



Cofinanziato dall'Unione europea  
Meccanismo per collegare l'Europa



Regione Lombardia

Direzione Generale Infrastrutture e Mobilità



FERROVIENORD



Società Esercizi  
Aeroportuali S.p.A.

CODICE  
COMMESSA

M 2 0

LIVELLO  
PROGETTAZIONE

D

D.P.R.  
207/10

b

PROGRESSIVO  
ELABORATO

0 0 6

CATEGORIA  
OPERA

A R

NUMERO  
OPERA

- -

REVISIONE

R 0

SCALA

---

MXP-AT RAILINK - COLLEGAMENTO FERROVIARIO  
MALPENSA TERMINAL 2 - LINEA RFI SEMPIONE  
*Progetto Definitivo*

## RELAZIONI TECNICHE E SPECIALISTICHE

Relazione tecnico armamento

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto	Controllato
	3				
	2				
	1				
	0	01/2018	PRIMA EMISSIONE		

FERROVIENORD

NORD\_ING

Progettista



NORD\_ING

Collaborazione

REDATTO

CONTROLLATO

APPROVATO

DATA

CODICE ARCHIVIO COLLABORATORE

AGG.

---

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO.....</b>	<b>3</b>
2.1. Tratta di nuova realizzazione dal T2 alle interconnessioni con linea RFI.....	3
2.1.1. <i>Andamento planimetrico</i> .....	3
2.1.2. <i>Andamento altimetrico</i> .....	5
2.2. Modifica binari RFI.....	6
2.2.1. <i>Andamento planimetrico</i> .....	6
2.2.2. <i>Andamento altimetrico</i> .....	7
<b>3. ARMAMENTO.....</b>	<b>7</b>

## 1. PREMESSA

La presente relazione descrive le principali caratteristiche del tracciato e degli impianti di armamento previsti per il collegamento ferroviario tra il Terminal 2 dell'Aeroporto di Malpensa e la linea RFI del Sempione.

L'intervento proposto riguarda il completamento del link mancante per completare l'accessibilità ferroviaria da Nord a Malpensa: il Global Project nell'ambito del quale è in corso di costruzione il collegamento ferroviario tra i terminali T1 e T2 dell'Aeroporto.

Il progetto degli impianti ferroviari tiene conto di:

- conformità alle Specifiche Tecniche di Interoperabilità (STI),
- caratteristiche della linea RFI con cui la nuova tratta si connette,
- congruenza con gli impianti realizzati tra il Terminal 1 e il Terminal 2.

## 2. DESCRIZIONE DEL TRACCIATO

### 2.1. **Tratta di nuova realizzazione dal T2 alle interconnessioni con linea RFI**

Il collegamento del Terminal T2 con la linea RFI ha origine in corrispondenza dei paraurti dei binari della stazione di Malpensa Terminal 2, alla progressiva Km 52+073, proseguendo con lo stesso allineamento dei binari della nuova stazione.

Dopo la radice nord della nuova stazione, il tracciato prosegue a doppio binario fino alla pk 55+441,39 dove il nuovo collegamento verso la linea RFI si divide in due rami di interconnessione con un bivio, rimanendo in corretto tracciato in direzione Gallarate e in deviata a 60 km/h in direzione Sempione.

Le caratteristiche del tracciato sono:

- velocità di linea = 100 km/h
- raggio min = 570 m,
- pendenza massima = 17,1 per mille
- d max sopraelevazione trasversale = 130 mm

rami di interconnessione

- velocità = 60 km/h
- raggio min 300 m,
- pendenza massima = 20 per mille lato Casorate
- pendenza massima = 16 per mille lato Gallarate
- d sopraelevazione trasversale = 70 mm

#### 2.1.1. *Andamento planimetrico*

Doc. di riferimento M20Dd101IT—R0\_Planimetria di progetto

Dalla fine dei tronchini della stazione T2, il tracciato prosegue con lo stesso allineamento in galleria artificiale attraversando la viabilità d'accesso all'aeroporto e successivamente tra degli edifici esistenti adibiti a magazzini, evitandone la completa demolizione e limitando le interferenze alla sola fase di cantierizzazione.

La descrizione del tracciato ha come riferimento il binario dispari, con indicate le progressive chilometriche.

Il primo tratto di prolungamento, fino alla PK 52+213,12 prevede la costruzione della radice lato nord della stazione T2, completando il collegamento con i binari di precedenza.

Dopo un tratto rettilineo di 221 m circa, in cui è previsto l'inserimento di 2 comunicazioni pari dispari con deviatori S60U/400/0,074, il tracciato devia verso nord con una curva di 600 m di raggio per uno sviluppo circolare di 117,72 m. In questo tratto il tracciato interferisce con il tratto terminale della pista con gli apparati ILS (Instrumental Landing System).

Dopo un breve rettilineo di 71,41m il tracciato piega verso est mediante una curva di 604 m di raggio e con uno sviluppo circolare di 323,09 m. In questo tratto il tracciato sottopassa la superstrada per Malpensa con un angolo di incidenza molto obliquo, tale da richiedere lo spostamento provvisorio della viabilità durante le fasi realizzative.

Sottopassata la superstrada, con un rettilineo di 211,71 m il tracciato imbocca il corridoio tra alcune vasche per opere idrauliche a nord-ovest ed il Crossodromo a sud-est evitando ogni interferenza con entrambi questi manufatti.

Successivamente, con una curva sinistra di 700 m di raggio e 34,77 m di sviluppo circolare, la linea si porta in affiancamento al confine meridionale del comune di Casorate Sempione tagliando in questo punto la ripida scarpata alluvionale che delimita la brughiera casoratense.

Terminata la curva, in prossimità della progressiva Km 53+810 inizia il rettilineo più lungo del tracciato (633,70 m).

Alla fine del rettilineo il tracciato devia verso nord con due curve rispettivamente di 570 m di raggio per uno sviluppo circolare di 46,05 m e di 450 m di raggio con sviluppo circolare di 340,95 m, con in mezzo un rettilineo di 298,82 m.

In questo tratto di rettilineo sarebbe possibile inserire un bivio in linea a raso per un eventuale futuro raccordo diretto con la linea per Varese senza attraversare il nodo di Gallarate.

Alla PK 55+441,39 con un bivio, il tracciato prosegue sdoppiandosi in due rami di interconnessione con velocità di 60 km/h verso la linea RFI. Il bivio è realizzato con deviatoi S60U/400/0,074.

#### Interconnessione Gallarate – Salto di montone centrale (60 Km/h)

Il bivio rimane in corretto tracciato in direzione Gallarate e dopo un rettilineo di 433,41 m, l'allineamento piega verso est con una curva di 304 m di raggio e 444,91 m di sviluppo, portandosi parallelo alla linea RFI.

L'interconnessione lato Gallarate viene realizzata con salto di montone centrale, allargando i binari RFI in modo tale da ottenere lo spazio per i binari di interconnessione che sottopassano la ex statale 33 e il binario pari RFI. Questa soluzione consente di realizzare un'opera unica di sottopasso invece di realizzare due opere separate, una per il ramo pari e una per il ramo dispari. L'innesto sui binari RFI avviene mediante due scambi in deviato con velocità di 60 km/h la cui punta scambio estrema risulta alla PK 56+751,75 corrispondente alla PK 27+292 della linea RFI.

Per realizzare questo schema, i binari RFI modificano il loro tracciato, partendo dal km 27+156 circa, in corrispondenza del cavalcavia esistente. La modifica planimetrica del binario pari RFI rende necessario lo spostamento della statale 33 del Sempione che altimetricamente rimane all'incirca alla stessa quota dell'esistente, passando sopra la galleria del ramo Gallarate, mentre è previsto un nuovo sottopasso all'intersezione con il ramo per il Sempione.

#### Interconnessione Sempione con bivio a raso (60 Km/h)

Il ramo verso il Sempione dopo il bivio rimane parallelo al ramo per Gallarate per circa 420 m, per poi deviare verso ovest con una curva di 300 m di raggio, con uno sviluppo circolare di 387,94 m. Dalla fine della curva, il tracciato dei binari pari e dispari rimangono paralleli alla linea RFI con un interasse minimo tra le due linee di 6,50m. In particolare, il binario interconnessione pari, dopo un rettilineo di 68,37 m, con una curva di 1200 m di raggio e uno sviluppo di 88,58 m imposta il successivo allineamento per interconnettersi alla linea RFI sul binario pari con un deviatoio S60U/400/0,074 la cui punta scambio è posta alla progressiva 56+646,81 corrispondente alla progressiva 28+500,65 RFI. Dopo 18 metri dalla suddetta punta scambio viene inserita sulla linea RFI una comunicazione pari/dispari formata da due scambi S60U/400/0,074 con interasse di 4 m, la cui punta scambi estrema risulta alla progressiva 56+748,98 (asse binario pari interconnessione), corrispondente alla progressiva 28+601,85 del binario dispari RFI.

Il binario dispari invece dopo la curva di 300 m prosegue parallelo alla linea RFI con un rettilineo di 69,03 m. e successivamente, mediante due curve nello stesso senso rispettivamente di 1500 m di raggio e 37,35 m di sviluppo, 1200 m di raggio e 42,71 m di sviluppo, con un rettilineo intermedio di 74,78 m imposta l'allineamento per l'inserimento del binario dispari interconnessione sul binario pari RFI mediante un deviatoio S60U/400/0,074 la cui punta scambio risulta alla progressiva 57+755,06 corrispondente alla progressiva 28+614,82 del binario pari RFI.

### 2.1.2. Andamento altimetrico

Doc. di riferimento:

M20Dd106OS—R0\_Profilo di Progetto opere civili - Direzione Domodossola

M20Dd107OS—R0\_Profilo di Progetto opere civili - Collegamento in direzione Milano

Il dislivello complessivo tra l'inizio intervento e l'innesto sulla linea RFI lato Sempione è di 47,24 m per una lunghezza di tracciato di 4682 m, mentre per l'innesto lato Gallarate il dislivello è di 37,38 m per una lunghezza di tracciato di 4678,70 m, con una differenza tra i due punti di innesto sulla linea RFI di 9,86 m. Ciò è dovuto al fatto che la linea RFI ha un'ascesa verso il Sempione mediamente del 10 per mille. In sostanza, il ramo per il Sempione deve recuperare anche la livelletta in salita di RFI, mentre in direzione Gallarate la pendenza è vincolata dalla quota del bivio per il Sempione.

Inoltre, per circa 1330 m del tratto iniziale del prolungamento, la livelletta risulta pressochè orizzontale in quanto è vincolata a sottopassare l'area aeroportuale e la superstrada.

Complessivamente pertanto dovendo recuperare circa 47 metri di quota con uno sviluppo di circa 3352 la livelletta è già vincolata ad un valore medio del 14 per mille per il ramo direzione Sempione.

La livelletta inizia alla PK 52+073, proseguendo in orizzontale alla stessa quota di 224.20 m della stazione del terminal T2, per un tratto di 547 m. In questo tratto, dove sono presenti gli edifici SEA interferenti e il tratto di pista con gli apparati ILS, vengono inseriti in orizzontale tutti gli scambi della radice nord della stazione T2, comprese le comunicazioni pari/dispari.

Dalla PK 52+620 fino alla PK 53+400, la livelletta sale di 3.20 m su una lunghezza di 780 m, con una pendenza del 4,1 per mille (5,3 compensata, aggiungendo 1,2 di resistenza per la curva di 600 m). Oltrepassata la superstrada, sale di 7,81 m per una lunghezza di 970 m con una pendenza del 8,1 per mille (9,1 compensata, aggiungendo 1 di resistenza per la curva di 700 m). In questo tratto alla PK 53+750 il tracciato incontra, in corrispondenza di un terrazzo fluvio-glaciale, un salto di quota di circa 16 m in soli 50 m di sviluppo. La soluzione ipotizzata è quella di realizzare una galleria naturale con scavo tradizionale per una lunghezza di 385 m.

Dalla PK 54+370 la livelletta sale del 6,08 per mille (7,58 compensata, aggiungendo 1,5 di resistenza per la curva di 570 m) per 566,85 m fino alla PK 54+936,85, dove la ferrovia sottopassa la strada provinciale la cui quota viene leggermente rialzata.

Dopo la provinciale, la livelletta comincia a salire con pendenza del 17,05 per mille (18,75 compensata, aggiungendo 1,7 di resistenza per la curva di 450 m) per una lunghezza di 773,53 m fino alla PK 55+710,38. In questo tratto viene realizzato il bivio per il ramo di interconnessione direzione Sempione con la punta scambi estrema alla PK 55+441,39.

Dalla PK 55+710,38 la livelletta dell'interconnessione verso Gallarate rimane quasi in orizzontale, con un'ascesa dello 0,078 per mille (2,88 compensata, aggiungendo 2,8 di resistenza per la curva di 300 m) per 509,62 m fino alla PK 56+220 per salire poi con una pendenza del 16,2 per mille (19 compensata, aggiungendo 2,8 di resistenza per la curva di 300 m) per circa 413,70 m.

Dalla PK 56+633,70 la livelletta è in discesa dello 9,8 per mille e si ricongiunge con quella esistente della linea RFI alla PK 56+729,73 alla quota di 260 64.

Per quanto riguarda l'interconnessione lato Sempione, dalla punta scambio del bivio alla PK 55+441,39 la livelletta rimane per 253,91 m con la stessa pendenza del 17,05 per mille (18,75 compensata, aggiungendo 1,7 di resistenza per la curva di 450 m) come per il ramo Gallarate, fino alla PK 55+695,30.

La livelletta sale poi del 20,4 per mille (23,2 compensata, aggiungendo 2,8 di resistenza per la curva di 300 m) per 632,22 m fino alla PK 56+327,52 recuperando un dislivello di 12,88 metri.

Segue poi una pendenza del 10 per mille, uguale a quella esistente sulla linea RFI, per un tratto di 427,54 metri dove viene realizzato l'innesto a raso con la P.S.E. alla PK 56+755,06 a quota 271,44.

## 2.2. Modifica binari RFI

Lato Gallarate l'interconnessione viene realizzata con salto di montone, in modo da evitare il taglio della linea dal binario pari al binario dispari della linea RFI.

Le differenze di quota tra il piano ferro dell'interconnessione e quello della linea RFI impongono di sottopassare sia la ex statale 33 sia il binario pari RFI.

In particolare la soluzione di riferimento adottata è quella di avere i binari dell'interconnessione tra loro paralleli e "all'interno" dei binari RFI, in modo da realizzare un'opera unica di sottopasso della ex statale 33 e del binario RFI, invece di avere due opere separate, una per il binario pari e una per il binario dispari.

Per realizzare questo schema, i binari RFI modificano il loro tracciato, partendo dal km 27+156 circa, in corrispondenza del cavalcavia esistente.

Lato Sempione, l'innesto sulla linea RFI viene realizzato con classico bivio a raso.

Le caratteristiche di progetto del tracciato della linea RFI nei tratti modificati sono le seguenti:

- velocità di linea = 140 km/h
- r min 2100 m,
- d max sopraelevazione = 70 mm

### 2.2.1. Andamento planimetrico

Doc. di riferimento M20Dd402AR—R0\_ Modifica binari RFI - Planimetria tracciamento.

#### Binario pari

Dalla PK 27+160, il binario pari devia verso sud con una curva di 2500 m di raggio per uno sviluppo circolare di 39,70 m.

Dopo un tratto di rettilineo di 59,36 m, dove viene posizionato il deviatoio del ramo pari dell'interconnessione, l'allineamento piega ancora leggermente verso sud con una curva di 4500 m di raggio e uno sviluppo circolare di 73,99 m. Passato un tratto di rettilineo di 73,66 m il tracciato piega verso nord e con un'ampia curva di 2100 m di raggio per uno sviluppo circolare di 207,31 m, impostando l'allineamento per ritornare sul tracciato esistente.

Dopo un rettilineo di 52,54 m il tracciato piega verso sud con una curva di 2100 m di raggio e uno sviluppo di 84,06 m, impostando un nuovo allineamento parallelo al binario dispari ad una distanza di 4 m per l'inserimento della comunicazione pari/dispari dell'interconnessione T2 Sempione. Dalla punta scambio del binario dispari interconnessione, il binario pari RFI, mediante un flesso lungo 140m con curve di raggio rispettivamente di 9795 e 8980 metri, sviluppo circolare di 30 metri, si riallaccia al binario esistente alla nuova Pk 28+754,87 corrispondente alla PK 28+753,80 esistente, inizio del raccordo parabolico della successiva curva lato Sempione.

#### Binario dispari

Lo spostamento del binario dispari inizia alla PK 27+157,46 con una curva verso nord di 2750 m di raggio e uno sviluppo circolare di 38,78 m. Il successivo tratto di rettilineo di 95,21 m consente di posizionare il deviatoio del ramo dispari dell'interconnessione.

Segue poi un flesso a contatto con direzione prima a nord e poi a sud, formato da curve di 2600 m di raggio, con sviluppo circolare rispettivamente di 131,95 e 51,39 m, mediante il quale il nuovo tracciato si ricongiunge al binario esistente, alla PK 27+810.

Da questa progressiva, fino alla PK 28+738,16 si eseguiranno interventi di livellamento con spostamenti compensati, in modo da ottenere l'allineamento base anche per il binario pari che in questo tratto sarà posto alla distanza di 4 m.

### 2.2.2. *Andamento altimetrico*

Doc. di riferimento M20Dd403AR—R0\_ Inserimento comunicazioni al terminal T1

Le livellette dei binari RFI non subiscono modifiche rilevanti. Le modifiche più significative riguardano il binario pari che varia la livelletta tra le PK 27+415 e 28+072.

Il binario dispari segue sostanzialmente le livellette esistenti. Per entrambi i binari le livellette sono tutte in ascesa, in particolare il binario pari interessa un tratto di 1599 m con un dislivello in ascesa di 13,37 m e il binario dispari interessa un tratto di 1582,16 m con un dislivello in ascesa di 13,26 m.

Le caratteristiche delle livellette sono le seguenti:

- pendenza max 11,7 per mille per un tratto di 318 m
- raggi verticali minimi di 7000 m di raggio.

#### Binario pari

Dall'inizio intervento la livelletta sale per 259,43 m con una pendenza del 9,2 per mille. Dalla PK 27+415,43 per 317,91 m la livelletta raggiunge il max del 11,7 per mille, per agevolare il sottopassaggio dei binari di interconnessione che avviene al km 27+733.

Dopo l'opera di sottopasso, la livelletta risulta in ascesa del 1,9 per mille fino alla PK 28+071,75. Da questo punto la livelletta segue la pendenza della linea attuale per 578 m del 10 per mille, tratto in cui viene inserito il bivio a raso dell'interconnessione lato Sempione. Dalla PK 28+649,83 la livelletta va a chiudersi sul binario esistente alla quota di 272,59 con una pendenza del 7,6 per mille per una lunghezza di 105 m.

#### Binario dispari

La livelletta del binario dispari rimane sostanzialmente uguale all'esistente. Dall'inizio intervento la livelletta rimane in ascesa del 9 per mille per 77 metri. Alla PK 27+233 la livelletta si porta al 9,7 per mille per 227 m. In questo tratto viene inserito il deviatore del binario dispari del collegamento T2 – Gallarate. Segue poi una livelletta del 8,5 per mille per 263,64 m.

Dalla PK 27+723,64 la livelletta sale del 4,7 per mille per 348,45 m. Successivamente per un tratto di 576,87 m la livelletta si mantiene con la stessa pendenza del 10 per mille del binario pari e con le stesse quote, per poter inserire la comunicazione pari/dispari.

Dalla PK 28+648,96 la livelletta va a chiudersi sul binario esistente alla quota di 272,43 con una pendenza del 7,2 per mille per una lunghezza di 89,20 m.

## 3. ARMAMENTO

Si descrivono di seguito le soluzioni tecniche progettuali per l'armamento da utilizzare nel Progetto Definitivo per il collegamento ferroviario Malpensa terminal 2 – Linea RFI del Sempione, relativamente agli interventi sinteticamente riassumibili in:

- Collegamento Terminal 2 – linea RFI del Sempione in entrambe le direzioni, Gallarate e Domodossola
- Modifica tracciato binari pari e dispari della linea esistente RFI

La scelta della tipologia d'armamento è conforme alla Istruzione Tecnica RFI TCAR ST AR 01 003 A del 12/02/2016 Standard dei materiali d'armamento per lavori di Rinnovo e costruzione a nuovo.

In particolare, la linea RFI del Sempione rientra nel gruppo B,

L'armamento è di tipo tradizionale posato su ballast con traverse in CAP costituito in LRS e scartamento di 1435 mm.



In particolare i componenti elementari costituenti l'armamento sono nel seguito descritti.

- Rotaie  
Le rotaie sono del profilo 60E1 acciaio qualità R260 unite in lunga barra saldata con saldatura elettrica a scintillio.
- Traverse in CAP  
Le traverse da impiegare sono del tipo RFI-240 per i binari della linea RFI, mentre sono del tipo RFI-230 (indicata come variante ammessa nella suddetta Istruzione) per il tratto di collegamento T2 – linea RFI. Le traverse saranno posate con modulo pari a 60 cm
- Attacchi  
Per le traverse in CAP si prevede l'utilizzo di attacchi elastici premontati, omologati da RFI
- Pietrisco  
La massicciata sarà costituita da pietrisco tenace di 1° categoria con la geometria della sezione come indicata nelle sezioni tipo del binario. Il pietrisco avrà uno spessore minimo di 35 cm misurato sotto il piano di appoggio delle traverse in corrispondenza della rotaia più bassa.

- Scambi  
Si prevede l'utilizzo di 20 scambi tipo S60U/400/0,074 e 2 scambi tipo S60U/170/0,12 posati su traverse e traversoni in CAP. con cuore a punta fissa, in monoblocco di acciaio fuso al Mn e codoli saldabili.

In particolare:

- linea RFI lato Sempione: 4 scambi tipo S60U/400/0,074 di cui 2 formanti comunicazione pari/dispari con interasse di 4 metri.
- Linea RFI lato Gallarate: 2 scambi semplici tipo S60U/400/0,074
- Bivio T2 linea Sempione: 4 scambi tipo S60U/400/0,074 di cui 2 formanti comunicazione pari/dispari con interasse di 4 metri.
- Radice nord T2: 2 scambi semplici tipo S60U/400/0,074 per binari di precedenza e 2 scambi semplici tipo S60U/170/0,12.
- Comunicazioni pari /dispari dopo radice T2: 4 scambi tipo S60U/400/0,074 formanti 2 comunicazione pari/dispari con interasse di 4 metri.

Radice nord terminal T1: 4 scambi tipo S60U/400/0,074 formanti 2 comunicazione pari/dispari con interasse di 4 metri.

- Apparecchi di fine corsa  
Sono previsti per la radice nord del terminal T2 due paraurti metallici tipo RFI codice categorico 740/6930
- Giunzioni isolanti incollate  
La lunghezza delle giunzioni isolanti incollate è pari a 6 m.