

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

DIREZIONE TECNICA - U.O. CENTRO DI PRODUZIONE MILANO
PROGETTO DEFINITIVO PER APPALTO INTEGRATO

POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE
QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

LINEA DI CONTATTO

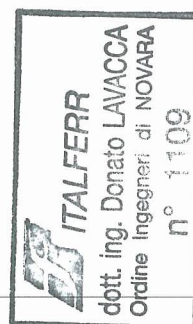
Relazione tecnica generale

SCALA :

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

MDL1 12 D 26 RO LC0000 001 B

Revis.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione Esecutiva	A. Sperduto	11.2010	M. Reggiani	11.2010	S. Borelli		
B	Recepimento osservazioni validazione	A. Sperduto	14.04.2011	M. Reggiani	14.04.2011	S. Borelli		



File: MDL112D26ROLC0000001B.doc

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	SCOPO DEL DOCUMENTO	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	6
3.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.2	DOCUMENTI REFERENZIATI	7
4	PROGETTO TECNOLOGIA TE.....	8
4.1	STATO ATTUALE	8
4.1.1	<i>Linee di contatto</i>	9
4.1.2	<i>Assetto alimentazioni 3kVcc</i>	13
4.2	PROGETTO IMPIANTI T.E.	14
4.2.1	<i>Assetto alimentazioni 3kVcc a progetto</i>	19
4.3	CARATTERISTICHE DELLA LINEA DI CONTATTO	20
4.3.1	<i>Sostegni</i>	21
4.3.2	<i>Sospensioni</i>	24
4.3.3	<i>Catenaria</i>	24
4.3.4	<i>Altezza e poligonazione</i>	25
4.3.5	<i>Posti di Regolazione Automatica (R.A.) e Punti Fissi (P.F.)</i>	25
4.3.6	<i>Tronchi di sezionamento</i>	25
4.3.7	<i>Pendini</i>	26
4.3.8	<i>Comunicazioni</i>	26
4.3.9	<i>Bivi e binari di corsa, di precedenza e secondari di stazione</i>	26
4.3.10	<i>Sezionatori</i>	26
4.3.11	<i>Segnaletica TE</i>	27
4.3.12	<i>Forniture materiali</i>	27
4.3.13	<i>Fasi realizzative</i>	27
4.4	CIRCUITO DI PROTEZIONE E RITORNO TE.....	29



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	3 di 32

4.5	TELECOMANDO TE.....	29
4.5.1	Posto Centrale.....	30
4.5.2	Posti Satelliti	31
5	CONCLUSIONI	32



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	4 di 32

1 PREMESSA

La necessità di rispondere alle esigenze di mobilità tra Milano e le città di Domodossola, Varese, Luino, in concomitanza a quelle generate da un'area fortemente urbanizzata quale è quella tra Gallarate, Busto Arsizio, Legnano e Rho, nonché la volontà/esigenza di collegare Milano Centrale e Rho Fiera Milano con l'aeroporto di Malpensa, hanno fatto rilevare un bisogno di aumento di capacità ferroviaria sulla linea del Sempione.

In tale contesto si inseriscono le opere a progetto che riguardano il potenziamento infrastrutturale della tratta Rho-Gallarate della linea Rho-Arona ed il collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa.

Il potenziamento della tratta suddetta permette di ottenere un incremento della capacità disponibile tale da soddisfare le esigenze di mobilità presenti e previste, offrendo un livello di servizio quantitativamente e qualitativamente adeguato, lasciando ancora margini di capacità disponibile.

La situazione infrastrutturale in assetto definitivo prevede il quadruplicamento dall'impianto di Rho fino a quello di Parabiago, il triplicamento da questa ultima stazione fino a quella di Gallarate ed il collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa attraverso il raccordo, denominato "Y", con la linea FNM Novara-Saronno.

Oggetto del presente progetto è il quadruplicamento dall'impianto di Rho fino a quello di Parabiago secondo un lay-out rispondente all'obiettivo di individuare una prima Fase Funzionale dell'intervento che consenta la realizzazione del servizio di attestamento della linea Passante a Parabiago ed il collegamento dell'aeroporto di Malpensa con il polo fieristico di Rho (quattro binari tra Rho e Parabiago con il mantenimento degli attuali binari tra Parabiago e Gallarate e il collegamento su questi ultimi del raccordo Y). In sintesi, la prima fase funzionale per l'intervento in oggetto vede la realizzazione del Progetto Definitivo (PD) del Potenziamento della linea Rho-Arona, relativamente all'area interessata dall'*Appalto Realizzativo 2 (AR2)* che abbraccia la zona compresa tra la curva di uscita della linea Rho-Arona della stazione di Rho lato Gallarate e la radice lato Gallarate della stazione di Parabiago, nonché la zona della stazione di Legnano ed un intervento nei pressi della stazione di Busto Arsizio per la realizzazione del "raccordo Y"; la progettazione recepisce le osservazioni della Conferenza dei Servizi conclusasi in data 13/05/2010.

Coerentemente con gli interventi alla sede ferroviaria e alle opere d'arte, è necessario prevedere l'adeguamento degli impianti tecnologici esistenti.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	5 di 32

2 SCOPO DEL DOCUMENTO

E' oggetto della presente relazione la descrizione delle azioni necessarie per la realizzazione della componente impiantistica della nuova infrastruttura, nonché evidenziare gli interventi di modifica agli impianti in esercizio, con riferimento al sottosistema Trazione Elettrica. Verranno pertanto esaminati gli aspetti connessi ai sistemi di alimentazione a 3 kVcc assicurati tramite SSE e Cabine TE, la configurazione della linea aerea di contatto e le tematiche riferite alla gestione centralizzata in telecomando degli impianti.

Sinteticamente, l'intervento consiste nella

- realizzazione del quadruplicamento della linea tra Rho e Parabiago tra i km 0+901,70 e 9+816,49 (progressive chilometriche del nuovo singolo binario Sud). L'intervento di quadruplicamento, prevede inoltre:
 - la sistemazione della stazione di Vanzago e la sua trasformazione in fermata;
 - la realizzazione della nuova fermata di Nerviano;
 - la sistemazione a PRG della stazione di Parabiago.
- trasformazione della stazione di Legnano in fermata;
- realizzazione del raccordo Y di collegamento tra la linea F.S. e la linea Ferrovie Nord Milano (F.N.M.) in prossimità della stazione di Busto Arsizio.

Gli interventi di cui alla presente relazione si estendono dagli impianti della stazione di Rho fino a quelli della stazione di Legnano facenti parte della linea Rho-Arona.

Nella relazione saranno inoltre illustrate le scelte progettuali relative all'impianto di elettrificazione ed i criteri con cui sono stati prefissati alcuni parametri tecnici che sono alla base del progetto.

Per la definizione del sistema di alimentazione 3 kVcc dovrà essere assicurata la necessaria visione d'insieme sull'intera tratta e quelle adiacenti, tenendo in considerazione sia gli impianti di alimentazione in esercizio, sia quelli eventualmente previsti a carico di altri interventi, individuando le soluzioni più opportune per garantire una complessiva ripartizione ottimizzata dei carichi ed una efficace protezione sulle linee.

Il progetto di cui il presente elaborato costituisce parte integrante si riferisce a impianti che rientrano negli attuali standard RFI. Infatti, le caratteristiche di velocità di fiancata, assorbimento elettrico dei carichi, cadenza dei convogli e parametri generali di sistema (anche in relazione alla destinazione della linea) hanno giustificato l'adozione di una tipologia d'impianto che non è dissimile da quella delle altre linee della rete ferroviaria commerciale italiana.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	6 di 32

Il grado del dettaglio attribuito agli elaborati nella presente fase progettuale è quello “definitivo”, e pertanto alcuni elementi, dati e valori esposti negli elaborati medesimi sono da considerare esclusivamente come riferimento per le successive fasi. Questo è, ad esempio, il caso dei piani di elettrificazione, nei quali le progressive chilometriche dei sostegni, la loro numerazione, dovranno essere oggetto di attente verifiche e valutazioni in corrispondenza della fase esecutiva – costruttiva.

3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

3.1 Normativa di riferimento

I calcoli, le scelte tecniche e le caratteristiche generali d’impianto che sono alla base della relazione tecnica discendono da un’attenta applicazione delle normative tecniche specifiche vigenti e, per quanto possibile, dalle istruzioni tecniche RFI e relativi standard impiantistici.

Vengono di seguito elencate le principali fonti normative cui è stato fatto riferimento:

- D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 “TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO”.
- Legge 26/4/1974 n. 191 e DPR 1/6/1979 n. 469 - Prevenzione degli infortuni sul lavoro nei servizi e negli impianti gestiti dall’Azienda Autonoma delle FS.
- Norma CEI EN 50119 (CEI 9.2) Linee aeree di contatto per trazione elettrica.
- Norma CEI EN 50122 – 1 (CEI 9.6) Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.
- Norma CEI 11 – 1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata.
- Legge 28/6/1986 n. 339 – Norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne.
- D.M. 21/3/1988 n. 449 – Approvazione delle norme tecniche per la progettazione l’esecuzione e l’esecuzione e l’esercizio delle linee aeree esterne.
- Norma tecnica FS TE 118 per la “Costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua 3 kV” e relative modifiche.
- Lettera circolare IE/276/611 del 1981 riguardante il circuito di terra di protezione.
- Lettere circolari IE.41/43/13219/513 del 24/3/1982 e IE.4311/1207/513.4 del 15/4/1985 riguardanti schemi di alimentazione TE delle stazioni e sezionamento intermedio di stazione.
- Specifica tecnica RFI TC TE SSE DOTE Ed. 2001 – Sistema per il telecontrollo degli impianti di trazione elettrica a 3kVcc.
- Legge n° 186 del 01.03.68 “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari e impianti elettrici ed elettronici”.
- Legge n.37 del 22.01.2008 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005”.
- Linea guida RFI DMA LG IFS 8B del 19/09/2008 – Linea guida per l’applicazione della segnaletica T.E.
- Capitolato tecnico per l’esecuzione di lavori di rinnovo e adeguamento TE, Ed. 2008.
- Circolare IE/1/97 605 del 11/02/1997 – Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sottocarico a 3 kVcc.

- Lettera circolare RFI-DMA \A0011\P\2007\1120 del 03/04/2007 – Utilizzo corda bimetallica Al/Acc cat. 785/142 in luogo delle corde di rame per collegamenti dei circuiti di ritorno e protezione TE.
- Lettera circolare RFI-DMA\A0011\P\2005\2043 del 08/06/2005 – Pendino conduttore con cordino da 16 mm².
- Lettera circolare RFI-DMA\A0011\P\2008\0003404 del 03/04/2007 - Utilizzo pali flangiati serie LSF a disegno E64780.
- Lettera circolare RFI-DMA\A0011\P\2007\0001228 del 11/04/2007 - Limitatore di tensione per circuiti di terra e protezione TE per linee a 3 kVcc.
- Norme TE – RFI per la fornitura dei materiali.

Per quanto non esplicitamente indicato, dovranno in ogni caso essere sempre adottate tutte le indicazioni normative e di legge atte a garantire la realizzazione del sistema a regola d'arte e nel rispetto della sicurezza.

3.2 Documenti Referenziati

- Rif. [1] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF1004004-5-6-7-8-9A, armamento “Planimetria fase 1 di linea - Tav. 4-5-6-7-8-9/17”.
- Rif. [2] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF2004004-5-6-7A, armamento “Planimetria fase 2 di linea - Tav. 4-5-6-7/17”.
- Rif. [3] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF3004004-5-6-7-8-10A, armamento “Planimetria fase 3 di linea - Tav. 4-5-6-7-8-10/17”.
- Rif. [4] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF3104004-5-6-7-8-10A, armamento “Planimetria fase 3.1 di linea - Tav. 4-5-6-7-8-10/17”.
- Rif. [5] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF3104005-7-8A, armamento “Planimetria fase 3.2 di linea - Tav. 5-7-8/17”.
- Rif. [6] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF4004004-5-6-7-8-10A, armamento “Planimetria fase 4 di linea - Tav. 4-5-6-7-8-10/17”.
- Rif. [7] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P6IF5004004-5-6-7-8-10A, armamento “Planimetria fase 5 di linea - Tav. 4-5-6-7-8-10/17”.
- Rif. [8] ITALFERR, documenti n° MDL112D26DXLC0000001A, trazione elettrica “Schema di alimentazione TE. Quadruplicamento Rho-Parabiago e Raccordo Y”.
- Rif. [9] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P7LC0400001A, trazione elettrica “Planimetria canalizzazioni e cavi per comando e controllo sezionatori – Stazione di Parabiago”.
- Rif. [10] ITALFERR, documenti n° MDL112D26P8LC0600005A, trazione elettrica “Planimetria canalizzazioni e cavi per comando e controllo sezionatori – Raccordo Y”.
- Rif. [11] RFI, documento n° 4141-SH, linea di contatto “Linea Milano-Domodossola, tratta Rho(i) – Arona(i). Schema circuiti secondari TE”, del Luglio/2008.
- Rif. [12] RFI, documento n° 3718-P.E., linea di contatto “Piano di elettrificazione - Stazione di Legnano”.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	8 di 32

- Rif. [13] RFI, documento n° 3717-P.E., linea di contatto “Piano di elettrificazione - Stazione di Parabiago”.
- Rif. [14] RFI, documento n° 3716-P.E., linea di contatto “Piano di elettrificazione - Stazione di Vanzago/Pogliano”.
- Rif. [15] RFI, documento n° 3716/1-P.E., linea di contatto “Circuito di protezione e ritorno T.E. - Stazione di Vanzago/Pogliano”.
- Rif. [16] RFI, documento n° 3717/1-P.E., linea di contatto “Circuito di protezione e ritorno T.E. - Stazione di Parabiago”.
- Rif. [17] RFI, documento n° 3718/1-P.E., linea di contatto “Circuito di protezione e ritorno T.E. - Stazione di Legnano”.
- Rif. [18] RFI, documento n° 3998-V, linea di contatto “Piano di elettrificazione – Tratta Vanzago-Rho”.
- Rif. [19] RFI, documento n° 3999-V, linea di contatto “Piano di elettrificazione – Tratta Parabiago-Vanzago”.
- Rif. [20] RFI, documento n° 4000-V, linea di contatto “Piano di elettrificazione – Tratta Legnano-Parabiago”.
- Rif. [21] RFI, documento n° 4001-V, linea di contatto “Piano di elettrificazione – Tratta busto Arsizio-Lignano”.
- Rif. [22] RFI, documento n° 5695-SH/3, linea di contatto “Schema T.E. – Stazione di Vanzago/Pogliano”.
- Rif. [23] RFI, documento n° 5695-SH/4, linea di contatto “Schema T.E. – Stazione di Parabiago”.
- Rif. [24] RFI, documento n° 5695-SH/5, linea di contatto “Schema T.E. – Stazione di Legnano”.

4 PROGETTO TECNOLOGIA TE

Nei seguenti paragrafi viene fornita una breve descrizione dello stato attuale degli impianti e delle ipotesi progettuali seguite per l'elettrificazione dei binari in funzione al nuovo assetto d'armamento.

4.1 Stato attuale

Dal punto di vista territoriale, l'infrastruttura ferroviaria oggetto del quadruplicamento Rho-Parabiago dell'AR2 coinvolge i comuni di Pregnana Milanese, Vanzago, Pogliano Milanese, Nerviano, Parabiago e Canegrate.

Per la realizzazione del “raccordo Y”, sarà interessato inoltre il territorio del comune di Busto Arsizio, mentre la trasformazione della stazione di Legnano in fermata prevede degli interventi all'interno dell'attuale sede ferroviaria.

L'area si presenta intensamente urbanizzata, imponendo scelte progettuali volte a limitare il più possibile le interferenze con le abitazioni esistenti. Inoltre, è tagliata da infrastrutture trasportistiche ed elementi naturali. Di seguito si riportano i principali:

- Rete ferroviaria:



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	9 di 32

- Linea ferroviaria F.S. “Rho-Arona” in direzione Sud-Est/Nord-Ovest;
- Società raccordate:
 - Linea ferroviaria F.N.M. in direzione Nord-Est/Sud-Ovest ;
- Rete viabilistica:
 - via dei Rovedi;
 - viale Europa unita;
 - S.P. n° 229;
 - via G. D’Annunzio;
- Reticolo idraulico:
 - Canale secondario del Villoresi che si sviluppa parallelamente alla ferrovia F.S. nel tratto di quadruplicamento lato Sud dal km 0+400 circa al km 6+900 circa linea Rho-Arona in progetto;
 - Canale Villoresi, in prossimità della stazione di Parabiago lato Milano al km 7+490 circa della linea Rho-Arona in progetto.

4.1.1 Linee di contatto

La tratta oggetto di intervento di quadruplicamento si estende tra le stazioni di Rho(e) e Parabiago(i) per uno sviluppo complessivo di circa 8 915 m. I posti di servizio interessati dall’intervento dell’AR2 sono i seguenti:

- Quadruplicamento Rho-Parabiago:
 - stazione di Vanzago (stato attuale), da trasformare in fermata;
 - fermata di Nerviano (nuova realizzazione);
 - stazione di Parabiago.

Sarà inoltre interessata dall’intervento AR2 la stazione di Legnano per la sua trasformazione in fermata e la zona di incrocio con le ferrovie Nord Milano, poco prima dell’ingresso nella stazione di Busto Arsizio, in corrispondenza della quale sarà realizzato il raccordo Y.

Nella figura successiva è riportato uno stralcio dello schematico di alimentazione esistente relativo alla tratta da Rho fino a Busto Arsizio.

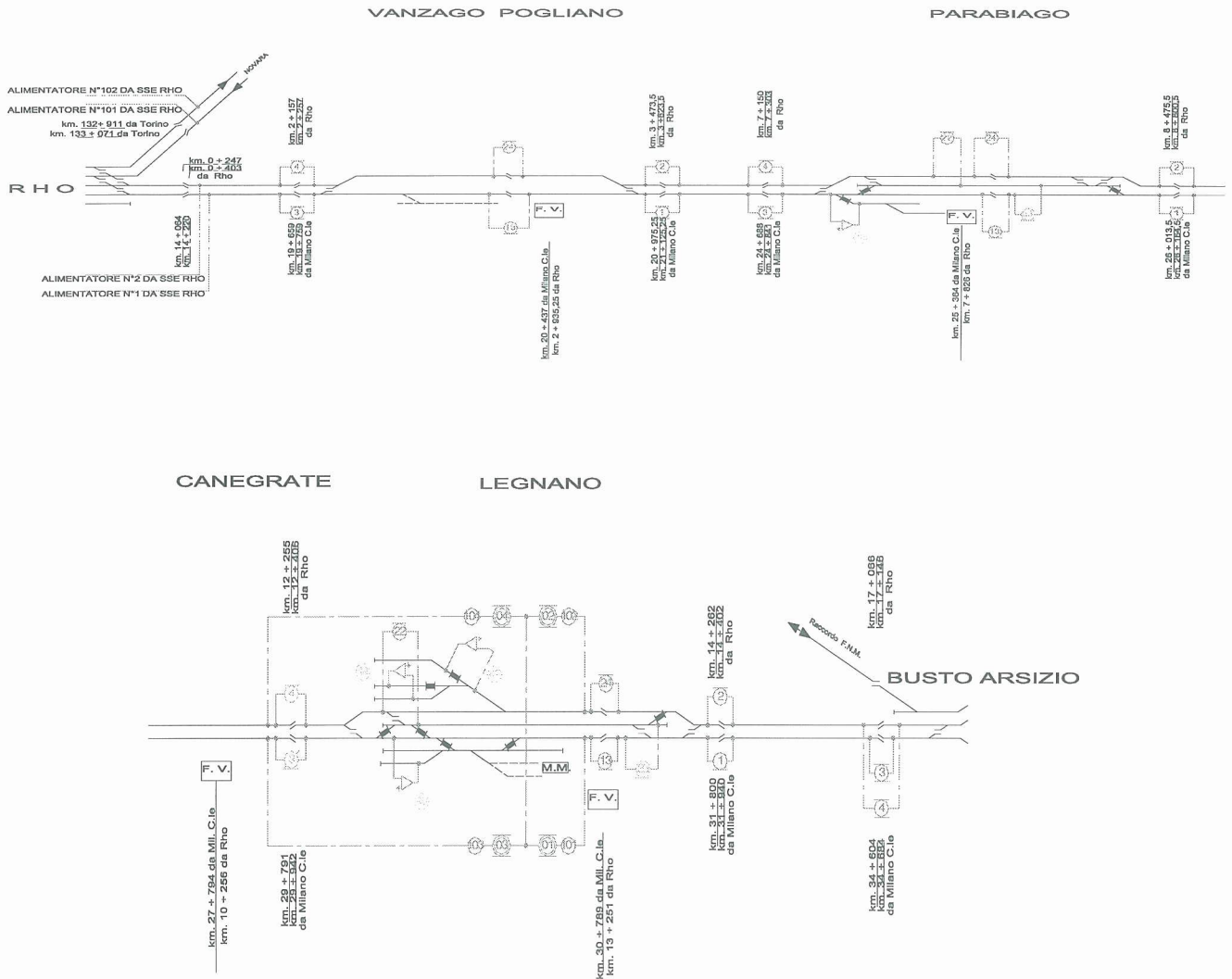


Figura 1. Stralcio schema di alimentazione esistente

Tratta di linea fra le stazioni di Rho e di Vanzago

Va dal km 0+403 al km 2+157 (da origine linea Rho-Arona) per una estesa di 1,75 km ed è elettrificata con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	11 di 32

Stazione di Vanzago

L'impianto è costituito da 2 binari di circolazione tutti serviti da marciapiede. I binari di corretto tracciato della linea Domodossola sono il I e il III, il II binario di stazione è stato reso tronco. Gli ingressi in deviata sono attualmente previsti a 30km/h.

Allo stato attuale, per l'elettrificazione dell'impianto di Vanzago, sono impiegate condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;
- 220 mm² con corda portante fissa sui binari secondari e sulle comunicazioni.

La tratta di linea fra le stazioni di Vanzago e di Parabiago, dal km 3+623 al km 7+150 per una estesa di 3,53 km, è elettrificata con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;

Stazione di Parabiago

L'impianto è costituito da 4 binari di circolazione di cui 3 serviti da marciapiede (I, II, III). I binari di corretto tracciato della linea Domodossola sono il I e il III. Il binario II svolge la funzione di precedenza promiscua. Il IV binario di stazione funge da sola precedenza pari. Gli ingressi in deviata sono attualmente previsti a 30km/h.

Allo stato attuale, per l'elettrificazione dell'impianto di Parabiago, sono impiegate condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;
- 220 mm² con corda portante fissa sui binari secondari e sulle comunicazioni.

I sezionatori TE della stazione sono motorizzati e telecomandati attraverso il posto periferico di telecomando ubicato nello stesso impianto.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	12 di 32

La tratta di linea fra le stazioni di Parabiago e di Legnano, dal km 8+613 al km 12+252 per una estesa di 3,64 km e che comprende la fermata di Canegrate al km 10+259 da origine linea Rho-Arona, è elettrificata con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;

Stazione di Legnano

L'impianto è costituito da 3 binari di circolazione di cui 2 serviti da marciapiede. Il II binario di stazione è di precedenza promiscua. Lato Rho è presente un raccordo denominato SAIE, dotato di tronchino di indipendenza, che si immette direttamente sul binario di corretto tracciato pari mediante un deviatoio manovrato a mano.

Allo stato attuale, per l'elettrificazione dell'impianto di Legnano, sono impiegate condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;
- 220 mm² con corda portante fissa sui binari secondari e sulle comunicazioni.

I sezionatori TE della stazione sono motorizzati e telecomandati attraverso il posto periferico di telecomando ubicato nello stesso impianto.

La stazione è attualmente sede di Posto Amperometrico.

La tratta di linea fra le stazioni di Legnano e di Busto Arsizio, dal km 14+402 al km 16+993 per una estesa di 2,59 km, è elettrificata con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;

Stazione di Busto Arsizio

L'impianto è costituito da 6 binari di circolazione, dedicati al servizio viaggiatori, di cui 3 serviti da marciapiede (I,IV e V). I binari III e VI sono di corsa per la linea Domodossola. Lato Gallarate è presente un fascio merci arrivi/partenze centralizzato. Sono in corso di realizzazione ed in via di completamento i lavori per la realizzazione di due nuovi binari di collegamento con le ferrovie Nord Milano denominati rispettivamente raccordo "X"

(direzione Malpensa/Novara) e “Z” (direzione Saronno). I lavori sono a carico FNM ed è in corso di definizione la modalità di allaccio alla rete RFI.

Allo stato attuale, per l’elettrificazione dell’impianto di Busto Arsizio, sono impiegate condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm² con corde portanti regolate sui due binari di corsa;
- 220 mm² con corda portante fissa sui binari secondari, sulle comunicazioni e nei parchi.

I sezionatori TE della stazione sono motorizzati e telecomandati attraverso il posto periferico di telecomando ubicato nello stesso impianto.

4.1.2 Assetto alimentazioni 3kVcc

L’esistente infrastruttura, nella quale andrà ad inserirsi l’intervento in progetto, risulta alimentata da più SSE di conversione inserite nelle reti di distribuzione Enel ed FS.

Di seguito si riepilogano le principali caratteristiche delle SSE esistenti al contorno della tratta in oggetto:

- SSE di Fiorenza: gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV Enel in conformazione entra/esci con derivazione verso FS;
- SSE di Rho: gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV FS, reparto AT con schema entra/esci.
- SSE di Gallarate: gruppi raddrizzatori di riferimento (2+1)x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV Terna, reparto AT con schema entra/esci.

Per l’inquadramento complessivo del sistema di alimentazione sulla tratta Rho-Gallarate, è da tenere in considerazione l’inserimento della cabina TE di Legnano prevista nell’ambito di realizzazioni a cura di RFI. La cabina ubicata al km 12+810 circa dall’origine della linea Rho-Arona, dovrà sostituire l’esistente Posto Amperometrico.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	14 di 32

4.2 Progetto Impianti T.E.

Le opere a progetto consistono, sinteticamente, nel potenziamento infrastrutturale della linea Rho-Gallarate attraverso il quadruplicamento da Rho fino a Parabiago ed il collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa attraverso il raccordo, denominato "Y", con la linea FNM Novara-Saronno.

Il raccordo Y, insieme ad altri due raccordi in corso di realizzazione (raccordi X e Z) a cura di RFI e FNM, concorre a formare il quadro degli interventi per il miglioramento a breve-medio termine dell'accessibilità ferroviaria a Malpensa. Il raccordo X rappresenta la connessione a Busto Arsizio da nord della linea RFI Rho-Gallarate (da nord) con la linea FNM Novara-Saronno (da ovest). Il raccordo Z invece rappresenta il collegamento della linea FNM con la linea RFI nella stazione di Busto Arsizio. Il raccordo Y, speculare al raccordo X, è destinato a collegare la linea Gallarate-Rho di RFI (da sud) all'altezza di Legnano con la linea Novara-Saronno di FNM (da ovest), all'altezza della stazione di Busto Arsizio, per garantire l'accessibilità a Malpensa da Rho Fiera Milano.

L'inserimento del III binario e del IV binario da Rho fino a Parabiago comporta sostanziali modifiche agli impianti di trazione elettrica attualmente esistenti e oggetto di recente rinnovo.

Per creare la sede dei nuovi binari, infatti, sono stati ridefiniti, in alcune tratte, il tracciato e la posizione di quelli attuali; detto spostamento dei binari implica il rifacimento della palificata TE esistente diventata incompatibile col nuovo tracciato e comunque in tutti quei casi in cui la distanza palo-rotaia si riduce oltre il minimo stabilito dalla normativa.

Fino a che l'ampiezza dell'intervista tra i binari a progetto e i binari esistenti lo consente, l'elettrificazione del terzo e quarto binario sarà realizzata mediante palificata indipendente; mentre laddove non sussiste idonea intervista per il posizionamento dei sostegni TE, tale da garantire la DR minima di 2,25 m, saranno utilizzate travi MEC a 3 o 4 binari.

In ambito stazioni, i piani di elettrificazione verranno quasi radicalmente rivisitati in funzione delle modifiche che subirà l'armamento ed in alcuni casi verrà ridefinita la posizione dei portali esterni di stazione.

Contestualmente alla realizzazione delle nuove condutture di contatto, verrà razionalizzato il sistema delle alimentazioni elettriche, con particolare riferimento allo scambio di energia tra gli impianti di RFI e FNM, in modo da garantire la completa e perfetta protezione di tutte le LdC, nuove ed esistenti, e quelle afferenti al nuovo raccordo. A tal fine è stata anche prevista la costruzione di nuove Cabine TE in corrispondenza del raccordo a Y, da realizzare per motivi di parzializzazione delle alimentazioni e contabilizzazione dei flussi di potenza nonché, ovviamente, di sicurezza nei confronti dei guasti TE.

La nuova configurazione dei posti di servizio della tratta di linea è di seguito riportata:

Vanzago/Pogliano	fermata
Nerviano	fermata
Parabiago	stazione
Canegrate	fermata
Legnano	fermata
Raccordo Y	interconnessione con FNM

Un quadro schematico della nuova configurazione di progetto è riportato di seguito

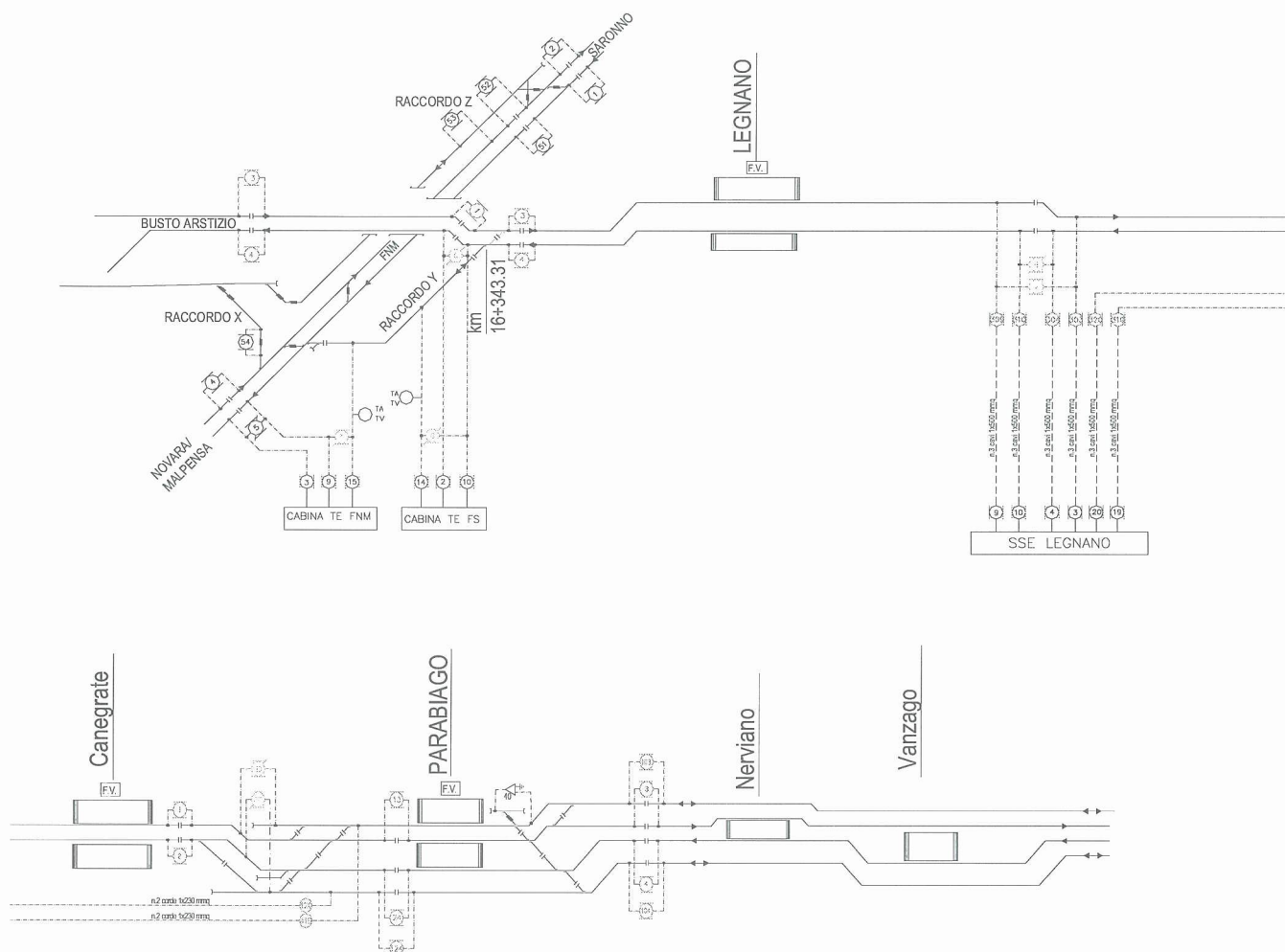


Figura 2. Schematizzazione dell'intervento



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	16 di 32

Il progetto relativo agli impianti di Trazione Elettrica consiste sostanzialmente negli interventi di seguito descritti.

Tratta compresa tra le stazioni di Rho e di Parabiago

Si opererà l'elettrificazione a 3 kV c.c. dei nuovi binari realizzanti il quadruplicamento con formazione l.d.c. 440 mm²; oltre a questi, il progetto prevede di rieletrificare, sempre con formazione l.d.c. 440 mm², anche parte della linea esistente Rho-Parabiago a causa della incompatibilità dell'impianto esistente con il nuovo tracciato ferroviario.

Nell'ambito degli interventi a progetto è prevista la trasformazione in fermata dell'esistente stazione di Vanzago, da realizzarsi passando attraverso la pressoché totale demolizione delle strutture TE e l'introduzione al km 5+499.87 della nuova fermata di Nerviano.

L'estensione dell'intervento è compresa tra le progressive km 1+150 circa e km 6+900 (linea "Rho-Arona").

Stazione di Parabiago

Si procederà alla realizzazione del nuovo PRG della stazione di Parabiago per tenere conto della penetrazione nel suddetto impianto ferroviario del complesso a quattro binari e per meglio fluidificare il traffico ferroviario proveniente dalle linee afferenti. Il progetto prevede il rifacimento dell'intera elettrificazione a 3 kV c.c. della stazione, con formazione l.d.c. 440 mm² per i binari principali; la configurazione della linea con formazione 220 mm² verrà invece adottata sui rami deviati e sui binari secondari dell'impianto.

Si è operata la scelta di perpetuare lo schema di alimentazione a "C" per la stazione di Parabiago ed è stato individuato un sezionamento in zone e sottozone degli impianti, tenendo in evidenza l'esigenza della separazione elettrica, dell'equipotenzialità e della protezione selettiva delle condutture di contatto.

Per la fase 3.1 è richiesta la disponibilità del nuovo fabbricato tecnologico, perché già per questa fase è prevista l'implementazione del nuovo posto di telecomando TE della stazione di Parabiago. Dal nuovo posto periferico, infatti, a partire da questa fase, saranno gestiti in telecomando dal DOTE di Milano Centrale i nuovi sezionatori a corna n° 1, 2, 3, 4, 13, 24 e l'esistente sezionatore n° 33.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	17 di 32

Nella fase 3.1, a causa dell'inserimento della comunicazione provvisoria (P.S. al km 8+694 della linea Rho-Arona) al di fuori dei limiti dell'impianto, non potendo utilizzare il TS previsto per la configurazione finale (km 10+035 e km 9+885) in quanto non compatibile con la rimodulazione del blocco automatico previsto per questa fase nell'ambito degli impianti di sicurezza, occorre predisporre due portali di ormeggio a 4 binari ai km 9+020 e 8+890 per l'approntamento del nuovo Tronco di Sezionamento estremo di stazione. Dette strutture TE, non strettamente necessarie alle esigenze di elettrificazione se non per quanto sopra giustificato, saranno comunque utilizzate, a regime, per la realizzazione di regolazioni automatiche dei conduttori.

L'estensione dell'intervento è compresa tra le progressive km 6+900 circa e km 10+000 (linea "Rho-Arona").

Tratta compresa tra la stazione di Parabiago ed il Raccordo Y

Nell'ambito degli interventi a progetto è prevista la trasformazione in fermata dell'esistente stazione di Legnano, da realizzarsi passando attraverso la pressoché totale demolizione delle strutture TE.

Al km 12+300 circa, in prossimità della nuova fermata di Legnano ed in asse con la SSE di Legnano a progetto, saranno utilizzate le esistenti sovrapposizioni isolate (Tronchi di Sezionamento), che ad oggi costituiscono i TS estremi di stazione di Legnano lato sud, per la formazione delle discese di alimentazione sulla linea di contatto dei feeder 3 kVcc provenienti dalla SSE di Legnano. Le calate di alimentazione saranno comunque a cura delle realizzazioni di altro progetto (SSE e Cabine TE). Su tutte e sei le calate di alimentazione saranno interposti, sempre in carico al progetto della SSE di Legnano, tra l'arrivo in cavo dalla SSE e la linea di contatto, sezionatori del tipo a corna con comando motorizzato e dotati di telecomando quali replica dei sezionatori di prima fila della SSE di Legnano.

A carico invece del progetto della Linea di Contatto risulta invece la realizzazione della linea di alimentazione in aereo su pali tipo LSF portanti gli alimentatori n° 19 e 20 che dalla SSE di Legnano vanno ad alimentare i due binari esterni della stazione di Parabiago (i 2 binari tronchi in configurazione finale) per il conseguimento dello schematico dei circuiti TE ipotizzato [8]. La nuova linea di alimentazione è costituita da 4 corde di rame $\Phi 19.6$ mm e sezione 230 mm^2 , ovvero due corde per ciascun alimentatore di SSE.

L'inserimento della nuova SSE di Legnano, al km 12+300 circa, è fondamentale ai fini della definizione dell'assetto delle alimentazioni 3 kVcc. In particolare, in corrispondenza della fase di realizzazione 5, che vede l'attivazione del quadruplicamento tra Rho e Parabiago, contestualmente all'attivazione degli impianti di armamento e TE, è richiesta la disponibilità della SSE pienamente funzionante e quindi con le operazioni di collaudo e le attività di CVT ultimate.

L'estensione dell'intervento è compresa tra le progressive km 10+000 circa e km 15+950 (linea "Rho-Arona").



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	18 di 32

Raccordo Y

Si procederà all'elettrificazione del bivio di collegamento della rete FS all'aeroporto di Milano Malpensa attraverso il raccordo, denominato "Y", con la linea FNM Novara-Saronno. Nello specifico si dovrà procedere all'adeguamento impiantistico della linea esistente Rho-Arona per l'inserimento dei Tronchi di Sezionamento delimitanti la nuova località di servizio ed all'elettrificazione a 3 kVcc, con formazione l.d.c. 320 mm² a fune fissa in analogia alle caratteristiche della linea delle FNM, per il binario di Interconnessione.

La continuità elettrica tra le sezioni adiacenti verrà, a seconda delle necessità, stabilita od interrotta grazie all'impiego di appositi sezionatori aerei a corna a 3kV motorizzati e telecomandati, collocati sui portali dei tronchi di sezionamento.

L'inserimento della nuova cabina TE, al km 16+850 circa della linea Rho-Arona, è fondamentale ai fini della definizione dell'assetto delle alimentazioni 3 kVcc dettato da motivi di parzializzazione delle alimentazioni e contabilizzazione dei flussi di potenza nonché, ovviamente, di sicurezza nei confronti dei guasti TE. La realizzazione del raccordo Y è sostanzialmente avulsa dalla successione delle fasi di realizzazione della tratta Rho-Parabiago e pertanto è richiesto semplicemente che, contestualmente all'attivazione degli impianti di armamento e TE, si abbia la disponibilità della cabina TE pienamente funzionante e quindi con le operazioni di collaudo e le attività di CVT ultimate.

Ad esclusione della realizzazione della Cabina TE, in capo al progetto di SSE, le restanti lavorazioni occorrenti per la realizzazione del nuovo schematico TE, quali tutte le uscite di alimentazione sia lato RFI che lato impianti delle F.N.M., sono a carico del presente progetto. A titolo non esaustivo si riepilogano di seguito le opere più significative[10]:

- posa in opera e attrezzaggio dei sostegni TE di alimentazione in adiacenza alla linea di contatto RFI per la risalita in cavo degli alimentatori n° 2, 10 e 14;
- posa in opera e attrezzaggio dei sostegni TE di alimentazione in adiacenza alla linea di contatto F.N.M. per la risalita in cavo degli alimentatori n° 3, 9 e 15;
- formazione delle teste cavo e posa degli scaricatori 3 kVcc a valle delle linee in cavo. Le linee di alimentazione devono essere realizzate con formazione costituita da 3 cavi di media tensione RG7H1R da 500mm² con schermo di protezione da 95 mm²;
- realizzazione di 2 cavidotti in uscita dalla Cabina TE per gli alimentatori n° 14 e 15 verso il binario di raccordo costituiti da 3 tubi Ø 200 mm;
- realizzazione di cavidotto, parte in canaletta 200x80 mm e parte in tubi Ø 200 mm per gli alimentatori n° 3 e 9 in direzione della linea di contatto F.N.M.;

- tratto in aereo della linea di alimentazione 3 kVcc n°10 dalla risalita in cavo fino alla calata sulla linea di contatto;
- formazione del negativo di riferimento per le celle alimentatori sia verso i binari RFI che verso i binari delle F.N.M.

L'estensione dell'intervento è compresa tra le progressive km 15+950 circa e km 17+000 circa (linea "Rho-Arona"), questo considerando anche la tratta di collegamento con la stazione di Busto Arsizio.

Riassumendo, gli interventi che ricadono nell'AR2 presentano i seguenti confini infrastrutturali:

- Inizio intervento: km 0+993,43 (binario singolo Nord) / km 0+901,70 binario singolo Sud e binari Pari e Dispari Rho-Arona);
- Fine intervento: km 9+817,33 (PK binario Singolo Sud)

Le progressive succitate si riferiscono all'intervento di quadruplicamento della tratta Rho-Parabiago.

Gli altri 2 interventi sono localizzati nella stazione di Legnano e al km 16+236 circa della linea Rho-Arona per l'inserimento del "raccordo Y" di collegamento fra la linea F.S. e la linea esistente F.N.M. con degli interventi su quest'ultima.

I limiti infrastrutturali di cui sopra, costituiscono dei limiti di riferimento per la componente impiantistica. Ciò è particolarmente evidente per quanto concerne il limite degli interventi alle linee di contatto, generalmente coincidente con la posizione delle strutture di ormeggio delle condutture di competenza dei distinti progetti (portali di sezionamento d'impianto o regolazioni automatiche in linea).

4.2.1 Assetto alimentazioni 3kVcc a progetto

Con l'ultimazione delle realizzazioni previste nel progetto dell'AR2, l'infrastruttura sarà alimentata da più SSE di conversione inserite nelle reti di distribuzione Enel ed FS con le seguenti caratteristiche principali:

- SSE di Fiorenza: gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV Enel in conformazione entra/esci con derivazione verso FS;
- SSE di Rho: gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV FS, reparto AT con schema entra/esci. Nell'ambito di questo appalto è previsto peraltro un adeguamento della SSE, difatti l'ingresso nella stazione di Rho del quadruplicamento lato Varese comporta l'aggiunta di due alimentatori 3 kVcc in SSE per il conseguimento dello schematico dei circuiti TE ipotizzato [8].



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	20 di 32

- Nuova SSE di Legnano: gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV in antenna dalla cabina primaria Enel adiacente. Andrà a sostituire l'esistente Posto Amperometrico nella stazione di Legnano.
- SSE di Gallarate: gruppi raddrizzatori di riferimento (2+1)x5,4 MW, terna AT di alimentazione 132 kV Terna, reparto AT con schema entra/esci.

Per l'inquadramento complessivo del sistema di alimentazione sulla tratta Rho-Gallarate, è da tenere in considerazione l'inserimento della nuova cabina TE del raccordo Y prevista nell'ambito di realizzazioni dell'AR2 in capo al progetto di SSE e Cabine TE.

4.3 Caratteristiche della linea di contatto

Per le realizzazioni a progetto, lo stesso prevede la realizzazione di impianti di elettrificazione di tipologia "C", con riferimento alle Norme Tecniche T.E. 118, valida per velocità da 140 fino a 200 km/h per tutti gli impianti dalla stazione di Rho (e) fino al nuovo posto di servizio "Raccordo Y". In corrispondenza di quest'ultimo, per il binario d'interconnessione verso gli impianti FNM e le stesse modifiche agli impianti FNM della stazione di Castellanza sarà adottata la tipologia di elettrificazione "A" riferita alla Norma Tecnica T.E.118.

Come detto, le caratteristiche della linea di contatto propriamente detta saranno rispondenti agli attuali standard RFI, non essendo giustificata alcuna particolarità impiantistica in relazione alle esigenze di carico elettrico e di velocità di traffico che le linee sono destinate a sostenere.

Anche l'impiantistica accessoria, attinente alla sicurezza o rispondente alle esigenze di esercizio, deve ricalcare la normativa vigente e risultare quindi aderente agli standard vigenti.

Il sistema di elettrificazione scelto è caratterizzato dai seguenti principali parametri di linea:

Binari di piena linea e binari di corsa di stazione

- Sospensioni di tipo a mensola orizzontale con attacco snodato;
- catenaria avente sezione complessiva delle condutture 440 mm² costituita da 2 corde di rame da 120 mm² regolate al tiro di 1125 daN e 2 fili di contatto di rame da 100 mm² regolati automaticamente al tiro di 1000 daN.

Binari secondari di stazione e Comunicazioni pari/dispari

- Sospensioni di tipo a mensola orizzontale con attacco fisso;



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	21 di 32

- catenaria avente sezione complessiva delle condutture 220 mm^2 costituita da 1 corda di rame da 120 mm^2 ormeggiata fissa al tiro di 819 daN (a 15°C) e 1 filo di contatto di rame da 100 mm^2 regolato automaticamente al tiro di 750 daN.

Solo per gli impianti FNM ed il binario d'interconnessione del Raccordo Y

- Sospensioni di tipo a mensola orizzontale con attacco fisso;
- catenaria avente sezione complessiva delle condutture 320 mm^2 costituita da una corda di rame da 120 mm^2 ormeggiata fissa al tiro di 1075 daN e 2 fili di contatto di rame da 100 mm^2 regolati automaticamente al tiro di 750 daN.

Lo schema di alimentazione degli impianti segue la configurazione con sezionamento ai portali, schema identificato a "C", che prevede la distribuzione dalle SSE/Cabine TE senza l'impiego di alimentatori ("scarti"). In corrispondenza della stazione di Legnano da trasformarsi in fermata, che sarà sede di una nuova SSE di conversione 3kVcc (SSE di Legnano al km 12+300 circa), si prevede la calata delle alimentazioni in tratta a cavallo dell'ex sezionamento estremo di stazione lato sud.

4.3.1 Sostegni

Saranno utilizzati i nuovi pali tralicciati del tipo LSF flangiati (disegno E64780), conformi alla specifica tecnica di fornitura STF RFI DMAIMTE SP IFS 037. Il nuovo disegno dei pali LSF prevede infatti una più ampia gamma di sostegni (fino al palo LSF 24G) che permette di estendere il loro impiego anche in stazione dove, a causa della complessità impiantistica, sono necessari sostegni più robusti.

I tirafondi da impiegare per il montaggio sui blocchi di fondazione in conformità alla STF RFI DMAIMTE SP IFS 047, illustrati nel disegno E64781, sono da realizzare in acciaio EN 10025 S 355 JR ed inoltre devono essere sempre isolati dalla piastra base del palo tramite apposite rosette e tubetti isolanti.

Per la scelta dei sostegni si è fatto riferimento ai seguenti disegni:

- E64777 Linea a 440 mm^2 (due corde portanti regolate e due fili di contatto regolati) - Tabella di impiego dei pali LSF flangiati in piena linea;
- E64778 Tabella di impiego dei pali LSF flangiati in stazione.

Le fondazioni dei pali LSF utilizzati secondo le tabelle dei disegno E64777 ed E64778, dovranno essere armate e del tipo a "pilastrino" secondo quanto indicato nel dis. E64779 ed essere conformi alla STC RFI DMAIMTE SP IFS 060 ed. 30/06/2009 utilizzando un calcestruzzo con classe di resistenza minima C25/30 e resistenza meccanica minima a compressione $R_{ck}=30 \text{ N/mm}^2$. I ferri di armatura devono essere realizzati in Feb44k ad aderenza migliorata.

Nei tratti di linea in cui è prevista la presenza delle barriere antirumore tipo "HS" (Heavy Shell) oppure "LS" (Light Shell), i cui profili sono inclinati di 12° verso il binario, la barriera non si considera interferente con il palo TE se si mantiene ad almeno 25 cm da esso; in caso contrario si prevede il trasferimento sui montanti della barriera degli impianti di sostegno della TE e degli eventuali cavi ancorati al palo (trefolo di terra). In questo caso i montanti devono essere verificati in base alle effettive condizioni di carico oltre che dalle azioni sulle barriere anche dagli impianti TE.

La figura che segue mostra, a livello indicativo, una sezione con sospensione su barriera antirumore:

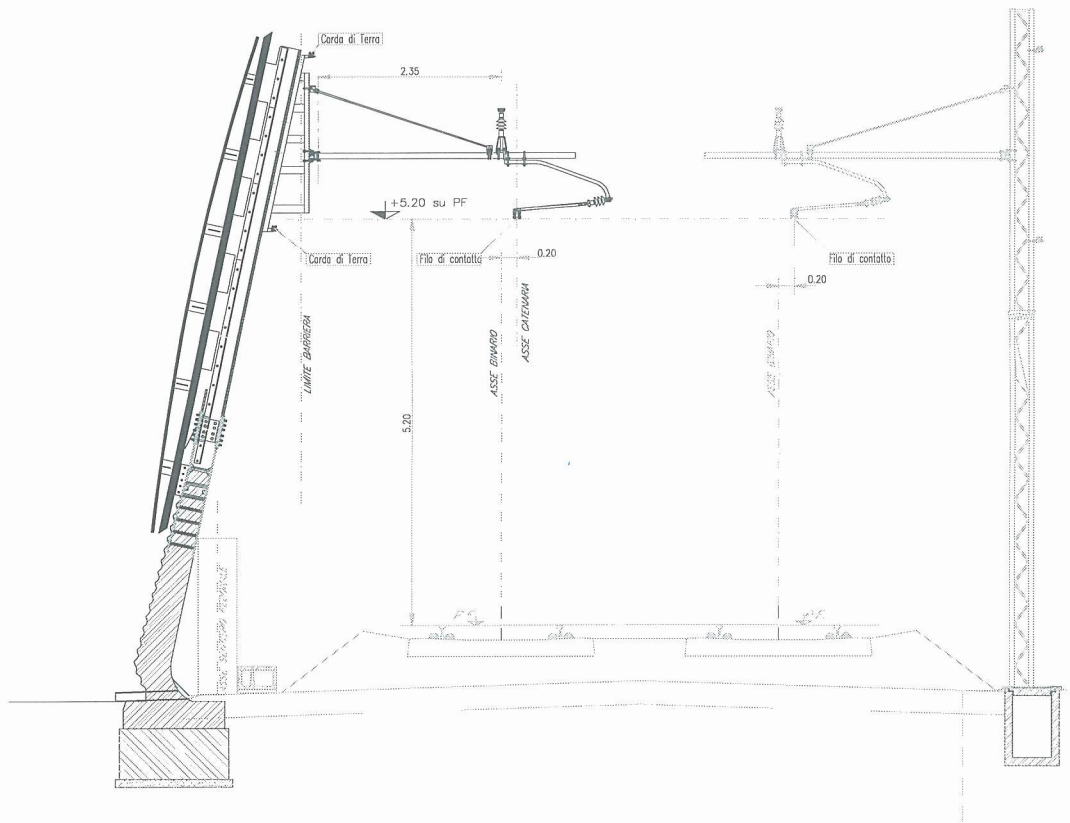


Figura 3. Sezione indicativa sospensione TE su barriera fonoassorbente

Nei punti singolari degli impianti TE (pali di ormeggio, punti fissi e relativi pali di ormeggio, pali con sezionatori a corna, etc.) si adotteranno soluzioni ad hoc, come ad esempio l'allontanamento di un tratto di barriera, che in funzione delle condizioni locali ne consentono il corretto esercizio e manutenzione oppure facendo ricorso a tratti di barriera verticale.

La figura che segue mostra, a livello indicativo, una sezione con attrezzaggio delle sospensioni della l.d.c. sotto trave MEC e barriera antirumore verticale:

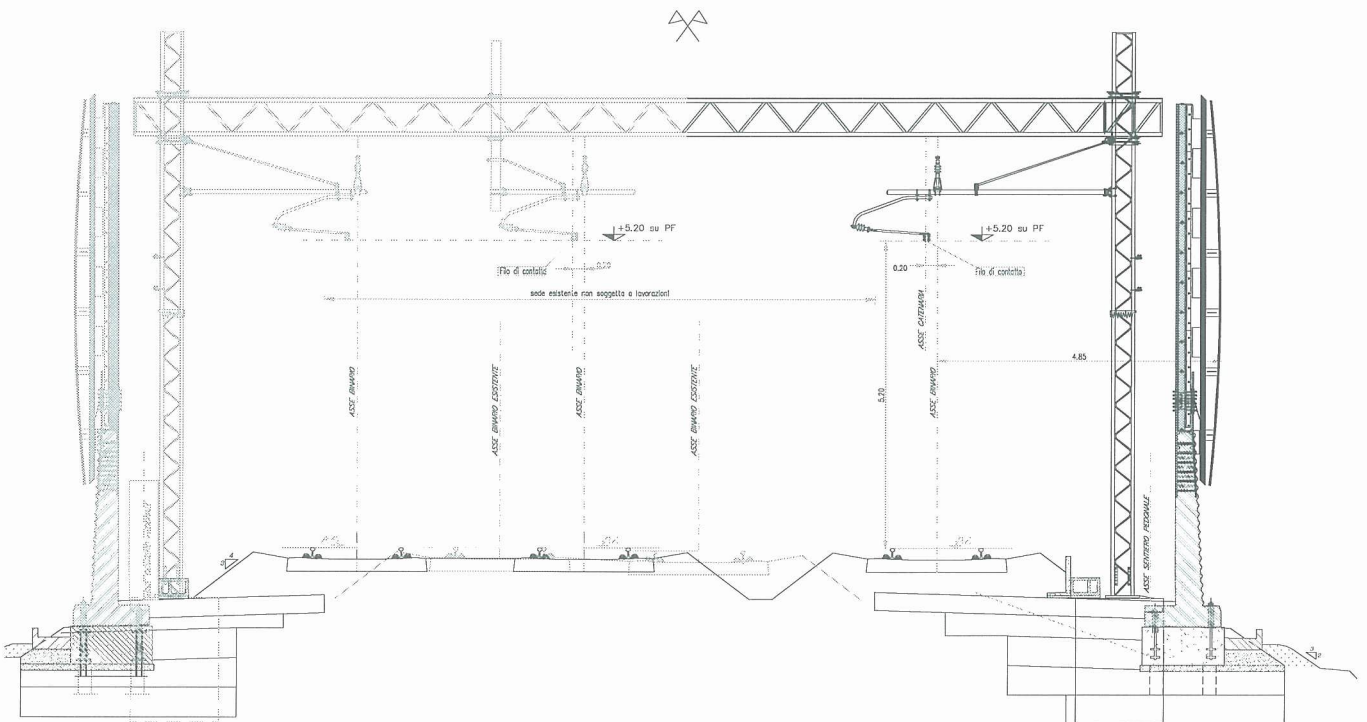


Figura 4. Sezione indicativa sospensioni TE sotto trave MEC e barriera fonoassorbente verticale

In tutti i casi di carenza di idonee intervista per il posizionamento dei sostegni e per una migliore gestione di lavorazioni a carattere provvisorio, saranno utilizzate, per la sospensione delle condutture di contatto, travi MEC di varia lunghezza e tipologia. Queste saranno sostenute sempre da sostegni tipo LSF flangiati (dis. E64778),



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	24 di 32

eventualmente da 2 sostegni accoppiati per lato in caso di travi di grandi dimensioni, ed i complessi di sospensione verranno portati da supporti penduli fissati sotto le travi.

Tutti i pali ed i portali di ormeggio, con le relative fondazioni, saranno scelti in base alle tabelle d'impiego degli standard RFI. Per impieghi e configurazioni di carico diversi da quelli delle suddette tabelle dovranno invece essere eseguite, in fase di progettazione esecutiva di dettaglio, le necessarie verifiche meccaniche.

4.3.2 Sospensioni

Le sospensioni saranno di tipo tradizionale con isolamento in composito, fissate a mensole orizzontali ubicate su sostegni tipo LSF flangiati sia in stazione che in piena linea.

L'isolatore portante per linee di contatto a 3kV cc è stato recentemente modificato (disegno E64447 e Specifica Tecnica di fornitura RFI DMA IMTE SP IFS 009 A). Le migliorie introdotte nel nuovo isolatore consistono essenzialmente nella modifica del codolo del terminale metallico superiore, necessario per l'accoppiamento con il morsetto della corda portante, che non è più a vite (codolo M18) ma è sagomato con diametro 36 mm e del diametro della barra, realizzata in vetroresina epossidica, che deve essere minimo 40 mm e non più 38 mm come era in precedenza.

Con il nuovo isolatore non è più necessario raddoppiare l'isolatore nelle curve di raggio molto stretto ed in particolare su quelle precedenti l'ormeggio nelle linee a 440 e 610 mm².

In corrispondenza del cavalca ferrovia sul semplice binario del raccordo Y, data la ridotta quota di intradosso rispetto al piano ferro, si deve far ricorso all'utilizzo delle sospensioni ridotte di galleria ad una corda portante fissa a disegno RFI n° E57884.

4.3.3 Catenaria

Gli ingombri standard della catenaria 3 kV agli appoggi saranno i seguenti:

- ◆ quota minima del piano di contatto sotto sospensione (hfc) 5.200 mm;
- ◆ variazione di quota fra appoggi adiacenti 2 per mille;
- ◆ campata massima di 60 m;
- ◆ differenza tra campate successive: 10 m;
- ◆ lunghezza massima di un'intera tratta di contrappesatura: 1400 m



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	25 di 32

(comprese le zone di sovrapposizione).

4.3.4 Altezza e poligonazione

L'altezza dei fili di contatto sul piano del ferro sarà di 5,20 m in corrispondenza delle sospensioni, salvo che in corrispondenza del binario di interconnessione del raccordo Y, in cui si dovrà scendere alla quota di 5,00 m che rappresenta la quota della linea di contatto degli impianti FNM.

In rettilineo e curva fino a $R=6.000$ m, il doppio filo di contatto avrà una poligonazione alternativa di 200 mm; la corda portante segue la stessa poligonazione dei fili (linee di tipo A), saranno invece poligonate in asse binario per linee di tipo B e C.

In curva, per raggi minori di 6.000 m, la poligonazione dei fili di contatto del valore normale di 200 mm sarà sempre esterna.

4.3.5 Posti di Regolazione Automatica (R.A.) e Punti Fissi (P.F.)

I posti di Regolazione Automatica dei conduttori saranno realizzati con disposizione delle condutture su 3 campate con striscio dinamico a centro campata. L'ormeggio potrà essere realizzato con dispositivi di tensionatura a taglie con rapporti 1:5; in alternativa ai dispositivi di tensionatura a taglie, potranno essere impiegati dispositivi di tensionatura a molle *Tensorex*.

Per le condutture a corda regolata, i Punti Fissi di ciascuna pezzatura saranno realizzati mediante strallatura della mensola del palo di P.F. ai pali adiacenti, seconda la più recente tipologia (cioè senza taglio delle corde portanti). Per le condutture a corda fissa essi saranno invece ottenuti mediante appositi collegamenti corda-filo al centro della campata di P.F.

4.3.6 Tronchi di sezionamento

Le disposizioni dei posti di sezionamento tra zone di stazione e piena linea, sarà realizzata analogamente ai posti di R.A. salvo il fatto che tra le condutture affiancate non dovrà esservi un collegamento elettrico, bensì uno spazio d'aria di 0,40 m.

I portali di ormeggio, utilizzati per realizzare il sezionamento elettrico delle condutture fra tratte di piena linea e tratte di stazione, saranno del tipo tralicciato secondo le caratteristiche tecniche e funzionali definite nella specifica tecnica di fornitura RFI DMA IM TE SP IFS 007 A. Detta specifica si applica ai portali di acciaio a traliccio ad

uno e due binari delle linee di trazione elettrica a 3 kV cc destinati ad essere installati per l'ormeggio e la regolazione automatica delle condutture di contatto.

4.3.7 *Pendini*

Si prevede, come da lettera circolare RFI-DMA \A0011\PI\2005\2043 del 08/06/2005, l'utilizzo del pendino conduttore, già impiegato nelle linee AV/AC (con sezioni delle linee di contatto 270 e 540 mm²) che dovrà sostituire il pendino tradizionale, costituito con morsetti reversibili. Il pendino conduttore realizzato con morsetti in CuNi2Si e cordino da 16 mm², come da disegni

- E 64468 morsetti per pendino conduttore
- E 64442 pendino conduttore da 16 mm²,

permette un collegamento, tra corda portante e il filo sagomato, oltre che meccanico anche elettrico e quindi consente di eliminare il collegamento equipotenziale a centro campata.

Per le tipologie di linee per le quali non è specificatamente richiesto l'utilizzo del pendino conduttore, i fili di contatto vengono appesi alla corda portante attraverso il pendino tradizionale. Si tratta di conduttori in tondo di rame di diametro 5 mm collegati al filo di contatto e alla corda portante tramite morsetti e sellette. Nell'elaborato FS E62968 sono mostrate le varie tipologie dei pendini.

4.3.8 *Comunicazioni*

Le comunicazioni pari/dispari saranno elettrificate mediante sezionamento a spazio d'aria, mentre le separazioni tra zone elettriche diverse di stazione (binari secondari) saranno realizzate con opportuni isolatori di sezione.

4.3.9 *Bivi e binari di corsa, di precedenza e secondari di stazione*

In funzione degli inserimenti dei binari dell'infrastruttura in progetto, si prevedono condutture dei binari di corsa delle stazioni con le stesse caratteristiche dei binari di piena linea.

La delimitazione degli impianti TE di stazione e dei bivi, avverrà mediante coppie di portali a 2 binari, distanti circa 150 metri l'uno dall'altro.

4.3.10 *Sezionatori*

I sezionatori saranno del tipo a corna con comando motorizzato e dotati di telecomando (gestiti dal Posto Pilota/DOTE di Milano Centrale), e generalmente montati su pali o portali di stazione.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	27 di 32

I cavi ed i circuiti elettrici che si utilizzeranno per la gestione dei sezionatori saranno conformi alla Circolare IE/1/97 605 del 11/02/1997 sulla motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc.

4.3.11 Segnaletica TE

Si prevede l'applicazione della nuova "Linea Guida" RFI DMA LG IFS 8B del 19/09/2008 – Linea guida per l'applicazione della segnaletica T.E., il cui scopo è quello di fornire indicazioni sui criteri di utilizzazione della segnaletica di individuazione, sulle caratteristiche geometriche e costruttive delle targhe e dei cartelli da utilizzare, regolamentando l'impiego e le modalità di posa sulle parti e/o strutture di sostegno. La "Linea Guida" si applica secondo le modalità indicate al suo interno.

4.3.12 Forniture materiali

Tutte le attrezzature e componenti per l'elettrificazione, e cioè i conduttori, i pali di sostegno, le mensole ed i relativi tiranti, gli isolatori, i complessi di sospensione e poligonazione, la morsetteria e la restante carpenteria metallica, saranno conformi alle normative CEI, UNIFER, ed UNEL vigenti nonché agli standard RFI, ove applicabili. In particolare tutta la carpenteria d'acciaio verrà fornita zincata a caldo, la morsetteria sarà in bronzo, alluminio, CuNi2Si o acciaio inox a seconda degli impieghi e gli isolatori saranno del tipo "compound" (realizzati con supporto in vetroresina epossidica e rivestimento in materiale plastico siliconico), le cui caratteristiche elettriche e meccaniche sono riportate sul disegno E64447 e la Specifica Tecnica di fornitura RFI DMA IMTE SP IFS 009 A.

4.3.13 Fasi realizzative

Per l'elettrificazione della nuova infrastruttura in progetto, si rende necessario procedere attraverso successive fasi di intervento, in sintonia con le rispettive fasi di armamento normalmente legate alle attivazioni d'impianto.

Le fasi realizzative dell'intervento sono le seguenti:

- Fase 1: i lavori della fase consistono in costruzioni fuori esercizio propedeutiche alle attivazioni delle fasi successive ad eccezione di una parte delle lavorazioni TE.
- Fase 2: i lavori consistono nello spostamento della circolazione del binario dispari dal vecchio al nuovo tracciato nella zona che va da inizio intervento (con un allacciamento provvisorio al binario dispari attuale al km 0+833 circa) alla fermata di Vanzago, dove il nuovo binario dispari, mediante un'allaccio provvisorio, si collegherà a un tratto del nuovo binario singolo nord che a sua volta confluirà in assetto definitivo sull'attuale binario dispari al km 3+214 circa. In questa fase inoltre, in corrispondenza della fermata di Nerviano si procederà allo spostamento della circolazione dei binari



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	28 di 32

pari e dispari esistenti, rispettivamente sul nuovo tracciato dei binari dispari e singolo nord, per permettere la costruzione del nuovo marciapiede.

- Fase 3: i lavori consistono nello spostamento della circolazione del binario pari dal vecchio al nuovo tracciato nella zona che va da inizio intervento (con un allacciamento provvisorio al binario pari attuale al km 0+833 circa) alla fermata di Vanzago, dove il nuovo binario pari, mediante un allaccio provvisorio, si collegherà a un tratto del nuovo binario dispari che a sua volta confluirà mediante un allaccio provvisorio sull'attuale binario pari al km 3+490 circa. In questa fase inoltre, in corrispondenza della fermata di Nerviano si procederà alla demolizione dei 2 flessi provvisori del binario pari e al ripristino del binario pari esistente. Questa fase si compone poi di due sottofasi (3.1 e 3.2).
- Fase 4: i lavori consistono nello spostamento della circolazione dei binari pari e dispari nella zona a cavallo del limite di intervento dell'AR2 (km 0+901,70), dal vecchio al nuovo tracciato realizzato nell'ambito di altro appalto. In questa fase inoltre, in corrispondenza della fermata di Nerviano si procederà alla demolizione dei 2 flessi provvisori del binario dispari e alla realizzazione degli allacci definitivi del nuovo binario dispari costruito in fregio al nuovo marciapiede di stazione di Nerviano e l'attuale binario dispari di linea.
- Fase 5: nell'ambito di questa fase verranno realizzati tutti gli allacci nell'ambito delle fermate/stazione e in linea, per portare tutta la tratta quadruplicata alla configurazione finale.

Una parte degli interventi non saranno condizionati dall'esercizio ferroviario e sono sostanzialmente le lavorazioni inerenti le realizzazioni dei nuovi binari posati nella fase di armamento e TE n° 1. Altre lavorazioni da considerarsi fuori esercizio sono identificabili nelle planimetrie di progetto elaborate per ciascuna fase. Le restanti lavorazioni saranno effettuate in regime di interruzione della circolazione e disalimentazione, ovvero in intervalli di tempo, diurni e notturni, in cui la circolazione ferroviaria sarà interrotta o spostata per non pregiudicare la regolarità della circolazione treni, allo scopo di ridurre l'impatto negativo sulla qualità del servizio.

Per la gestione di tali soggezioni all'esercizio dovranno essere concordate con RFI le modalità e relative tempistiche di esecuzione, anche in funzione degli scenari tecnici di riferimento.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	29 di 32

4.4 Circuito di Protezione e ritorno TE

Il circuito di protezione di terra verrà realizzato secondo gli attuali standard RFI, recependo quindi le indicazioni contenute nella lettera circolare RFI-DMA \A0011\PI\2007\1120 del 03/04/2007, utilizzando singoli dispersori a picchetto per ciascun palo e collegando inoltre tra loro tutti i sostegni metallici mediante doppia corda bimetallica Al/Acc cat. 785/142 in luogo delle corde di alluminio da 125 mm², in modo da realizzare sezioni del circuito di terra per ciascun binario. Per la fune bassa, per distanziare il punto di attacco della corda al palo, si dovrà utilizzare una protezione meccanica realizzata con tondi di acciaio sagomati con all'estremità morsetti che consentono di bloccare la corda. Ad entrambi gli estremi di ciascuna sezione verranno poi realizzati collegamenti al binario per il tramite di un limitatore di tensione (cfr. STF RFI-DMA.IM.TE.SP IFS.001 del 01/03/2007) da installare su sostegno TE, allo scopo di consentire la rapida eliminazione dei guasti senza incorrere nei pericoli di corrosione dovuti alla corrente continua che fluisce nel circuito di ritorno. Il tipo bidirezionale, che consente di realizzare, a differenza del dispositivo semiconduttore 779/001, la chiusura del collegamento binario-circuito di protezione TE in entrambi i versi, deve essere impiegato in tutte le nuove realizzazioni impiantistiche al posto dell'attuale dispositivo semiconduttore, relativo al categorico 779/001, e negli impianti esistenti in occasione della sostituzione del medesimo dispositivo con categorico 779/001.

Per evitare inconvenienti ai dispositivi di segnalamento e controllo del traffico, i suddetti collegamenti verranno eseguiti non direttamente al binario, bensì al centro di opportune connessioni induttive, utilizzando a tal fine, per quanto possibile e ove disponibili, le connessioni induttive dei circuiti di binario di piena linea o di stazione.

Nella presente progettazione, particolare attenzione è stata posta nell'evitare che si vengano a formare tratti di circuito interpali in "antenna", cioè collegati al resto del circuito ad un solo estremo. Ciò garantisce che, in caso di guasto elettrico su un qualsiasi palo, la corrente di guasto possa fluire verso il circuito di ritorno TE sempre attraverso due vie distinte.

Dovranno essere messe in opera tutte le lavorazioni nelle modalità e le prescrizioni contenute al capitolo n° 4 delle Norme Tecniche T.E. 118 al fine di garantire sempre e comunque la continuità e l'efficienza del circuito di ritorno TE oltre che per la configurazione finale a progetto anche per ciascuna fase di lavorazione di armamento e TE.

4.5 Telecomando TE

Si prevede di adottare un insieme di sezionatori a corno motorizzati.

Per l'impianto di Parabiago, con la realizzazione del nuovo fabbricato per l'ubicazione dei locali tecnologici, si prevede l'implementazione di un nuovo posto satellite di telecomando TE in sostituzione di quello esistente con la



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	30 di 32

necessità, pertanto, della fornitura e messa in opera di nuove apparecchiature quanto agli apparati di telecomando TE e gli armadi di comando e controllo sezionatori.

E' richiesta la funzionalità del nuovo apparato a partire dalla fase di realizzazione n° 3.1 in cui si hanno le prime modifiche quanto alla definizione dei limiti della stazione di Parabiago con la messa in esercizio di nuovi sezionatori TE.

Per gli impianti di Vanzago e di Legnano, che diventano fermate, saranno invece dismessi gli esistenti apparati di telecomando TE e le apparecchiature di comando e controllo sezionatori TE. Nella nuova SSE di Legnano, il previsto posto satellite pertanto, oltre agli enti propri di SSE, dovrà gestire anche i sezionatori TE previsti lungo linea in corrispondenza delle calate di alimentazione provenienti dalla SSE quali replica dei sezionatori di prima fila. Per quanto riguarda il posto periferico ubicato nella nuova SSE di Legnano, le implementazioni a riguardo fanno parte delle lavorazioni concernenti la realizzazione della SSE e sono ricadenti in altro appalto, ivi comprese le eventuali forniture relative alle apparecchiature per il comando e controllo dei nuovi sezionatori TE.

Un ulteriore nuovo Posto Satellite, da connettere al Posto Pilota di Milano Centrale, sarà da ubicarsi nella nuova cabina TE, in corrispondenza del Raccordo Y verso le ferrovie FNM e dovrà poter gestire oltre agli enti propri di cabina anche i sezionatori TE previsti lungo linea nel nuovo posto di servizio. L'armadio di comando e controllo di detti sezionatori TE sarà ubicato nella sala quadri della cabina TE. Per quanto riguarda il posto periferico ubicato nella nuova cabina TE di raccordo Y, le implementazioni a riguardo fanno parte delle lavorazioni concernenti la realizzazione della cabina TE e sono ricadenti in altro appalto, ivi comprese le eventuali forniture relative alle apparecchiature per il comando e controllo dei nuovi sezionatori TE.

Gli impianti di telecomando saranno dimensionati ed attrezzati per la gestione della configurazione prevista nella fase finale.

Tutto ciò che concerne le canalizzazioni lungo linea e la posa e fornitura dei cavi di comando e controllo dei sezionatori TE è a carico del presente progetto ed è esplicitato in appositi elaborati progettuali[9] [10].

4.5.1 Posto Centrale

Il Posto Centrale del sistema di telecomando computerizzato è ubicato a Milano Centrale.

A causa delle modifiche apportate alla successione dei posti satelliti della linea Rho-Arona, con l'introduzione di nuove entità e la dismissione di parte di quelle esistenti, oggetto di questo progetto, occorre prevedere, nell'impianto DOTE, interventi sia sull'Hardware, sia sul Software delle apparecchiature esistenti, eventualmente

da integrare. Nei successivi punti verranno riepilogati i principali interventi che si ritiene debbano essere effettuati per l'implementazione del sistema.

Hardware

- Modifica ed integrazione delle apparecchiature contenenti i relais di comando e di isolamento per la gestione dei nuovi sezionatori.
- Modifica del quadro sinottico a mosaico con l'inserimento delle tessere e relativi Led per raffigurare la nuova infrastruttura, ovvero interventi SW per la modifica di pagine video in impianto non dotato di sinottico.
- Implementazione Hardware del gestore del quadro per il funzionamento dei Led relativi alle nuove zone elettriche.
- Implementazione Hardware, in funzione delle caratteristiche delle apparecchiature elettroniche di prossima realizzazione, per l'acquisizione del nuovo Posto Satellite e la modifica di quelli esistenti.

Software

- Configurazione del Data Base per l'introduzione dei dati inerenti i nuovi enti o modificati previsti a progetto.
- Configurazione del Data Base per l'introduzione dei dati inerenti la nuova configurazione delle zone elettriche TE della stazione di Rho.
- Configurazione delle nuove pagine video per la gestione delle nuove linee e relativi impianti di alimentazione.

4.5.2 Posti Satelliti

Come già detto si dovrà procedere con la realizzazione di un nuovo posto satellite da ubicarsi nei locali del nuovo fabbricato tecnologico della stazione di Parabiago in sostituzione di quello esistente e tale che possa gestire i nuovi sezionatori TE previsti a progetto ed assorbire le modifiche apportati a quelli esistenti.

Come già detto, le lavorazioni concernenti l'implementazione del posto periferico ubicato nella SSE di Legnano e del posto periferico ubicato nella Cabina TE di raccordo Y fanno parte delle lavorazioni concernenti le SSE e Cabine TE e sono ricadenti in altro appalto.



POTENZIAMENTO DELLA LINEA RHO-ARONA. TRATTA RHO-GALLARATE

QUADRUPLICAMENTO RHO-PARABIAGO E RACCORDO Y

Relazione tecnica Linea di Contatto

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
MDL1	12	D 26 RO	LC 00 00 001	B	32 di 32

La fornitura dell'intero sistema (modifiche al posto satellite esistente e modifiche al posto pilota) deve prevedere anche le apparecchiature di alimentazione, le apparecchiature per realizzare la funzione di registrazione cronologica degli eventi e quanto altro ancora occorra per darlo completo e funzionante ivi compresa la messa in servizio. In particolare sono compresi nella fornitura in opera tutti gli impianti di collegamento occorrenti fra le varie apparecchiature e fra queste e la presa di tensione alternata. Sono altresì compresi i collegamenti tra le apparecchiature e le coppie telefoniche, messe a disposizione da RFI o a cura di altre tecnologie fra posto centrale e satellite per il funzionamento dell'impianto.

5 CONCLUSIONI

Sono stati descritti nella relazione le azioni necessarie per la realizzazione della componente impiantistica della nuova infrastruttura, nonché evidenziati gli interventi di modifica agli impianti in esercizio, con riferimento al sottosistema Trazione Elettrica.

Il presente documento permette quindi di inquadrare qualitativamente gli interventi previsti e consente, attraverso la definizione delle caratteristiche degli impianti e delle apparecchiature, la valorizzazione delle opere a progetto.