

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J71H92000020011

## S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

## PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

## VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO – GENOVA QUADRUPPLICAMENTO TORTONA-VOGHERA

## LINEA DI CONTATTO

## Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto

SCALA:

-

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

I Q 0 1    0 1    R    1 8    R G    L C 0 0 0 0    0 0 1    B

| Rev. | Descrizione                                   | Redatto   | Data           | Verificato  | Data           | Approvato      | Data           | Autorizzato Data                        |
|------|---|-----------|----------------|-------------|----------------|----------------|----------------|---|
| A    | Emissione Esecutiva                           | A.Ferrara | Settembre 2021 | A. Sperduto | Settembre 2021 | M. Berlingieri | Settembre 2021 | Guido Giudi Buffarini<br>Settembre 2021 |
| B    | Rimissione per recepire richieste RFI e CSLPP | A.Ferrara | Dicembre 2023  | A. Sperduto | Dicembre 2023  | L. Martinelli  | Dicembre 2023  | Guido Giudi Buffarini<br>Dicembre 2023  |
|      |   |           |                |             |                |                |                |   |
|      |   |           |                |             |                |                |                |   |

File:

n. Elab.:



## INDICE

|          |   |    |
|----------|---|----|
| <b>1</b> | PREMESSA.....   | 5  |
| <b>2</b> | SCOPO DEL DOCUMENTO.....  | 6  |
| <b>3</b> | RIFERIMENTI.....  | 7  |
| 3.1      | DATI E REQUISITI DI BASE .....  | 7  |
| 3.2      | RIFERIMENTI NORMATIVI.....  | 8  |
| 3.3      | RIFERIMENTI ELABORATI DI PROGETTO .....                                   | 11 |
| <b>4</b> | ABBREVIAZIONI .....   | 11 |
| <b>5</b> | DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE .....                                     | 12 |
| 5.1      | LINEE DI CONTATTO.....  | 12 |
| 5.2      | ASSETTO ALIMENTAZIONI 3kVcc .....   | 14 |
| <b>6</b> | DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A PROGETTO .....                             | 15 |
| 6.1      | STAZIONE DI TORTONA .....   | 16 |
| 6.2      | TRATTA COMPRESA TRA LA STAZIONE DI TORTONA E LA STAZIONE DI VOGHERA ..... | 17 |
| 6.3      | FERMATA DI PONTECURONE .....  | 17 |
| 6.4      | STAZIONE DI VOGHERA.....  | 17 |
| 6.5      | FASI REALIZZATIVE .....   | 18 |
| <b>7</b> | CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO .....                              | 18 |
| 7.1      | CONDUTTURE DI CONTATTO .....  | 18 |
| 7.2      | SOSTEGNI ALLO SCOPERTO IN PIENA LINEA E IN STAZIONE .....                 | 19 |
| 7.3      | SOSPENSIONI.....  | 21 |
| 7.4      | POLIGONAZIONE .....   | 21 |
| 7.5      | COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI .....                                  | 22 |
| 7.6      | BLOCCHI DI FONDAZIONE .....   | 22 |
| 7.7      | CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE.....                                 | 24 |
| 7.8      | SEGNALETICA TE .....  | 25 |



VELOCIZZAZIONE DELLA LINEA MILANO-GENOVA

QUADRUPPLICAMENTO TORTONA - VOGHERA

Relazione Tecnica Generale Linea di Contatto

| COMMESSA | LOTTO | CODIFICA | DOCUMENTO    | REV. | FOGLIO  |
|----------|-------|----------|--------------|------|---------|
| IQ01     | 01    | R 18 RG  | LC 00 00 001 | B    | 4 di 28 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 7.9 | SEZIONATORI E TELECOMANDO TE.....                    | 26 |
| 8   | COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA DEGLI IMPIANTI ..... | 27 |
| 9   | CONCLUSIONI .....                                    | 28 |

## 1 PREMESSA

Il quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera si inserisce nel quadro complessivo degli interventi previsti nello scenario di potenziamento dell'offerta ferroviaria delle direttrici Milano-Genova e Torino-Alessandria-Piacenza.

Nell'ambito dei Progetti per il Piano Lombardia ed al fine di dare continuità all'attivazione del Terzo Valico dei Giovi, RFI ha valutato l'opportunità di effettuare un potenziamento infrastrutturale del corridoio Milano – Genova, includendo negli interventi da realizzare anche il quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera.

Il quadruplicamento tra Tortona e Voghera permetterà di disporre della capacità necessaria per soddisfare gli incrementi di traffico sulle due direttrici. Il layout infrastrutturale di progetto consentirà una separazione dei flussi di traffico tra i collegamenti Torino/Alessandria - Piacenza e le relazioni Milano – Genova garantendo una riduzione delle interferenze negli impianti, a beneficio di un incremento complessivo della regolarità di circolazione.

In particolare, è prevista in progetto un'opera di scavalco consentirà di instradare i treni provenienti da Genova (via TVG)/Alessandria e diretti verso Piacenza sulla "linea Piacenza" senza interferire con i treni provenienti da Milano e diretti verso Genova (via TVG)/Alessandria, che costituiscono il flusso principale secondo il nuovo modello di esercizio. Con quest'opera, da un lato si eliminano le interferenze sulla "linea Milano" in stazione di Tortona, dall'altro si consente una più equa ripartizione dei flussi sui quattro binari.

Il progetto prevede la realizzazione di una nuova coppia di binari tra la Stazione di Tortona e di Voghera, in affiancamento a quella esistente, per un'estesa di circa 16 km.

Le caratteristiche di progetto della linea sono le seguenti:

- modulo linea 750 m
- peso assiale D4
- Codifica per Trasporto Combinato P/C 80
- velocità di progetto 200 km/h in rango C, salvo riduzioni puntuali
- tipologia di traffico: misto (passeggeri e merci)
- profilo minimo degli ostacoli: PMO 5.

È previsto un sistema di distanziamento a 5' tra due treni a seguito. La gestione ed il comando della circolazione dell'insieme della linea quadruplicata, avverrà dal Posto Centrale di Milano Greco Pirelli.

Il regime di circolazione previsto è ERTMS L2 sovrapposto al segnalamento laterale.

Il perimetro dell'intervento riguarda la tratta Tortona (esclusa) – Voghera (esclusa). Gli interventi previsti negli impianti di Tortona e Voghera sono minimali e atti ad accogliere i nuovi binari di quadruplicamento.

È previsto l'adeguamento della fermata di Pontecurone per l'inserimento dei due nuovi binari e di conseguenza saranno adeguati a STI i marciapiedi a servizio viaggiatori (altezza pari a H=55 cm e lunghezza utile di 250 m). Inoltre, il sottopasso dovrà essere opportunamente adeguato per garantire la piena accessibilità anche alle PRM. Le periferiche laP installate nella fermata dovranno essere adeguate per caratteristiche e quantitativi allo standard RFI.

Il Piano di Committenza del progetto prevede un unico appalto multidisciplinare e trattative private singole per le riconfigurazioni tecnologiche degli apparati esistenti.

## 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 particolare al sottosistema Trazione Elettrica. Verranno pertanto esaminati gli aspetti connessi ai sistemi di alimentazione a 3 kVcc assicurati tramite SSE e/o Cabine TE, la configurazione della linea aerea di contatto e le tematiche riferite alla gestione centralizzata in telecomando degli impianti.

Nel seguito è riportato un inquadramento dell'intervento.

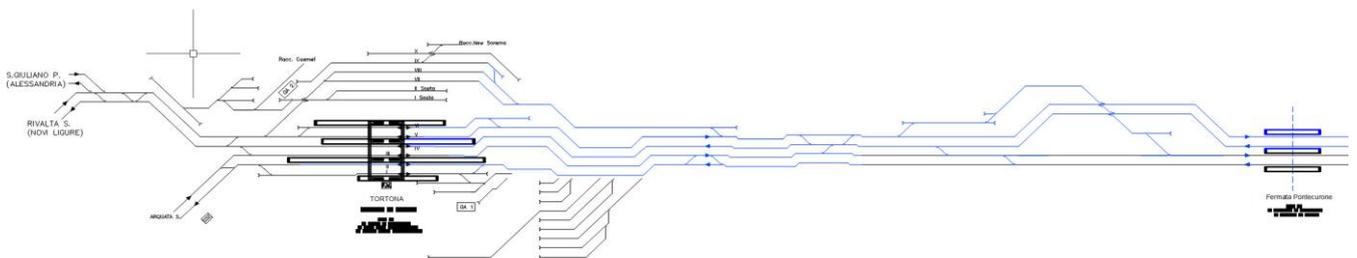


Figura 1. Inquadramento intervento: *Tortona-Pontecurone*

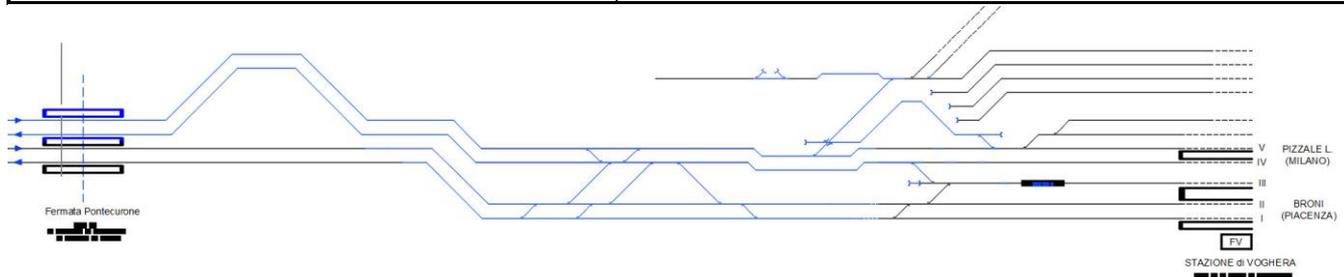


Figura 2. Inquadramento intervento: *Pontecurone-Voghera*

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).

La presente Relazione Tecnica ha lo scopo di definire i requisiti generali, i criteri e gli standard adottati degli impianti di Linea di Contatto del tratto di linea ferroviaria suddetto. Tali requisiti costituiranno la base di riferimento per la stesura del successivo progetto definitivo, evidenziando:

- Le soluzioni architettoniche previste;
- I sottosistemi/componenti principali costituenti il sistema;
- Le funzioni ad essi demandate.

### 3 RIFERIMENTI

Il progetto di cui il presente elaborato costituisce parte integrante si riferisce ad impianti che rientrano negli attuali standard RFI.

#### 3.1 DATI E REQUISITI DI BASE

Per il presente documento sono stati presi a riferimento gli elaborati di progetto prodotti dalle altre specialistiche, e in particolare:

- Plano-Profili, Planimetrie, sezioni e fasi costruttive di tracciato e Opere civili;
- Profilo schematico IS di progetto.

### 3.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Nell'esposizione della presente relazione si farà implicito riferimento sia alle Norme tecniche che alle Leggi vigenti, nella loro edizione più recente.

Le caratteristiche generali d'impianto e le scelte tecniche che sono alla base della progettazione degli impianti di TE/LC, esplicitate in questa relazione, discendono da un'attenta e responsabile applicazione delle istruzioni tecniche RFI e relativi standard impiantistici, nonché delle normative tecniche specifiche vigenti, laddove applicabili.

A scopo indicativo e non esaustivo vengono qui di seguito elencate le principali fonti normative e gli standard RFI a cui è stato fatto riferimento:

- **RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A** "Istruzione per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc".
- **Circolare F.S. RE/ST.IE/1/97-605 Ed.1997** - "Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc".
- **RFI-DTC.ST.EVA0011\PI\2017\0000108 del 05/06/2017**: Modifica della circolare RE/ST.IE - IE/11/98-605.
- **RFI DPRIM STF IFS TE 086 A - 2012**: Cavo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diametro 19,62 mm.
- **RFI DPRDIT STF IFS TE080 A - 2013**: Conduttore nudo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diametro 15,82 mm.
- **RFI DMA LG IFS 8 B, Ed. 09/2008** - "Segnaletica per linee di Trazione Elettrica".
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 032 A - 2021**: Cartelli, targhe e bandierine per impianti di trazione elettrica a 3 kVcc.
- **RFI DPR IM TE SP IFS 033 A** – "Linee guida per la redazione degli elaborati progettuali TE 3kV".
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A - Capitolato Tecnico TE Ed. 2014.** - "Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione" completo di elenco disegni, allegato E 70598 e disegni in esso richiamati.

- **RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A** “Sistema per il sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie”.
- **RFI DMA IM TE SP IFS 009 A - 2008:** Isolatore portante per linee aeree di contatto a 3 kVcc.
- **RFI DMA IM TE SP IFS 010 A - 2008:** Morsetto per corde portanti dal diametro di 14 mm per linee aeree di contatto a 3 kVcc.
- **RFI DMA IM TE SP IFS 015 A - 2008:** Morsetto in CuNi2Si per l'attacco del filo sagomato sez. 100 - 150 mmq al tirantino di poligonazione.
- **RFI DPRIM STF IFS TE 146** “Dispositivo motorizzato bipolare di cortocircuito per il sistema di trazione a 3 kVcc”.
- **Istruzione Tecnica TC.T./TC.C/ES.I-18-605 del 12/10/92** – “Applicazione di connessioni elettriche alle rotaie e agli apparecchi del binario”.
- **RFI-DTC STS ENE SP IFS TE 040A - 2015:** Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto.
- **RFI DPRIM STF IFS TE 111 Sper - 2013:** Limitatore di tensione statico per gli impianti di terra e di ritorno T.E. per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc.
- **Regolamento 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità** per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019 e con Regolamento (UE) 2023/1694 del 10/08/2023.
- **Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014** - relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019 e con Regolamento (UE) 2023/1694 del 10/08/2023.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni, DM del 17/01/2018.**
- **RFI DTC ST E SF EN SS 147 1 A – 2023:** “Cavi elettrici unipolari in rame per l'alimentazione

delle linee di trazione a 3 kVcc con classificazione di reazione al fuoco ai sensi del Regolamento UE 305/2011.

- **RFI DTC ST E SP IFS LF 650 A – 2020:** “Istruzione tecnica per la fornitura e l’impiego dei cavi negli impianti ferroviari del settore energia.
- **Norma CEI EN50119 (9.2)** - “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica”.
- **Norma CEI EN 50122/1:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno - Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico.
- **Norma CEI EN 50122/2:** Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno - Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua.
- **TE 90 - 1987:** Norme tecniche per la fornitura di materiali ferrosi per linee ed impianti elettrici (esclusi pali, portali tubolari e mensole tubolari) (in vigore integrata con nota DI/QUA/009/420 del 25/05/2000);
- **TE 119 - 1974:** Norme tecniche per la fornitura di mensole tubolari per le linee di contatto (in vigore integrata con nota DI/TC.TE.IT/009/131 del 16/02/2000).
- **Specifica Tecnica RFI-DTC-ST-E-SP-IFS-TE-060-C Ed. 2020** - “Costruzione blocchi di fondazione con pilastrino per pali TE flangiati e piastre TT”.
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 037 A** - Sostegni flangiati tipo LSU e sostegni tipo LSU-S per aggrappature.
- **RFI DTC STS ENE SP IFS TE 047 B** - Tirafondi per sostegni flangiati e per le piastre per TT delle LC aeree.
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 077 A - 2019** - Unità per Comando e Controllo Sezionatori TE Autoalimentati da LdC 3kV.

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

### 3.3 RIFERIMENTI ELABORATI DI PROGETTO

1. IQ0101R18DXLC0000001 – Schema elettrico di alimentazione TE - ATTUALE
2. IQ0101R18DXLC0000002 – Schema elettrico di alimentazione TE - FINALE DI PROGETTO.
3. IQ0101R 18WBLC0000001 – Sezione Tipologica TE.

## 4 ABBREVIAZIONI

Ai fini della presente Relazione Tecnica, valgono le seguenti abbreviazioni:

|        |   |
|--------|---|
| RFI    | Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.              |
| STF    | Specifica Tecnica di Fornitura                |
| TE     | Trazione Elettrica                            |
| LdC    | Linea di Contatto                             |
| C.P.R. | Corda Portante Regolata                       |
| C.P.F. | Corda Portante Regolata                       |
| LS     | Linea Storica                                 |
| LSU    | Palo tralicciato flangiato alla base tipo LSU |
| CdT    | Circuito di Terra di protezione               |
| CI     | Connessione Induttiva                         |
| CR     | Catenaria rigida                              |
| PES    | Programma di Esercizio                        |
| PRG    | Piano Regolatore Generale                     |
| PdE    | Piano di Elettrificazione                     |
| SCC    | Sistema di Comando e Controllo                |
| SSE    | Sottostazione Elettrica di Conversione        |
| CdR:   | Circuito di Ritorno TE                        |

|      |  |
|------|--|
| DM   | Dirigente Movimento  |
| TS:  | Tronco di Sezionamento                                       |
| RA   | Posto di Regolazione Automatica delle condutture di contatto |
| PF   | Punto Fisso  |
| PM   | Posto Movimento  |
| TT   | Tirante a Terra  |
| POI  | Portale di Ormezzio Interno                                  |
| POE  | Portale di Ormezzio Esterno                                  |
| P.C. | Posto di Comunicazione                                       |
| P.M. | Posto di Movimento   |

## 5 DESCRIZIONE DELLO STATO ATTUALE

### 5.1 LINEE DI CONTATTO

La tratta in esame si estende tra le stazioni di Tortona e di Voghera, lungo le direttici MI-GE e PI-AL (direttrice Mediopadana), per uno sviluppo complessivo di circa 16 km e comprende i seguenti posti di servizio:

|             |          |
|-------------|----------|
| Voghera     | stazione |
| Pontecurone | fermata  |
| Tortona     | stazione |

Nella figura successiva è riportato uno sinottico della situazione esistente della linea.

## LAYOUT LINEA ESISTENTE

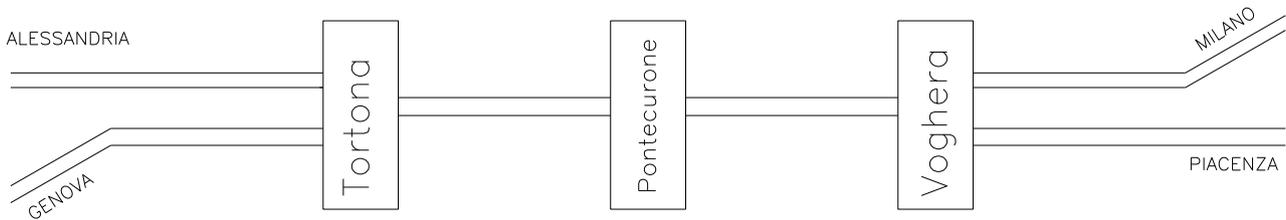


Figura 3. Layout della linea esistente

L'elettrificazione nella zona di intervento risulta realizzata secondo quanto indicato nel seguito:

**Stazione di Voghera:** L'impianto, per la parte viaggiatori, è composto da 7 binari di circolazione tutti serviti da marciapiede. I binari di corretto tracciato sono il I e II per la linea Piacenza-Alessandria e i binari IV e V per la linea Milano-Genova; il binario III è un binario di precedenza per entrambe le linee. In stazione, inoltre, sono presenti i binari dal VIII al XI che costituiscono un fascio di arrivi e partenze dedicato al servizio merci. La stazione è sede di SSE ubicata al km 38+227 da Alessandria.

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

- 440/320 mm<sup>2</sup> con corda portante fissa sui binari di corsa della linea MI-GE e della linea AL-PI;
- 220 mm<sup>2</sup> con corda portante fissa sui binari secondari, sulle comunicazioni e nei parchi.

La tratta di linea fra la stazione di Voghera e la fermata di Pontecurone, dal km 36+048 al km 31+808 (da Alessandria) per una estesa di 4,240 km, è elettrificata con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm<sup>2</sup> con corde portanti regolate sui due binari di corsa.

**Fermata di Pontecurone:** L'impianto è costituito da 2 binari di circolazione entrambi serviti da marciapiede. Essi rappresentano i binari di corretto tracciato sia della linea Milano-Genova che della linea Piacenza-Alessandria.

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

- 440 mm<sup>2</sup> con corde portanti regolate sui due binari di corsa;

La tratta di linea fra la fermata di Pontecurone e la stazione di Tortona, dal km 29+845 al km 23+033 (da Alessandria) per una estesa di 6,812 km, è elettrificata con condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm<sup>2</sup> con corde portanti regolate sui due binari di corsa;

**Stazione di Tortona:** L'impianto di Tortona, in seguito alla messa a PRG della stazione (a cura di altro appalto), risulta costituito da 10 binari di cui i primi 6 sono serviti da marciapiede.

I binari II e III rappresentano i binari di corsa della linea proveniente da Arquata Scrivia, in corretto tracciato in ingresso da Genova e allacciata alla linea da/per Milano in deviata sulla radice per Voghera. Sui binari IV e V si immette in corretto tracciato la nuova linea da Genova, III valivo dei Giovi, diretta a Milano; su tale linea si immette la linea proveniente da Alessandria.

I binari I, e VI sono binari di precedenza; infine i binari dal VII al XI, compresi i binari tronchi I e II Sosta, costituiscono un fascio di arrivi e partenze dedicato al servizio merci.

La stazione è sede di SSE ubicata al km 21+300 circa da Alessandria.

Allo stato inerziale, per l'elettrificazione dell'impianto di Tortona, risultano impiegate condutture di sezione complessiva pari a:

- 440 mm<sup>2</sup> con Corda Portante Regolata, sui binari II e III per la linea Genova Storica e IV e V per la linea Alessandria/Genova AV (Terzo Valico);
- 220 mm<sup>2</sup> con Corda Portante Fissa sui binari secondari e sulle comunicazioni.

## 5.2 ASSETTO ALIMENTAZIONI 3kVcc

L'esistente infrastruttura, nella quale andrà ad inserirsi l'intervento in progetto, risulta alimentata da due SSE di conversione inserite nelle reti di distribuzione nazionali.

L'alimentazione delle linee Milano – Genova e Alessandria – Piacenza avviene a 3 kV c.c. con catenaria di sezione 440 mm<sup>2</sup> derivata dalla SSE di Voghera, lato Milano-Piacenza, e dalla SSE di Tortona, lato Genova-Alessandria.

Entrambe le due sottostazioni sono state oggetto negli ultimi anni di lavoro di rinnovo da parte di RFI che hanno tenuto conto del futuro quadruplicamento della tratta Tortona-Voghera, per cui il progetto in oggetto non prevede interventi in sottostazione.

Di seguito si riepilogano le principali caratteristiche delle due SSE esistenti nella zona di intervento:

- SSE di Tortona, situata circa al km 21+066 da Alessandria: due gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, alimentata a 132kV da Terna;
- SSA di Voghera, situata circa al km 38+227 da Alessandria: 2 gruppi raddrizzatori di riferimento 2x5,4 MW, alimentata a 132kV da Terna.

## 6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI A PROGETTO

Le opere a progetto consistono, sinteticamente, nel potenziamento infrastrutturale delle due direttrici Milano – Genova e Alessandria – Piacenza attraverso il quadruplicamento della tratta Tortona – Voghera.

La realizzazione di quanto sopra si traduce nella ridefinizione dei limiti della stazione di Tortona e di Voghera.

Un quadro schematico degli interventi a progetto è riportato di seguito.

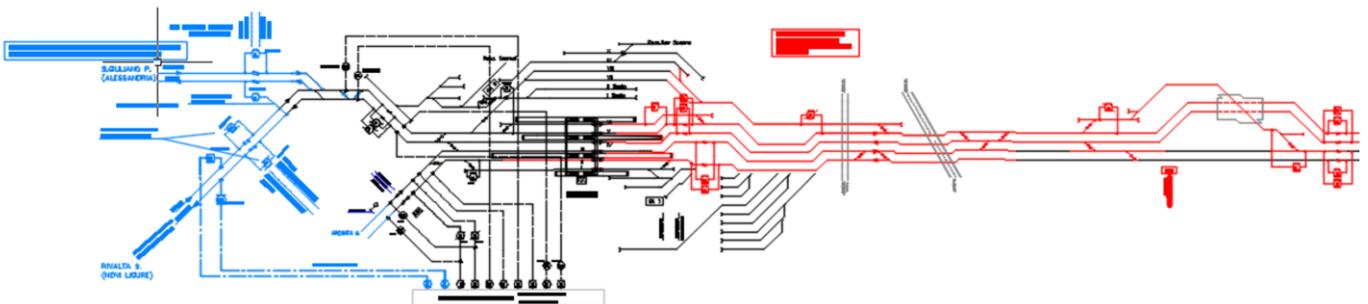


Figura 4 - Quadro schematico degli interventi – STAZIONE DI TORTONA

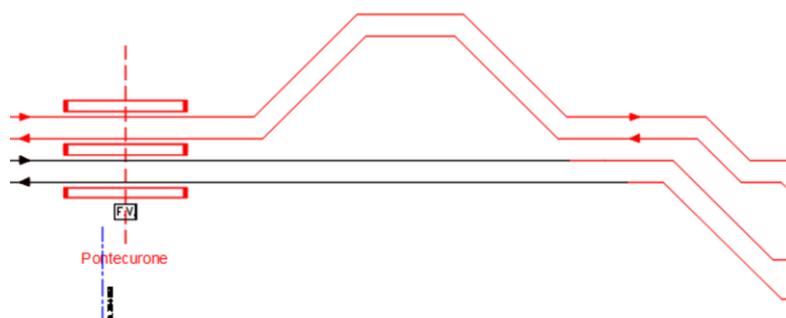


Figura 5 - Quadro schematico degli interventi – TRATTA TORTONA-VOGHERA

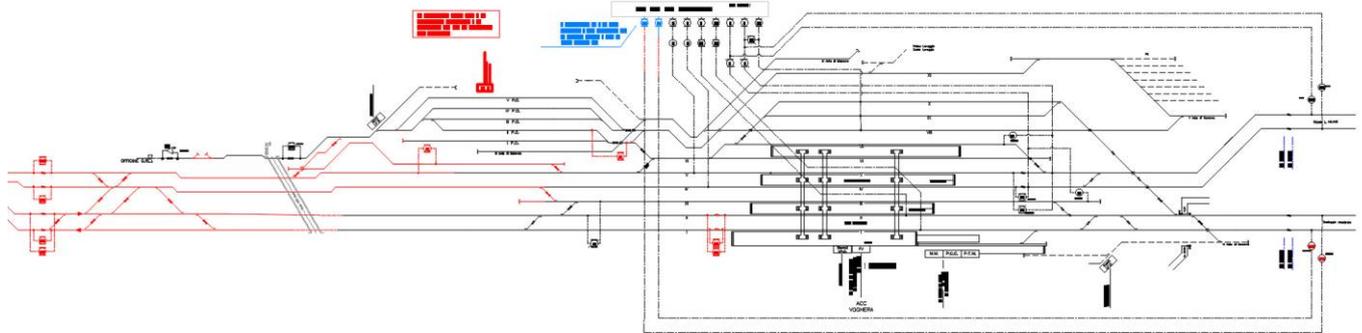


Figura 6 - Quadro schematico degli interventi – STAZIONE DI TORTONA

## 6.1 STAZIONE DI TORTONA

Il quadruplicamento della tratta Tortona – Voghera comporta la modifica della radice lato Milano della stazione di Tortona per tener conto della penetrazione nel suddetto impianto dei due nuovi binari e per meglio fluidificare il traffico ferroviario proveniente dalle linee afferenti.

Con il progetto di PRG della stazione di Tortona è stato previsto il passaggio di tipologia di catenaria allo standard RFI da 440mmq Corda Portante Regolata con mensola in acciaio, per i binari di corsa di stazione, ad eccezione dei binari AV, IV e V, per i quali è stato previsto il passaggio di tipologia di catenaria allo standard RFI da 440mmq Corda Portante Regolata con mensola in alluminio, fino a prima delle comunicazioni P/D dei binari di corsa lato Milano, per continuità tecnica con quanto previsto dal progetto AV III Valico, che prevedeva l'utilizzo della mensola in alluminio fin dentro la stazione di Tortona.

Il progetto in oggetto prevedrà le analoghe scelte tecniche per le modifiche da realizzare nella stazione di Tortona, a seguito dell'ingresso del quadruplicamento Voghera-Tortona.

L'intervento, inoltre, prevederà l'estensione dell'impianto di Tortona e i nuovi portali di uscita saranno posizionati oltre l'opera di scavalco che consentirà di instradare i treni provenienti da Genova (via TVG)/Alessandria e diretti verso Piacenza sulla "linea Piacenza" senza interferire con i treni provenienti da Milano e diretti verso Genova (via TVG)/Alessandria.

## 6.2 TRATTA COMPRESA TRA LA STAZIONE DI TORTONA E LA STAZIONE DI VOGHERA

Nella tratta compresa tra le stazioni di Tortona e Voghera, per i nuovi binari AV di quadruplicamento, il progetto prevederà lo standard RFI da 540mmq Corda Portante Regolata con mensola in alluminio, per continuità tecnica con quanto previsto sui binari AV della linea proveniente da Genova III Valico dei Giovi.

Nella tratta compresa tra le stazioni di Tortona e Voghera, per i binari della linea storica esistente, il progetto prevederà l'up-grade della catenaria allo standard RFI da 540mmq Corda Portante Regolata con mensola in alluminio, anche alla luce della verifica preliminare sull'idoneità del sistema di alimentazione relativamente ai collegamenti tra Genova e Milano, che ITF ha effettuato su richiesta della Committenza tempo fa.

## 6.3 FERMATA DI PONTECURONE

A seguito degli interventi previsti a progetto, la fermata sarà adeguata per consentire l'inserimento dei due nuovi binari; inoltre saranno adeguati a STI i marciapiedi a servizio viaggiatori (altezza pari a H=55 cm e lunghezza utile di 250 m) e il sottopasso sarà opportunamente modificato per garantire la piena accessibilità anche alle PRM.

Per quanto riguarda l'elettificazione, il progetto prevederà lo standard RFI da 540mmq Corda Portante Regolata con mensola in alluminio, sia per i binari della linea storica che per i binari AV della Milano-Genova.

## 6.4 STAZIONE DI VOGHERA

Nella stazione di Voghera, il progetto prevederà il passaggio di tipologia di catenaria allo standard RFI da 440mmq Corda Portante Regolata (requisito minimo per la certificazione dell'impianto) con mensola in acciaio, per i binari di corsa di stazione oggetto dell'intervento, fino all'emisezionamento di stazione dove sarà realizzato il passaggio da corda regolata a corda fissa; in tutta la parte di stazione lato Milano, non oggetto di modifiche del piano del ferro, non sarà realizzato alcun intervento di rinnovo TE. L'uso della mensola in acciaio comporta un intervento meno invasivo nella stazione in quanto limitato al solo corridoio dei binari di corsa, con un consistente risparmio economico.

Il limite di certificazione della catenaria della stazione di Voghera è rappresentato dal suddetto emisezionamento di stazione.

Inoltre è previsto a progetto il riassetto delle alimentazioni TE a 3 kV c.c. dalla SSE di Voghera e in corrispondenza dell'emisezionamento di stazione per i binari della Piacenza-Alessandria (sezionatori 23 e 26), il sezionamento con isolatore di sezione sarà sostituito con un sezionamento a spazio d'aria.

## 6.5 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.

Per le stazioni di Tortona e di Voghera, buona parte degli interventi saranno condizionati dall'esercizio ferroviario. Tali lavori saranno effettuati 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. Le restanti lavorazioni sono da considerarsi fuori esercizio.

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.

## 7 CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

Le caratteristiche della Linea aerea di Contatto e di Alimentazione degli impianti T.E. allo scoperto e in galleria saranno rispondenti agli attuali standard R.F.I. previsti per impianti simili e uniformate a quelle già poste in essere per quasi tutti gli interventi previsti

### 7.1 CONDUTTURE DI CONTATTO

L'impianto di elettrificazione dovrà essere costituito da LdC del tipo "a catenaria", con sospensione longitudinale; di seguito sono elencate le caratteristiche principali:

- **LdC su binari di corsa di stazione allo scoperto:** Conduttura di sezione complessiva pari a 440 mm<sup>2</sup> in rame, ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125daN e due fili sagomati da 100 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000daN.
- **LdC su binari di piena linea allo scoperto:** Conduttura di sezione complessiva pari a 540 mm<sup>2</sup>

in rame, ottenuta mediante l'impiego di due corde portanti da 120 mm<sup>2</sup>, regolate e tesate ciascuna al tiro di 1500daN e due fili sagomati da 150 mm<sup>2</sup>, regolati e tesati ciascuno al tiro di 1875daN.

- **LdC su binari di precedenza di stazione e comunicazioni tra bin. di corsa e tra bin. di corsa e bin. di precedenza (nuovi ed esistenti):** Conduttura di sezione complessiva pari a 220 mm<sup>2</sup> in rame ottenuta mediante l'impiego di una corda portante da 120 mm<sup>2</sup>, tesata al tiro di 819daN (a 15°C) e un filo sagomato da 100 mm<sup>2</sup>, regolato e tesato al tiro di 750daN.

Per la posa in opera e quindi la tesatura dei conduttori delle nuove linee di contatto si farà riferimento ai seguenti elaborati tipologici di RFI:

- **E65070:** Tabella di tesatura corda portante sezione 120 mm<sup>2</sup> per montaggio con tiro frenato;
- **E70488:** Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura a pulegge su sostegno "LSU";
- **E70489:** Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura a pulegge su portali di ormeggio.

Le suddette condutture, in corrispondenza degli ormeggi su pali, dovranno essere integrate da dispositivi di ripresa dei conduttori.

La regolazione automatica del tiro dovrà essere ottenuta per mezzo di contrappesi e dispositivi a taglie con pulegge in linea e dispositivo di sicurezza, con rapporto di riduzione 1/5.

## 7.2 SOSTEGNI ALLO SCOPERTO IN PIENA LINEA E IN STAZIONE

Allo scoperto, in piena linea e nella stazione di progetto, dovranno essere utilizzati:

- sostegni a palo del tipo a traliccio della serie "LSU" e "LSU-S" flangiati alla base e conformi alla STF "RFI.DTC.STS.ENE.SP.IFS.TE.037" vigente;
- portali di ormeggio conformi ai disegni di RFI "E64761" e "E64676".

I sostegni a palo in piena linea dovranno essere posizionati secondo le seguenti modalità:

- Linee a doppio binario: esternamente ai binari;

- Linee a semplice binario: sul lato a sinistra di chi percorre la linea nel senso legale di marcia dei treni.

I dettagli costruttivi relativi ai sostegni tipo "LSU", da impiegare in piena linea e in ambito stazione/fermata con fondazioni in piano ed in rilevato, sono definiti rispettivamente dagli elaborati tipologici di RFI "E66013".

La tabella di impiego dei sostegni "LSU" e dei relativi blocchi di fondazione in piano ed in rilevato di piena linea e in stazione/fermata, è definita rispettivamente dagli elaborati di RFI "E64864" e "E65073".

I portali di ormeggio sono costituiti da n.2 piloni e da n.1 trave di ormeggio e sono riconducibili in n.2 tipologie di seguito elencate:

- Portali di ormeggio a un binario: luce netta tra i piloni pari a 6,40 m;
- Portali di ormeggio a due binari: luce netta tra i piloni pari a 10,30 m.

I dettagli costruttivi sono indicati nell'elaborato tipologico di RFI "E65018: Portali di ormeggio".

La distanza dei sostegni (pali e portali) dalla rotaia più vicina (DR) normalmente non deve essere inferiore a 2,25 metri. Tale distanza è misurata sul piano del ferro tra la superficie esterna del sostegno dal lato del binario ed il bordo interno della rotaia più vicina.

Qualora, nelle stazioni/fermate, circostanze ed impedimenti locali rendano impossibile il raggiungimento di tale quota di rispetto, dovranno essere adottate le distanze minime riportate nella seguente tabella conforme alla "tabella 13" del capitolato tecnico TE Ed.2014:

| Tipo di binario                              | Distanza Palo-Rotaia Minima (m) |                                   |                             |                              |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
|  | Rettifilo                       | Esterno curva<br>R $\geq$ 250 (m) | Interno curva<br>R>1500 (m) | Interno curva<br>R>1500 (m)] |
| Binari di corsa, di precedenza e di incrocio | 2,00                            |                                   |                             |                              |
| Binari secondari                             | 1,75                            |                                   |                             |                              |

Per quanto riguarda per gli impianti esistenti la distanza dei sostegni dal binario, resta valido quanto indicato nella nota RFI-DPR-IMA.TEVA0011\P\2010\0000119 del 06.05.2010.

Le massime distanze tra sostegni successivi (campate) in funzione della geometria di tracciato ed in funzione delle poligonazioni sono definite dall'elaborato di RFI:

- **E65061**: Tabella campate massime, poligonazione fune e filo in funzione del raggio di curva.

In alcuni casi particolari, a causa della indisponibilità di idonee interviste, verrà previsto l'impiego di travi di sospensione (TN) secondo gli standard RFI (disegno E64923).

Tutte le travi di lunghezza superiore a 26m, non appartenenti alla categoria TN, sono da considerarsi fuori standard; pertanto nella fase progettuale successiva dovranno essere oggetto di apposita richiesta di autorizzazione all'utilizzo alla Direzione Tecnica di RFI accompagnata dalle relative relazioni di calcolo.

### 7.3 SOSPENSIONI

Le sospensioni saranno di tipo tradizionale con isolamento in composito, fissate a:

- mensole orizzontali in alluminio ubicate su sostegni tipo LSU flangiati in stazione per i binari AV e in piena linea per tutti i binari,
- a mensole orizzontali in acciaio ubicate su sostegni tipo LSU flangiati in stazione per tutti gli altri binari.

L'isolatore portante per linee di contatto a 3kV cc è rispondente al disegno E64447 e Specifica Tecnica di fornitura RFI DMA IMTE SP IFS 009 A.

Il complesso di montaggio della sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440mm<sup>2</sup>, 540 mm<sup>2</sup> e 270 mm<sup>2</sup> è riportato dall'elaborato di RFI:

- **E56000/1s**: Sospensione di piena linea;
- **E70421**: Sospensione di galleria.

### 7.4 POLIGONAZIONE

In generale i fili di contatto si posizionano alternativamente a destra ed a sinistra dell'asse del binario. Tale alternanza di poligonazione è definita come:

- poligonazione positiva: poligonazione rivolta verso il sostegno;
- poligonazione negativa: poligonazione rivolta in modo opposto al sostegno.

Per la definizione delle poligonazioni "P" in corrispondenza di sostegni e sospensioni con impiego normale si utilizza il valore a 200 mm rispetto all'asse del binario in modo conforme all'elaborato:

- **E65061**: Tabella campate massime e poligonazioni in funzione del raggio di curva;

Non sono ammessi valori di poligonazione tali per cui i tirantini di poligonazione siano soggetti a compressione.

## 7.5 COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI

Per assicurare la continuità elettrica tra le corde portanti ed i fili di contatto si prevede l'impiego di collegamenti elettrici realizzati con corda di rame ed adeguata morsettiera.

Le tipologie di collegamenti sopra indicate unitamente ai relativi dettagli costruttivi ed alle indicazioni per il posizionamento ed il montaggio degli stessi per LdC 440 mm<sup>2</sup> sono riportate nell'elaborato tipologico di RFI:

- **E56000/11s, rev e**: Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica.

## 7.6 BLOCCHI DI FONDAZIONE

I blocchi di fondazione per sostegni TE (pali di tipo "LSU" e portali di ormeggio) devono essere costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ( $R_{ck} > 30$  N/mm), con requisiti secondo norma UNI 9858/91 e tutti i dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati:

- **E64865**: Blocchi di fondazione e relative armature per sostegni "LSU" di piena linea e stazione;
- **E65020**: Fondazioni per portali di ormeggio.

La tabella di impiego delle fondazioni per sostegni tipo "LSU" è riportata negli elaborati tipologici di RFI:

- **E64864** nei casi di piena linea;
- **E65073** nei casi di stazione / fermata.

La costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla specifica di RFI "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060".

Il montaggio dei sostegni "LSU" sulle relative fondazioni deve avvenire mediante l'impiego di n°4 tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato ed equipaggiati con boccole e rosette isolanti definiti dall'elaborato

- **E64866:** Tirafondi per sostegni "LSU" di piena linea allo scoperto e stazione;

(le boccole e rosette isolanti sono necessarie per un completo isolamento tra il sostegno tipo "LSU" ed i tirafondi annegati nel blocco di fondazione).

Il montaggio dei portali di ormeggio sulle relative fondazioni deve avvenire mediante l'impiego della carpenteria di ancoraggio equipaggiata di boccole e rosette isolanti come da elaborato "E65022".

Sui viadotti e/o manufatti in c.a. i sostegni a palo di tipo "LSU" dovranno essere fissati secondo le seguenti modalità:

- su impalcato tramite n.4 fori predisposti per il passaggio dei bulloni di fondazione del sostegno a palo;
- su manufatto in c.a. tramite n.4 fori di attesa predisposti per l'inghisaggio dei tirafondi del sostegno a palo.

I blocchi di fondazione dei tiranti a terra dovranno essere costituiti da conglomerato cementizio armato con l'impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ( $R_{ck} > 30$  N/mm<sup>2</sup>), con requisiti secondo norma UNI 9858/91. I dettagli costruttivi relativi ai blocchi di fondazione per i tiranti a terra ed alle relative piastre di base di piena linea sono definite dai seguenti elaborati:

- **E64881:** Blocchi di fondazione e relative armature per tiranti a terra tipo "TTA", "TTB" e "TTC";
- **E64874:** Tirafondi per piastre per tiranti a terra tipo TTA, TTB e TTC di piena linea allo scoperto e stazione;
- **E64867:** Piastre singole e doppie per tiranti a terra tipo TTA, TTB e TTC di piena linea allo scoperto e stazione.

La costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla specifica "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060".

Il montaggio delle "Piastre per tiranti a terra" deve avvenire mediante l'impiego di tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato, opportunamente equipaggiati con boccole e rosette isolanti come previsto dall'elaborato "E64874".

La tabella d'impiego relativa ai tiranti a terra, unitamente all'elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio delle varie tipologie di tiranti a terra sono definite dall'elaborato di RFI:

- **E64854:** Schema di assemblaggio dei tiranti a terra per sostegni tipo LSU.

Tutta la carpenteria di fissaggio dei sostegni TE e dei TT, non inclusa nel catalogo materiali di RFI, dovrà essere di fornitura Appaltatore.

## 7.7 CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE

Il circuito di terra e di protezione dovrà essere realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nel rispetto di quanto previsto di seguito per i vari impianti ed impieghi.

In corrispondenza di tutti i tratti di linea esistente nei quali occorrerà effettuare modifiche/integrazioni all'impianto TE, anche il circuito di messa a terra di protezione dovrà essere adeguato in modo da ripristinare la continuità e la funzionalità di quello esistente.

Il circuito di terra e protezione di piena linea dovrà essere realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in conduttore TACSR nudo di sezione 170 mm<sup>2</sup> opportunamente sezionato ogni 3000 m circa, mediante impiego di isolatori ad anello tipo "I624".

Ciascun nuovo sostegno deve essere collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia. Le estremità del tratto di circuito di terra dovranno essere collegate al binario o alle connessioni induttive (in funzione del tipo di circuito di ritorno presente) tramite un limitatore di tensione per circuito di protezione TE (laddove presente a progetto).

Il collegamento pari/dispari centrale e quelli alle estremità dovranno essere effettuati tramite due corde di rame del diametro di 14 mm (19x2,8) sostenute dai sostegni TE o da sostegni appositi (laddove presente a progetto).

In tal modo si realizza un circuito chiuso collegato alle estremità, tramite limitatore di tensione per circuito di protezione TE, al circuito di ritorno alternativamente disposto sul binario pari e sul binario dispari.

Il limitatore di tensione da adottare è quello previsto dalla specifica tecnica RFI DMAIM TE SPIFS 001 B, considerando anche quanto indicato nella nota RFI DPR\A0011\P\2013\0003018 del 17.04.2013.

I collegamenti trasversali precedentemente descritti e il collegamento del limitatore di tensione, sia per quanto concerne la disposizione che per i materiali necessari, sono illustrati nell'elaborato RFI:

- **E56000/12s:** Circuito di Terra.

Le corde di acciaio-alluminio dovranno essere montate sul sostegno dalla parte opposta alla linea di contatto ed alle seguenti quote:

- n.1 corda TACSR a 200 mm al di sotto della quota del piano teorico di contatto;
- n.1 corda TACSR a 2200 mm al di sopra della quota del piano teorico di contatto.

Per quanto riguarda la disposizione e la costituzione degli ormeggi della corda TACSR, questi dovranno essere realizzati secondo quanto esposto nell'elaborato "E56000/12s: Circuito di terra".

Le corde TACSR dovranno essere tesate attenendosi a quanto definito dall'elaborato:

- **E70597:** Tabella di posa della corda TACSR utilizzata come fune di terra dei pali TE.

In presenza di blocco automatico il limitatore di tensione, posto alle estremità del tratto di CdT, dovrà essere collegato al binario attraverso il centro della più vicina connessione induttiva.

## 7.8 SEGNALETICA TE

Il progetto di segnaletica TE dovrà essere in linea con quanto richiesto dalla:

- **RFI.DMA.LG.IFS.8.B** "Linea Guida per l'applicazione della segnaletica TE"

la quale fornisce indicazioni sulle prescrizioni costruttive, sui criteri di utilizzazione e di installazione della segnaletica di individuazione e di sicurezza.

In particolare, per i sostegni TE saranno posati tutti i cartelli di individuazione, costituiti da una targa di colore bianco con caratteri neri e realizzata come indicato nel disegno RFI E.64498, sul quale dovranno essere riportate, distribuite su righe diverse, le seguenti informazioni:

- proprietà e valore della tensione di alimentazione delle linee di contatto;
- tipologia e relativa tensione dell'altra linea sostenuta;
- numero del sostegno;

- tipo del sostegno
- indicazione del posto telefonico più vicino

Le targhe segnaletiche per l'individuazione delle zone elettriche di stazione e nelle zone di sovrapposizione presenti in corrispondenza dei tratti di sezionamento dovranno essere realizzate come da disegno RFI E.70308 e posate sulla fune portante alla distanza di 1 metro dalla sospensione.

L'individuazione dei sezionatori avverrà attraverso apposite targhe gialle, di dimensioni 330 x 140 mm, con riportata su una sola faccia, la scritta serigrafata di colore azzurro, realizzata come indicato nel disegno RFI E70307.

La targa dovrà essere applicata sul coperchio degli argani con appositi collanti in grado di resistere alle condizioni climatiche.

## 7.9 SEZIONATORI E TELECOMANDO TE

Si prevede di adottare sezionatori del tipo a corna con comando motorizzato e dotati di telecomando (gestiti dal Posto Pilota/DOTE di Milano Greco Pirelli), e generalmente montati su pali o portali di stazione.

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.

Per gli impianti di Tortona e Voghera si dovrà provvedere all'adeguamento dell'attuale comando dei sezionatori TE e dei posti periferici di telecomando TE esistenti.

A Tortona, vista la considerevole estensione dell'impianto, per i sezionatori 1 e 2, 101 e 102 in corrispondenza dei portali di fine impianto e per i sezionatori 40 e 42 (come da schema TE di progetto) sarà utilizzata la versione autoalimentata direttamente dalla TE a 3kV, con comando in fibra ottica portata al gestore d'area più vicino (nuovo GA3 in progetto alla chilometria 25+290 da Alessandria). Nelle successive fasi di progettazioni sarà valutata la possibilità di posizionare le apparecchiature radio in SSE invece che al GA3, se la copertura lo consentirà.

## 8 COMPATIBILITA' ELETTROMAGNETICA DEGLI IMPIANTI

I campi elettromagnetici prodotti dalla linea di trazione a 3 kVcc durante la fase di esercizio saranno di tipo continuo (a frequenza pari 0 Hz), e quindi della stessa natura del campo magnetico naturale terrestre, che alle latitudini italiane assume un valore pari a circa 40  $\mu$ T.

Le sorgenti di tale natura non sono regolamentate da una normativa nazionale, in quanto non è applicabile il DPCM dell'8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", ma sono disponibili solo dei riferimenti internazionali costituiti in particolare dalle linee guida dell'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection).

Per il caso in oggetto occorre far riferimento alle "LINEE GUIDA SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI (2009). In tale linea guida, il limite di esposizione a campi magnetici statici per il pubblico in generale è fissato a valori molto più alti rispetto a quanto imposto dalla normativa nazionale per campi magnetici a 50 Hz. In particolare, le Linee Guida fissano un limite a 400 mT. A causa di potenziali effetti indiretti avversi, l'ICNIRP riconosce anche che si debbano adottare provvedimenti pratici per impedire pericolose esposizioni inconsapevoli di persone con dispositivi medici elettronici impiantati o con impianti contenenti materiale ferromagnetico, nonché pericoli dovuti a oggetti volanti, che possono portare a restrizioni a livelli molto più bassi, come 0,5 mT. Nel sistema 3 kVcc, tali valori sono sempre ampiamente confinati all'interno della sede ferroviaria. Occorre, infine, considerare che anche gli effetti di eventuali correnti armoniche a frequenze multiple della fondamentale (50 Hz), generate dai convertitori di potenza presenti in SSE, possono essere ritenute trascurabili, in quanto sono presenti idonei sistemi di filtraggio LC (realizzate con induttori e condensatori).

Il suddetto DPCM dell'8 luglio 2003 stabilisce i limiti di esposizione (100  $\mu$ T), i valori di attenzione (10  $\mu$ T) e gli obiettivi di qualità<sup>1</sup> (3  $\mu$ T) al fine di tutelare la popolazione dall'esposizione alle radiazioni non ionizzanti a bassa frequenza. Rientrano in tali tipologie di radiazioni i campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti in aereo o in cavo a frequenza industriale (50 Hz) necessari all'alimentazione degli impianti fissi di trazione; i valori di tali campi sono resi compatibili con i limiti normativi dal rispetto di opportune fasce di asservimento.

## 9 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.