano binari di SJDM)
- Interconnessione di SJDM nell'immissione lato Italia sulla NLTL provenendo dalla linea storica $V = 70$ km/h (sono presenti deviatori UIC 1/15 che consentono al massimo questa velocità).
- Interconnessione di Bussoleno Pari e Dispari: 90 km/h nella curva di ingresso alla stazione di Bussoleno

Deroghe alle pendenze longitudinali

I particolari vincoli territoriali e ferroviari presenti nella piana di Saint-Jean-de-Maurienne non permettono di rispettare:

- La prescrizione della pendenza massima dei binari di fermata è del 2 per mille. Nel progetto tali binari hanno pendenza dell'11 per mille circa.
- La prescrizione della pendenza massima dei binari di precedenza e fermata del 2 per mille (prescrizione della STI Infrastruttura). Sui binari di precedenza la pendenza è per 500 m circa del 4,6 per mille e per la rimanente parte del 10,2 per mille.
- La prescrizione di pendenza dello 0,00 per mille nei binari di Soccorso. Tale prescrizione viene rispettata lungo il binario di Soccorso vero e proprio ma non può essere rispettata sul binario di corsa Pari ove si possono fermare treni in emergenza.

Pertanto per tutti i casi sopra indicati dovrà essere richiesta deroga agli Enti competenti.

8. Apparecchi del binario

In tutta la Parte Comune franco italiana – Sezione transfrontaliera, sono adottati gli scambi di tipo francese, che differiscono da quelli adottati in Italia sia per tipologia, sia per le velocità nominali ammissibili. Gli scambi di tipo italiano vengono invece adottati all'innesto dei binari delle Interconnessioni nella linea storica Torino-Modane a Bussoleno ed in tutto l'adeguamento della Linea Storica nella Stazione di Bussoleno.

Tipologia e velocità nominali degli scambi di tipo francese sono:

- UIC 60-A74 tg 0,11: 40 km/h (Autostrada Ferroviaria 30 km=h)
- UIC 60-A74 tg 1/15: 70 km/h (Autostrada Ferroviaria 60 km=h)
- UIC 60-A74 tg 1/21: 100 km/h (Autostrada Ferroviaria 80 km=h)
- UIC 60-A74 tg 1/26: 130 km/h (Autostrada Ferroviaria 100 km=h)
- UIC 60-A74 tg 1/29: 160 km/h (Autostrada Ferroviaria 110 km=h)

Tipologia e velocità degli scambi di tipo italiano sono:

- S60U/400/0.074: 60 km/h

9. Elenco elaborati di riferimento

Gli elaborati di riferimento sono:

Documenti relativi alla geometria e ai tracciati della Nuova Linea Torino-Lione:

Tabulati di tracciamento:

PD2-C3A-TS3-0280 Tabulati di tracciamento planoaltimetrici

Key plan binario pari:

PD2-C3A-TS3-0132 Key-plan di tracciamento BP di fase 1 - tav. 1 di 4

PD2-C3A-TS3-0133 Key-plan di tracciamento BP di fase 1 - tav. 2 di 4

PD2-C3A-TS3-0134 Key-plan di tracciamento BP di fase 1 - tav. 3 di 4

PD2-C3A-TS3-0135 Key-plan di tracciamento BP di fase 1 - tav. 4 di 4

PD2-C3A-TS3-0136 Key-plan di tracciamento BP di fase 2 - tav. 1 di 1

Key plan binario dispari:

PD2-C3A-TS3-0137 Key-plan di tracciamento BD di fase 1 - tav. 1 di 4

PD2-C3A-TS3-0138 Key-plan di tracciamento BD di fase 1 - tav. 2 di 4

PD2-C3A-TS3-0139 Key-plan di tracciamento BD di fase 1 - tav. 3 di 4

PD2-C3A-TS3-0140 Key-plan di tracciamento BD di fase 1 - tav. 4 di 4

PD2-C3A-TS3-0141 Key-plan di tracciamento BD di fase 2 - tav. 1 di 1

Planimetrie Generali:

PP2-C3A-TS3-0189 Planimetria Generale da pk 0+000 a pk 2+500

PP2-C3A-TS3-0190 Planimetria Generale da pk 2+400 a pk 5+000
PP2-C3A-TS3-0191 Planimetria Generale da pk 4+950 a pk 7+550
PP2-C3A-TS3-0192 Planimetria Generale da pk 7+500 a pk 10+100
PP2-C3A-TS3-0193 Planimetria Generale da pk 10+050 a pk 12+650
PP2-C3A-TS3-0194 Planimetria Generale da pk 12+600 a pk 15+200
PP2-C3A-TS3-0195 Planimetria Generale da pk 15+150 a pk 17+750
PP2-C3A-TS3-0196 Planimetria Generale da pk 17+700 a pk 20+300
PP2-C3A-TS3-0197 Planimetria Generale da pk 20+250 a pk 22+850
PP2-C3A-TS3-0198 Planimetria Generale da pk 22+800 a pk 25+400
PP2-C3A-TS3-0199 Planimetria Generale da pk 25+350 a pk 27+950
PP2-C3A-TS3-0200 Planimetria Generale da pk 27+900 a pk 30+500
PP2-C3A-TS3-0201 Planimetria Generale da pk 30+450 a pk 33+050
PP2-C3A-TS3-0202 Planimetria Generale da pk 32+100 a pk 34+700
PP2-C3A-TS3-0203 Planimetria Generale da pk 34+650 a pk 37+250
PP2-C3A-TS3-0204 Planimetria Generale da pk 37+200 a pk 39+800
PP2-C3A-TS3-0205 Planimetria Generale da pk 39+750 a pk 42+350
PP2-C3A-TS3-0206 Planimetria Generale da pk 42+300 a pk 44+900
PP2-C3A-TS3-0207 Planimetria Generale da pk 44+850 a pk 47+450
PP2-C3A-TS3-0208 Planimetria Generale da pk 47+400 a pk 50+000
PP2-C3A-TS3-0209 Planimetria Generale da pk 49+950 a pk 52+550
PP2-C3A-TS3-0210 Planimetria Generale da pk 52+500 a pk 55+100
PP2-C3A-TS3-0211 Planimetria Generale da pk 55+050 a pk 57+650
PP2-C3A-TS3-0212 Planimetria Generale da pk 57+600 a pk 60+200
PP2-C3A-TS3-0213 Planimetria Generale da pk 60+150 a pk 62+750
PP2-C3A-TS3-0214 Planimetria Generale da pk 62+500 a pk 65+100
PP2-C3A-TS3-0215 Planimetria Generale Interconnessioni ed innesto a Bussoleno

Profili longitudinali binario pari:

PP2-C3A-TS3-0142 Profilo longitudinale BP da pk 0+000 a pk 2+500
PP2-C3A-TS3-0143 Profilo longitudinale BP da pk 2+400 a pk 5+000
PP2-C3A-TS3-0144 Profilo longitudinale BP da pk 4+950 a pk 7+550
PP2-C3A-TS3-0145 Profilo longitudinale BP da pk 7+500 a pk 10+100
PP2-C3A-TS3-0146 Profilo longitudinale BP da pk 10+050 a pk 12+650
PP2-C3A-TS3-0147 Profilo longitudinale BP da pk 12+600 a pk 15+200
PP2-C3A-TS3-0148 Profilo longitudinale BP da pk 15+150 a pk 17+750
PP2-C3A-TS3-0149 Profilo longitudinale BP da pk 17+700 a pk 20+300
PP2-C3A-TS3-0150 Profilo longitudinale BP da pk 20+250 a pk 22+850
PP2-C3A-TS3-0151 Profilo longitudinale BP da pk 22+800 a pk 25+400
PP2-C3A-TS3-0152 Profilo longitudinale BP da pk 25+350 a pk 27+950
PP2-C3A-TS3-0153 Profilo longitudinale BP da pk 27+900 a pk 30+500
PP2-C3A-TS3-0154 Profilo longitudinale BP da pk 30+450 a pk 33+050
PP2-C3A-TS3-0155 Profilo longitudinale BP da pk 32+100 a pk 34+700
PP2-C3A-TS3-0156 Profilo longitudinale BP da pk 34+650 a pk 37+250
PP2-C3A-TS3-0157 Profilo longitudinale BP da pk 37+200 a pk 39+800
PP2-C3A-TS3-0158 Profilo longitudinale BP da pk 39+750 a pk 42+350
PP2-C3A-TS3-0159 Profilo longitudinale BP da pk 42+300 a pk 44+900
PP2-C3A-TS3-0160 Profilo longitudinale BP da pk 44+850 a pk 47+450
PP2-C3A-TS3-0161 Profilo longitudinale BP da pk 47+400 a pk 50+000
PP2-C3A-TS3-0162 Profilo longitudinale BP da pk 49+950 a pk 52+550

PP2-C3A-TS3-0163 Profilo longitudinale BP da pk 52+500a pk 55+100
PP2-C3A-TS3-0164 Profilo longitudinale BP da pk 55+050 a pk 57+650
PP2-C3A-TS3-0165 Profilo longitudinale BP da pk 57+600 a pk 60+200
PP2-C3A-TS3-0166 Profilo longitudinale BP da pk 60+150a pk 62+750
PP2-C3A-TS3-0167 Profilo longitudinale BP da pk 62+500a pk 65+100

Profili longitudinali binario dispari:

PP2-C3A-TS3-2070 Profilo longitudinale BD da pk 0+000 a pk 2+500
PP2-C3A-TS3-2071 Profilo longitudinale BD da pk 2+400 a pk 5+000
PP2-C3A-TS3-2072 Profilo longitudinale BD da pk 4+950 a pk 7+550
PP2-C3A-TS3-2073 Profilo longitudinale BD da pk 7+500 a pk 10+100
PP2-C3A-TS3-2074 Profilo longitudinale BD da pk 10+050 a pk 12+650
PP2-C3A-TS3-2075 Profilo longitudinale BD da pk 12+600 a pk 15+200
PP2-C3A-TS3-2076 Profilo longitudinale BD da pk 15+150 a pk 17+750
PP2-C3A-TS3-2077 Profilo longitudinale BD da pk 17+700 a pk 20+300
PP2-C3A-TS3-2078 Profilo longitudinale BD da pk 20+250 a pk 22+850
PP2-C3A-TS3-2079 Profilo longitudinale BD da pk 22+800 a pk 25+400
PP2-C3A-TS3-2080 Profilo longitudinale BD da pk 25+350 a pk 27+950
PP2-C3A-TS3-2081 Profilo longitudinale BD da pk 27+900 a pk 30+500
PP2-C3A-TS3-2082 Profilo longitudinale BD da pk 30+450 a pk 33+050
PP2-C3A-TS3-2083 Profilo longitudinale BD da pk 32+100 a pk 34+700
PP2-C3A-TS3-2084 Profilo longitudinale BD da pk 34+650 a pk 37+250
PP2-C3A-TS3-2085 Profilo longitudinale BD da pk 37+200 a pk 39+800
PP2-C3A-TS3-2086 Profilo longitudinale BD da pk 39+750 a pk 42+350
PP2-C3A-TS3-2087 Profilo longitudinale BD da pk 42+300 a pk 44+900
PP2-C3A-TS3-2088 Profilo longitudinale BD da pk 44+850 a pk 47+450
PP2-C3A-TS3-2089 Profilo longitudinale BD da pk 47+400 a pk 50+000
PP2-C3A-TS3-2090 Profilo longitudinale BD da pk 49+950 a pk 52+550
PP2-C3A-TS3-2091 Profilo longitudinale BD da pk 52+500a pk 55+100
PP2-C3A-TS3-2092 Profilo longitudinale BD da pk 55+050 a pk 57+650
PP2-C3A-TS3-2093 Profilo longitudinale BD da pk 57+600 a pk 60+200
PP2-C3A-TS3-2094 Profilo longitudinale BD da pk 60+150a pk 62+750
PP2-C3A-TS3-2095 Profilo longitudinale BD da pk 62+500a pk 65+100

Documenti relativi alla geometria e ai tracciati dei binari della Stazione di Saint Jean de Maurienne:

PD2-C3A-TS3-0017 Piano binari - Relazione tecnica
PD2-C3A-TS3-0018 Piano binari con profilo longitudinale schematico
PD2-C3A-TS3-0100 Piano binari – planimetria di tracciamento 1 di 4
PD2-C3A-TS3-0101 Piano binari – planimetria di tracciamento 2 di 4
PD2-C3A-TS3-0102 Piano binari – planimetria di tracciamento 3 di 4
PD2-C3A-TS3-0103 Piano binari – planimetria di tracciamento 4 di 4
PD2-C3A-TS3-0104 Piano Schematico
PD2-C3A-TS3-0105 Piano Schematico con Itinerari

Documenti relativi alla geometria e ai tracciati dei binari di precedenza della Stazione Internazionale di Susa e dei binari dell'area tecnica e di sicurezza di Susa:

- PD2-C3A-TS3-0009 Piano binari servizio viaggiatori Stazione Internazionale di Susa
- PD2-C3A-TS3-0010 Piano binari area tecnica e di sicurezza di Susa

Documenti relativi alla geometria e ai tracciati dell'interconnessione di Bussoleno:

- PD2-C3A-TS3-0011 Key-plan di tracciamento da pk 0+000 a pk 1+700
- PD2-C3A-TS3-0012 Key-plan di tracciamento da pk 1+500 alla Stazione di Bussoleno
- PD2-C3A-TS3-0007 Profilo longitudinale BP interconnessione
- PD2-C3A-TS3-0008 Profilo longitudinale BD interconnessione
- PD2-C3A-TS3-2194 Planimetria con limiti di batteria
- PD2-C3A-TS3-2195 Planimetria Tracciamento ferroviario con limiti di batteria
- PD2-C3A-TS3-2196 Planimetria linea Storica Torino-Modane nella fase di realizzazione delle opere – Tavola 1
- PD2-C3A-TS3-2197 Planimetria linea Storica Torino-Modane nella fase di realizzazione delle opere – Tavola 2
- PD2-C3A-TS3-2198 Planimetria linea Storica Torino-Modane nella fase di realizzazione delle opere – Tavola 3