

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



LINEA CATANIA - SIRACUSA

DIREZIONE TECNICA
S.O. ENERGIA E TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

Bypass di Augusta

LINEA DI CONTATTO
Relazione tecnica generale

SCALA:

-

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

RS60 00 R 18 RO LC00000 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	G. Nocente	Ottobre 2022	L. Surace	Ottobre 2022	P. Carlesimo	Ottobre 2022	G. Guidi Buffarini Febbraio 2023
B	Aggiornamento a seguito di verifica 1° livello e tecnica	G. Nocente	Febbraio 2023	G. Trezza	Febbraio 2023	P. Carlesimo	Febbraio 2023	 ITALFERRS.p.A. U.O. Tecnologie Centro Ing. Guido Guidi Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 12412
C	Istruttoria RFI	G. Nocente	Febbraio 2023	G. Trezza	Febbraio 2023	P. Carlesimo	Febbraio 2023	

File: RS6000R18ROLC000001C.doc

n. Elab.:

INDICE

1	GENERALITÀ	3
1.1	SCOPO	4
1.2	DATI E REQUISITI DI BASE	4
1.3	INTERVENTI TE DI PROGETTO	4
2	ABBREVIAZIONI	5
3	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
3.1	SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA'	6
3.2	RIFERIMENTI ALLA NORMATIVA NAZIONALE.....	6
3.3	RIFERIMENTI ALLA NORMATIVA RFI.....	6
3.4	RIFERIMENTI A NORME TECNICHE.....	8
4	CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DEI NUOVI IMPIANTI	10
4.1	CONDUTTURE DI CONTATTO	11
4.2	QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO.....	11
4.3	POLIGONAZIONE	12
4.4	PENDINI	12
4.5	COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI.....	12
4.6	SOSTEGNI.....	13
4.7	CAMPATE MASSIME	14
4.8	SOSPENSIONI.....	14
4.9	BLOCCHI DI FONDAZIONE	16
4.10	POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO.....	17
4.11	PUNTI FISSI	18
4.12	CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE.....	19
4.13	MESSA A TERRA STRUTTURE/PENSILINE MATALLICHE.....	20
4.14	MESSA A TERRA RETI DI PROTEZIONE.....	21
4.15	MESSA A TERRA DELLE BARRIERE ANTIRUMORE	21
4.16	CIRCUITO DI RITORNO	24
4.17	ALIMENTAZIONE.....	24
4.18	SEZIONATORI.....	24
4.19	SEGNALETICA TE	25
4.20	TELECOMANDO	26
5	RIMOZIONE IMPIANTI TE ESISTENTI	26

1 GENERALITÀ

La città di Augusta, sita in provincia di Siracusa, è attualmente attraversata dalla direttrice ferroviaria che collega tra di loro i due capoluoghi di Catania e Siracusa. L'attuale tracciato in corrispondenza dell'attraversamento del territorio comunale augustano è composto da un singolo binario con una serie di curve e controcurve che permettono l'avvicinamento della ferrovia al nucleo storico della città (Figura 1).



Figura 1 Progetti in essere nell'area di Augusta

Il progetto prevede la realizzazione di una variante al tracciato della linea Messina-Siracusa in prossimità della città di Augusta e di una nuova stazione ubicata fuori dal centro abitato, ma in zona di nuova espansione per perseguire i seguenti obiettivi:

- Riqualificazione urbana;
- Liberazione del centro abitato di Augusta dalla ferrovia ed annessi PL;
- Riduzione dell'impatto della linea sulle aree protette (saline);
- Demolizione del tratto di linea esistente.

La variante di Augusta oggetto della presente relazione consente di raggiungere tutti gli obiettivi prefissati oltre a contribuire alla riduzione dei tempi di percorrenza della tratta dato che il nuovo progetto prevede 2,8 km di tracciato in sostituzione degli oltre 7 km di linea storica. Inoltre, il nuovo tracciato risolve le interferenze con le viabilità esistenti non apportando significative modifiche alle arterie principali presenti sul territorio. Compresa in questo intervento, è prevista la realizzazione di una nuova stazione passeggeri caratterizzata da banchine di 250 m.

Oggetto della presente relazione sono gli impianti della linea di contatto (LC) previsti nelle attività di realizzazione delle varianti di tracciato alla LS.

1.1 SCOPO

La presente relazione ha per oggetto la descrizione degli impianti di elettrificazione da prevedere per gli interventi del Bypass di Augusta.

Lo scopo della relazione, coerentemente con la fase progettuale di fattibilità tecnico economica, è principalmente quello di illustrare le scelte progettuali di massima relative agli impianti di elettrificazione, fermo restando le scelte “di sistema” che sono state definite nelle precedenti fasi progettuali sulla base di accurati studi elettro-energetici inerenti all’intero itinerario Catania-Siracusa.

Il livello della suddetta progettazione è quello della fattibilità tecnico economica. Coerentemente con tale livello, le caratteristiche di dettaglio degli impianti, dei componenti e di alcune grandezze elettriche e meccaniche verranno trattate nella successiva fase progettuale.

1.2 DATI E REQUISITI DI BASE

Il progetto in questione è stato redatto sulla base dei seguenti dati di base:

- Schematico di esercizio attuale e di progetto;
- Sezioni tipo in trincea e in rilevato.

1.3 INTERVENTI TE DI PROGETTO

Relativamente alla Trazione Elettrica, le attività previste nell’ambito dell’intervento oggetto del presente documento si riferiscono al Bypass di Augusta, consistente essenzialmente in:

- Elettrificazione del Bypass;
- Allaccio alla linea storica lato Catania;
- Allaccio alla linea storica lato Siracusa;
- Demolizione della linea storica conseguentemente bypassata.

Per l’inquadramento generale si rimanda all’elaborato progettuale:

- **RS6000R18DXLC0000001** - Schema elettrico di alimentazione TE.

Le sezioni tipo utilizzate nella tratta in variante sono riportate nell’elaborato **RS6000R18WBLC0000001**.

Gli elaborati sono stati redatti, con un grado di dettaglio congruo alla presente fase progettuale (PFTE), sulla base di quanto previsto dai dati di base citati.

2 ABBREVIAZIONI

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

<i>RFI:</i>	Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.;
<i>STF:</i>	Specifica Tecnica di Fornitura;
<i>TE:</i>	Trazione Elettrica;
<i>LC/LdC:</i>	Linea di Contatto;
<i>STI:</i>	Specifica Tecnica di Interoperabilità;
<i>LS:</i>	Linea Storica;
<i>pk:</i>	Progressiva chilometrica;
<i>pp:</i>	Progressiva di Progetto;
<i>LSU:</i>	Palo tralicciato flangiato alla base tipo LSU;
<i>CPTE:</i>	Circuito di terra di Protezione TE;
<i>PRG:</i>	Piano Regolatore Generale;
<i>PES:</i>	Programma di Esercizio;
<i>PdE:</i>	Piano di Elettrificazione;
<i>SCC:</i>	Sistema di Comando e Controllo;
<i>SSE:</i>	Sottostazione Elettrica di Conversione
<i>CdR:</i>	Circuito di Ritorno TE;
<i>DM:</i>	Dirigente Movimento;
<i>TS:</i>	Tronco di Sezionamento;
<i>RA:</i>	Posto di Regolazione Automatica delle condutture di contatto;
<i>BA:</i>	Barriera Antirumore;
<i>TT:</i>	Tirante a Terra;
<i>PS:</i>	Punta Scambio;
<i>PSE:</i>	Punta Scambio Estrema;
<i>POI:</i>	Portale di Ormeggio Interno;
<i>POE:</i>	Portale di Ormeggio Esterno;
<i>CPF:</i>	Corda Portante Fissa;
<i>LS:</i>	Corda Portante Regolata;
<i>IS:</i>	Impianti di Segnalamento;
<i>TLC:</i>	Telecomunicazioni;
<i>CdB:</i>	Circuito/i di Binario;
<i>RSC:</i>	Ripetizione Segnale Continua;
<i>C.I.:</i>	Cassa/e Induttiva/e;

3 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.

3.1 SPECIFICHE TECNICHE DI INTEROPERABILITA'

- Regolamento (UE) 1300/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** "Persone a Mobilità Ridotta" nel sistema ferroviario dell'Unione Europea del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) 1299/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** sottosistema "Infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione Europea del 18/11/2014, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) 1301/2014 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** sottosistema "Energia" del sistema ferroviario dell'Unione Europea del 18/11/2014, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 868/2018 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Regolamento (UE) 919/2016 **Specifica Tecnica di Interoperabilità** sottosistema "controllo-comando e segnalamento" del sistema ferroviario dell'Unione Europea del 27 maggio 2016, modificato con la Rettifica del 15 giugno 2016 e dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.

3.2 RIFERIMENTI ALLA NORMATIVA NAZIONALE

- **DM 17/01/2018** - Aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni;
- **Circolare n.7 C.S.LL.PP. del 21 gennaio 2019** – Istruzioni per l'applicazione dell'Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 17/01/2018;
- **Normativa cavi CPR** - Conformità dei cavi al **Decreto legislativo 16 giugno 2017 n° 106** "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del **regolamento (UE) n° 305/2011**, che fissa le condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE".

3.3 RIFERIMENTI ALLA NORMATIVA RFI

Si riportano di seguito i principali riferimenti alla documentazione di RFI e Normativa Nazionale:

- **Capitolato Tecnico TE Ed. 2014 cod. RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A** - "Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione" e ai disegni standard RFI in esso richiamati ultima revisione, nonché ai nuovi disegni prescrizioni e specifiche tecniche di successiva introduzione.
- **TE 118** - Norme Tecniche per la costruzione delle condutture di contatto e di alimentazione a corrente continua 3kV.

- **RFI DT ST MA IS 00 002 D del 15/02/2021** - Piano Tecnologico di Rete RFI;
- **RFI DTC SI MA IFS 001 E** – “Manuale di progettazione delle opere civili” – Parte II - Sezione 6 – Sagome e profilo minimo degli ostacoli;
- **Circolare F.S. S.OC.S/003878 del 23.07.90**: Sagome e profili minimi degli ostacoli;
- **Istruzione ASA RETE R./ST.OC.412 4 del 23.05.1996** - “Prescrizioni per la progettazione di marciapiedi alti nelle stazioni a servizio dei viaggiatori”;
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 060 C** – Fondazioni superficiali e profonde con relative armature per installazione di sostegni TE flangiati e piastre per tiranti a terra;
- **Circolare F.S. RE/ST.IE/1/97-605 Ed.1997** - “Motorizzazione. e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc” e successivo aggiornamento con nota RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000108 del 5/6/2017;
- **Circolare IE/11/98.605 del 30.04.1998** – “Miglioramento delle condizioni di sicurezza nei lavori alle linee di contatto”;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 013 A** – Isolatori di sezione percorribili per velocità fino a 160 km/h, per linee aeree di contatto a 3 kV c.c.;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 040 A** - Fili sagomati in rame-argento, rame-stagno e rame-magnesio per linee aeree di contatto a 3kVc.c. e 25kV c.a.;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 080 A** – Conduttore nudo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diam. 15,82 mm;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DPR IM TE SP IFS 086 A** – Cavo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diam. 19,62 mm;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTC STS ENE IFS TE 147 A** – Cavi elettrici unipolari in rame per l’alimentazione delle linee di trazione a 3kV c.c.;
- **Linea Guida per l’applicazione della segnaletica TE RFI DMA LG IFS 8 B** - Segnaletica per linee di Trazione Elettrica;
- **Specifica Tecnica di Fornitura RFI DTC ST E SP IFS TE 032 A** – Cartelli, targhe e bandierine per impianti di trazione elettrica 3 kVcc;
- **Specifica Tecnica RFI DPR IM TE SP IFS 033 A** – Linea guida per la redazione degli elaborati progettuali TE 3kV”;
- **Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A del 14/12/2018** - Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kVcc;
- **Metodologia Operativa DPR MO SL 07 1 1** - Verifica degli impianti di terra di protezione delle linee di contatto a 3 kV cc e 25 kV ca, delle Cabine TE 3kVcc e dei posti di parallelo 25 kV ca”;
- **Specifica Tecnica RFI DPRIM STF IFS TE 111 Sper del 01/03/2013** - Limitatori di tensione statici per gli impianti di terra e di ritorno TE del sistema di trazione elettrica a 3 kVcc;
- **Specifica Tecnica RFI DTC ST E SP IFS ES 728 B del 14/12/2018** – Sicurezza elettrica e protezione contro le sovratensioni per gli impianti elettrici ferroviari in bassa tensione;

- Nota: **RFI-DTC-INC\A0011\P\2010\0000600** del 06/10-2010 – Barriere antirumore standard per impieghi ferroviari tipo “HS”;
- **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 TC TE ST SSE DOTE 1 Ed. 2001** - Sistema per il telecontrollo degli impianti di trazione elettrica a 3kV cc;
- **RFI DPR IM STF IFS SS 022 Sper** - Disposizioni per prove ad arco elettrico interno per apparecchiature sezionabili ed estraibili prefabbricate protette in involucro metallico del sistema di trazione a 3kVcc;
- **RFI DMA PS IFS 44 A del 07.02.2007** (Procedura Subdirezionale) - Attività di verifica dei requisiti di affidabilità, manutenibilità e disponibilità nella fase di omologazione del prodotto;
- **RFI DPR IM STF IFS TE 088 Sper** - Quadro di sezionamento sottocarico per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc;
- **RFI DPR IM STF IFS TE 95** - Complessi a 3kVcc, per esterno e/o all’interno di quadri elettrici di protezione elettrica TE;
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 120 A** - Quadro per il controllo della continuità del collegamento tra linea di contatto/feeder e rotaia;
- **RFI DPR IM STF IFS TE 143** - Relè elettrici a tutto o niente per impianti di energia e trazione elettrica;
- **RFI-DMA-IM\A0011\P\2004\0000466** - Provvedimenti nei riguardi della messa a terra delle reti metalliche di protezione dei cavalcavia ferroviari con sottostanti linee TE.

3.4 RIFERIMENTI A NORME TECNICHE

- **CEI EN50119 (9.2) – del 05/2010** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica”;
- **CEI EN 50121-4** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Compatibilità elettromagnetica. Parte 4: Emissione ed immunità delle apparecchiature di segnalamento e telecomunicazioni.”
- **Norma CEI EN 50122/1 (9.6) - del 08/2012** “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 1ª: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra”;
- **Norma CEI EN 50122/2 (9.6) - del 08/2012** “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse. Parte 2ª: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causati da sistemi di trazione a corrente continua”;
- **CEI EN 50123-Serie** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filotranviarie e metropolitane - Impianti fissi - apparecchiature a corrente continua”;
- **CEI EN 50124/1** “Coordinamento degli isolamenti - Requisiti base”;
- **CEI EN 50126** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - La specificazione e la dimostrazione di Affidabilità, Disponibilità, Manutenibilità e Sicurezza (RAMS)”;

- **CEI EN 50128** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di telecomunicazione, segnalamento ed elaborazione - Software per sistemi ferroviari di comando e di protezione”;
- **CEI EN 50367** - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Sistemi di captazione di corrente - Criteri tecnici per l'interazione tra pantografo e linea aerea (per ottenere il libero accesso);
- **CEI EN 61439** serie “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)”;
- **CEI EN 62262** “Gradi di protezione degli involucri per apparecchiature elettriche contro impatti meccanici esterni (Codice IK)”;
- **CEI EN 62271-1** “Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”;
- **CEI EN 62271-102** “Apparecchiatura ad alta tensione parte 102: Sezionatori e Sezionatori di terra a corrente alternata”;
- **CEI 20-22** serie “Prove d'incendio su cavi elettrici”;
- **CEI 20-45 V2** cavi resistenti al fuoco conformi al regolamento UE 305/2011 (CPR);
- **CEI 70-1** “Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)”;
- **CEI 50-6** “Prove climatiche e meccaniche fondamentali”;
- **UNI EN 10204** “Prodotti metallici - Tipi di documenti di controllo”;
- **UNI ISO 2081** (1989) Rivestimenti metallici. Rivestimenti elettrolitici di zinco su ferro e acciaio”;
- **UNI 2859/1** “Metodi statistici per il controllo della qualità. Procedimento di collaudo statistico per attributi. Istruzioni per l'impiego”;
- **UNI EN ISO 9001** “Modello per l'assicurazione della qualità nella progettazione, sviluppo, fabbricazione, installazione ed assistenza”;
- **UNI CEI EN ISO/IEC 17025** “Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura”.

4 CARATTERISTICHE TECNICHE GENERALI DEI NUOVI IMPIANTI

Le caratteristiche della LdC e di tutte le apparecchiature accessorie di sospensione ed ormeggio, si attengono ai riferimenti normativi di cui al paragrafo precedente.

Nel dettaglio, per l'elettrificazione dei nuovi impianti in progetto, nei quali è prevista una velocità di linea non superiore a 90 km/h con PMO5, si farà riferimento allo standard di RFI, caratterizzato dai seguenti parametri tecnici:

- sostegni tipo LSU sulle tratte di piena linea ed in stazione;
- sospensioni a mensola orizzontale con profilo in alluminio;
- sezione complessiva della linea di contatto pari a 440 mm², con corde portanti e fili regolati, sui binari di corsa di stazione, di piena linea allo scoperto;
- sezione complessiva della linea di contatto pari a 220 mm², con corda portante fissa e filo regolato, sui binari di precedenza di stazione, sui binari secondari e sulle comunicazioni tra binari.

Anche l'impiantistica accessoria, attinente alla sicurezza, ricalca in generale la tradizionale normativa e risulta quindi aderente agli standard vigenti.

Inoltre, per quanto riguarda il circuito di protezione, il presente progetto recepisce le più recenti direttive di RFI in merito all'utilizzo di materiali innovativi; pertanto, per la realizzazione degli anelli del circuito di protezione (cui saranno collegati i pali ivi afferenti) e dei collegamenti indiretti di questi alle rotaie (sia in piena linea che in stazione), è previsto l'uso di conduttori in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR. Per il circuito aereo saranno utilizzate le corde TACSR, mentre per gli altri collegamenti saranno utilizzati i cavi TACSR.

Nelle successive fasi progettuali/realizzative, per ogni anello del circuito di protezione, dovranno essere eseguiti i calcoli della resistenza al fine di valutare il rispetto dei valori massimi ammissibili per le tensioni di contatto che dovranno essere confermati dalle misurazioni fatte in fase costruttiva.

In fase di progettazione esecutiva/costruttiva dovranno essere presi tutti gli accorgimenti tecnici al fine di limitare gli effetti dovuti alle correnti vaganti in funzione delle modalità realizzative dell'opera ai sensi della CEI EN 50122-2.

Per tutto quanto non espressamente specificato nella presente relazione si farà riferimento al "Nuovo Capitolato Tecnico per l'Esecuzione di Lavori di Rinnovo e Adeguamento TE Ed.2014" e ai disegni in esso richiamati.

Per gli aspetti tecnici relativi alle linee di contatto da 220 mm² (con corda portante fissa), non esplicitati nel Capitolato Tecnico TE 2014 si è fatto riferimento alla Norma TE 118 ovvero al testo di Alfredo Manzoni "La costruzione e la messa in esercizio delle condutture di contatto 3000 V corrente continua" citato nella stessa Norma, come riferimento per i dettagli costruttivi e per quanto in essa non contemplato.

Per una visione generale dell'attrezzaggio tipo si rimanda agli elaborati di progetto:

- **RS6000R18WBLC0000001** - Sezione tipologiche all'aperto.

4.1 CONDUITTURE DI CONTATTO

L'impianto di elettrificazione sarà costituito da una LdC del tipo "a catenaria" con sospensione longitudinale le cui caratteristiche principali sono:

1. ***LdC su binario di corsa di stazione allo scoperto:***

Conduttura di sezione complessiva pari a **440 mm²** ottenuta mediante l'impiego:

- di due corde portanti in rame da 120 mm², regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125 daN;
- due fili sagomati in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm², regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN;

2. ***LdC su binario di piena linea allo scoperto:***

Conduttura di sezione complessiva pari a **440 mm²** ottenuta mediante l'impiego:

- di due corde portanti in rame da 120 mm², regolate e tesate ciascuna al tiro di 1125 daN;
- due fili sagomati in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm², regolati e tesati ciascuno al tiro di 1000 daN;

3. ***LdC su binario di precedenza, secondari e comunicazioni tra binari:***

Conduttura di sezione complessiva pari a **220 mm²** ottenuta mediante l'impiego:

- di una corda portante in rame da 120 mm² con tiro fisso di 819 daN a +15°C;
- un filo sagomato in rame-argento (CuAg 100 secondo CEI EN 50149) da 100 mm² regolato e tesato al tiro di 750 daN a +15°C;

Per la posa in opera e quindi la tesatura dei conduttori sopra indicati è fatto riferimento ai seguenti elaborati tipologici di RFI:

- E65070: Tabella di tesatura corda portante sezione 120 mm 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, saranno integrate da dispositivi di ripresa dei conduttori di cui al disegno E56000/3s.

La regolazione automatica del tiro sarà ottenuta per mezzo di contrappesi e dispositivi a taglie con pulegge in linea e dispositivo di sicurezza, con rapporto di riduzione 1/5 nei tratti allo scoperto.

4.2 QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO

In corrispondenza delle sospensioni, la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota del piano del ferro sarà ovunque di 5,20 m.

Gli eventuali raccordi tra quote del piano teorico di contatto diverse saranno realizzati nel rispetto della pendenza massima ammissibile pari a due millesimi (2/1000) della campata considerata, mentre le variazioni di gradiente rispetteranno le indicazioni presenti nella norma CEI EN 50119, punto 5.10.3.

4.3 POLIGONAZIONE

In corrispondenza di ogni singola sospensione i fili di contatto e le corde portanti saranno poligonati rispetto all'asse del binario con disassamento nullo. Il disassamento nullo sarà garantito indipendentemente dalla tipologia di impiego della sospensione e dalla geometria di tracciato.

In generale la conduttura di contatto, intesa come insieme dei fili di contatto e delle corde portanti, è posizionata alternativamente a destra ed a sinistra dell'asse del binario. Tale alternanza di poligonazione è definita come:

- Poligonazione Positiva (P): Poligonazione rivolta verso il sostegno;
- Poligonazione Negativa (N): Poligonazione rivolta in modo opposto al sostegno.

Per la definizione delle poligonazioni "P" in corrispondenza di sostegni e sospensioni con impiego normale (compresa la condizione di punto fisso ed asse di punto fisso) si farà riferimento all'elaborato "E65061: Tabella campate massime e poligonazioni in funzione del raggio di curva".

Per la definizione delle poligonazioni "P" in corrispondenza delle sovrapposizioni isolate e non isolate (Posti di RA e TS) si farà riferimento ai seguenti elaborati validi per impianti allo scoperto:

- E64850: Schemi tipologici di RA per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m;
- E64851: Schemi tipologici di TS per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m.

4.4 PENDINI

I fili di contatto saranno sostenuti dalla corda portante attraverso i pendini che, per la LdC da 440 mm², sono del tipo "conduttore".

Il "pendino normale", definito dall'elaborato "E64442", è quello tipicamente impiegato nelle campate normali e può assumere lunghezze minime fino a 300 mm.

Il "pendino regolabile", definito dall'elaborato "E64918", è quello tipicamente impiegato nelle campate ove sia previsto un alzamento naturale dei fili di contatto o in alternativa nelle campate ove i fili di contatto sono fuori servizio.

Il "pendino snodato", definito dall'elaborato "E64758", è quello tipicamente impiegato nelle campate, ove a causa della ridotta distanza filo-fune, vi siano pendini con lunghezza inferiore a 300 mm. Pertanto, il pendino snodato è impiegato per lunghezze comprese tra un massimo di 300 mm ed un minimo di 200 mm.

Il pendino snodato a differenza delle precedenti tipologie non garantisce la continuità elettrica. I pendini sopra citati sono realizzati con morsetteria prodotta mediante stampaggio in lega di rame del tipo in CuNi2Si con bulloneria in acciaio inox e con cordino in bronzo di sezione 16 mmq necessario per realizzare il collegamento tra i morsetti.

I pendini di sostegno del filo per linea da 220 mm² saranno del tipo convenzionale in tondo di rame rigido dal diametro di 5mm.

4.5 COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI

Per assicurare la continuità elettrica tra le corde portanti ed i fili di contatto è previsto l'impiego di collegamenti elettrici realizzati con corda di rame e adeguata morsetteria che assicura anche la realizzazione dei collegamenti meccanici.

Le tipologie dei collegamenti sopra indicati, unitamente ai relativi dettagli costruttivi e alle indicazioni per il posizionamento ed il montaggio degli stessi per LdC, sono riportate nell'elaborato tipologico di RFI E56000/11s: "Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica".

Per le linee di contatto da 220 mm² (con corda portante fissa) i collegamenti saranno realizzati secondo le indicazioni del testo di Alfredo Manzoni: "La costruzione e la messa in esercizio delle condutture di contatto 3000 V Corrente Continua".

4.6 SOSTEGNI

Allo scoperto, in piena linea e nelle fermate di progetto, saranno utilizzati:

- Sostegni a palo del tipo a traliccio della serie "LSU" flangiati alla base e conformi alla STF "RFI.DTC.STS.ENE.SP.IFS.TE.037";
- Travi TN, nei casi di mancanza di intervista per l'installazione dei pali;
- Portali di ormeggio conformi al disegno di RFI "E65018".

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 dall'elaborato tipologico 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".

L'ubicazione dei pali ricadenti sugli impalcati dei viadotti o sugli scatolari di approccio ad essi è stata tendenzialmente prevista in zone lontane dalle pile e dalle spalle perché meno soggette all'infittimento dei ferri d'armatura; tali pali, che sono flangiati, saranno ancorati, isolati, ai tirafondi "passanti" l'impalcato secondo integrazioni costruttive che saranno dettagliate con la specialistica OO.CC. nella successiva fase progettuale. Una simile integrazione, ma con l'uso di tirafondi "affogati" nel c.a., è stata prevista per i sostegni da flangiare ai muri di trincea e/o di contenimento dei rilevati.

I portali di ormeggio sono costituiti da n.2 piloni e da n.1 trave di ormeggio e sono riconducibili, considerando la conformazione prevista per la nuova Stazione di Augusta, alla tipologia di seguito elencata:

- Portali di ormeggio a un binario: luce netta tra i piloni pari a 6.40 m.

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

Per i portali ricadenti sui viadotti, l'ubicazione è stata prevista in corrispondenza dell'asse delle pile; la predisposizione di opportuni pulvini, nei quali saranno "affogati" i tirafondi in grado di accogliere i portali flangiati e opportunamente isolati alla base, è a cura della specialistica OO.CC. a cui si rimanda per i dettagli.

La distanza dei sostegni (pali e portali) dalla rotaia più vicina (DR) è stata in generale fissata a 2,25 m. 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.

In conformità con la tabella 13 del Capitolato TE ed. 2014, nei casi in cui circostanze ed impedimenti locali non consentono il rispetto della DR di 2,25 m, le distanze minime adottate sono fissate in 2 m per i binari di corsa, di precedenza e di incrocio delle stazioni e in 1,75 m rispetto ai binari secondari.

Tutte le strutture TE non saranno mai collegate intenzionalmente in modo diretto alle opere civili ma saranno opportunamente isolate tramite componenti (boccole, rondelle, canotti) e/o resine isolanti.

4.7 CAMPATE MASSIME

Per l'intero dispositivo di elettrificazione le massime distanze tra sostegni successivi (campate) sono tali da rispettare la massima deviazione laterale ammissibile tra i fili di contatto e la linea normale all'asse del binario sotto l'azione di venti trasversali, come previsto nella Norma CEI EN 50367 tabella 2, nella quale è indicato che per il pantografo di lunghezza 1600 mm lo scostamento massimo sia di 400 mm.

Come velocità massima del vento (che come stabilito nella Norma appena citata deve essere definita dal Gestore dell'Infrastruttura) si assume quella indicata nell'elaborato tipologico E65061 per linee con sezione da 540 mm²: 100 km/h.

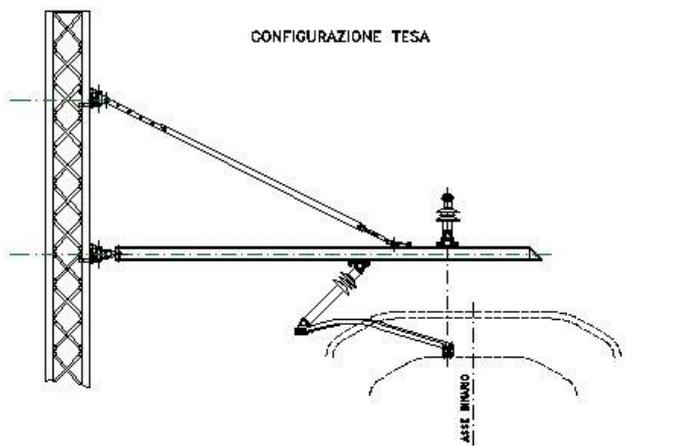
Allo scopo di cui sopra si è fatto riferimento, per quanto possibile, agli elaborati tipologici RFI.

4.8 SOSPENSIONI

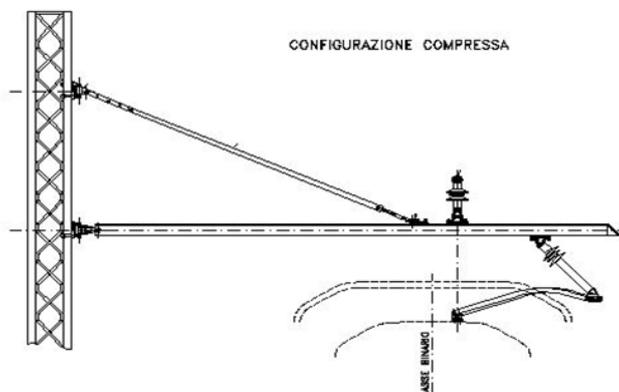
Per il sostegno della LdC nei nuovi tratti di linea saranno utilizzate sospensioni del tipo a “mensola orizzontale in alluminio”.

Il complesso di montaggio della sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm² è riportato nell'elaborato di RFI:

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



Sospensione a mensola in alluminio in configurazione Tesa – allo scoperto



Sospensione a mensola in alluminio in configurazione Compressa – allo scoperto

La sospensione è costituita da una mensola orizzontale in alluminio sostenuta da un tirante inclinato: entrambi sono collegati al sostegno per mezzo di attacchi a cerniera che permettono la libera rotazione della sospensione sul piano orizzontale al fine di consentirne il movimento longitudinale dei conduttori regolati automaticamente.

Le funi sono sostenute dalla mensola per mezzo di un isolatore portante.

I tirantini di poligonazione sono collegati alla mensola tramite un braccio di poligonazione isolato.

La mensola orizzontale ed il tirante palo-mensola di sostegno risultano non in tensione.

La sospensione normale realizza un ingombro della catenaria, inteso come distanza tra i fili di contatto e le corde portanti, pari a 1250 mm.

L'apertura della sospensione, intesa come distanza sul sostegno tra l'attacco della mensola orizzontale e l'attacco del tirante palo-mensola è di 1200 mm. Vi sono casi particolari ove tale valore può raggiungere 2000 mm a causa di valori atipici della distanza palo-rotaia.

Sono elencate di seguito le quattro tipologie base di sospensioni:

- **TIPO N:** Sospensione normale per linea in rettilineo e curve di raggio $R > 500$ m;
- **TIPO L:** Sospensione normale per linea in curve di raggio $250 < R < 500$ m;
- **TIPO FS:** Sospensione per linea di contatto fuori servizio nelle sovrapposizioni;
- **TIPO IR:** Sospensione per linea di contatto ad ingombro ridotto.

La tipologia di sospensione "IR" è prevista per i casi in cui si debba ridurre fortemente l'ingombro normale della catenaria da $H=1250$ mm ad $H=450\div 550$ mm.

Ciascun tipo di sospensione può avere due configurazioni:

- **T:** Configurazione Tesa
- **C:** Configurazione Compressa.

In funzione della tipologia (N, L, FS, IR) e della configurazione (T o C),

- La lunghezza ed il tipo di tirantino di poligonazione;
- La lunghezza della mensola (variabile con passo 500 mm);
- La lunghezza del tirante palo-mensola (variabile con passo 100 mm),

sono definite in base alle:

- condizioni imposte dalla linea (posizione delle corde portanti e dei fili di contatto rispetto al sostegno determinati dalla posizione del binario);
- condizioni di utilizzo della sospensione, derivanti dal piano di elettrificazione e dagli schemi tipologici (RA e TS) e dagli schemi di montaggio o tabelle mensole.

La tabella di impiego delle sospensioni a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm² è rappresentata nel documento tipologico di RFI

- E70460: Tabella di impiego sospensione a mensola orizzontale in alluminio per LdC 440 mm² e 540 mm² a 3 kV cc.

Il collegamento della sospensione ai fili di contatto è ottenuto mediante l'impiego di morsetteria in lega di rame del tipo CuNi2Si realizzata tramite stampaggio. I dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati:

- E70302: Morsetto portante per corde sez. 120 mm² diametro 14 mm;
- E64467: Morsetto per l'attacco del filo sagomato sezione 100 mm² e 150 mm² al tirantino di poligonazione.

In corrispondenza delle eventuali pensiline di stazione la LdC sarà sostenuta da apposite paline flangiate, posizionate in corrispondenza dei montanti delle pensiline e opportunamente isolate da esse, il cui attacco con la struttura architettonica rimane a carico della specialistica "Stazioni".

4.9 BLOCCHI DI FONDAZIONE

I blocchi di fondazione per i "Pali TE e per i Portali di Ormezzio" sono costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 (Rck > 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 ormezzio.

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/PM.

I sostegni LSU saranno collegati meccanicamente alle relative fondazioni mediante n°4 tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato, equipaggiati con boccole e rosette isolanti definiti dall'elaborato:

- E64866: Tirafondi per sostegni LSU di piena linea allo scoperto e stazione.

L'ancoraggio dei portali di ormezzio sulle relative fondazioni avviene mediante l'impiego della carpenteria (comprensiva di semicanotti isolanti) prevista nell'elaborato E65022.

Sui viadotti e/o manufatti in c.a. i sostegni a palo di tipo “LSU” sono 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 con resine isolanti dei tirafondi del sostegno a palo;

Anche i blocchi di fondazione per i “Tiranti a Terra” sono previsti in conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 (Rck > 30 N/mm), con requisiti secondo norma UNI 9858/91. I dettagli costruttivi relativi ai blocchi di fondazione per i tiranti a terra e dalle relative piastre di base di piena linea sono definiti nei 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.

L’ancoraggio delle "Piastre per tiranti a terra" avverrà mediante l’impiego di tirafondi in 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.

La costruzione dei blocchi di fondazione, nonché i controlli da effettuare durante la loro realizzazione, sarà effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla revisione ultima della specifica di RFI “STC RFI DMA IM TE SP IFS 060 - Fondazioni superficiali e profonde con relative armature per installazione di sostegni TE flangiati e piastre per tiranti a terra”.

4.10 POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO

Allo **scoperto** la tesatura automatica dei fili di contatto e delle corde portanti sarà realizzata ogni 1400 m circa, ormeggiando le estremità dei conduttori, opportunamente isolate, alle colonne dei contrappesi che attraverso adeguati cinematismi applicano un tiro costante ai conduttori.

Nei casi di raggi di curvatura maggiori di 900 m, i posti di sezionamento e di RA si svilupperanno su tre campate. Negli altri casi il numero di campate aumenta fino a cinque.

Nei posti di regolazione automatica le due condutture saranno distanziate di 200 mm e saranno collegate con cavallotti di continuità in corda di rame flessibile.

Nei tronchi di sezionamento le due condutture saranno distanziate di 400 mm ed isolate tra loro.

L’ormeggio dei conduttori in corrispondenza dei sostegni sarà realizzato secondo quanto previsto dai seguenti elaborati:

- E56000/4s: Disposizione dell’ormeggio regolato e fisso delle condutture su pali LSU;
- E56000/8s: Disposizione dell’ormeggio regolato e fisso delle condutture su portali di ormeggio.

I dispositivi di tensionatura previsti sono del tipo con rapporto 1:5 conformi ai disegni:

- E70456 per ormeggi su palo;
- E70455 per ormeggi su portali

Per quanto concerne le contrappesature è previsto il tipo con segmento "quadrato" con altezza ridotta secondo elaborato di RFI "E64896: Segmento per contrappeso 290x290x42".

Gli ormeggi saranno realizzati interponendo tra le estremità dei conduttori ed i cinematismi posti in prossimità del sostegno una serie di elementi isolanti, secondo quanto previsto dall'elaborato "E56000/3s: Terminazione fili/o-funi/e".

Nel montaggio dei posti di contrappesatura si avrà cura che lo scorrimento delle colonne dei contrappesi ed il movimento delle taglie sia garantito per qualsiasi temperatura compresa tra "-15 °C e +45 °C".

Come tabella di montaggio delle taglie in funzione della temperatura e della distanza dal punto fisso si farà riferimento agli elaborati:

- E70488: Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura su sostegno;
- E70489: Tabella di posa in opera dei dispositivi di tensionatura su portale di ormeggio.

La tesatura dei conduttori seguirà le indicazioni riportate sull'elaborato:

- E65070: Tabella di tesatura corda portante sezione 120 mm per montaggio con tiro frenato.

Le schematiche relative alle sovrapposizioni non isolate e isolate (Posti di RA e TS) saranno corrispondenti a quelle riportate nei seguenti elaborati di RFI:

- E64850: Schemi tipologici di RA per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m;
- E64851: Schemi tipologici di TS per LdC 440 mm² e 540 mm² rettilineo e curva di raggio R>250 m.

Su tali elaborati tipologici sono riportati in modo dettagliato il numero e la lunghezza delle campate, le poligonazioni, le quote di montaggio e le quote di ormeggio dei conduttori, unitamente agli schemi di montaggio delle sospensioni.

Nelle sovrapposizioni non isolate e isolate (Posti di RA e TS) sono predisposti tutti i collegamenti elettrici, secondo quanto previsto dall'elaborato:

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

4.11 PUNTI FISSI

I punti fissi per LdC 440 mm² con corde portanti regolate e mensola orizzontale in profilo di alluminio saranno realizzati quanto più possibile al centro di ogni tratta di contrappesatura secondo quanto indicato nell'elaborato di RFI:

- E73201: Punto fisso con stralli elastici per LdC

in cui sono indicate le quote di montaggio degli stralli elastici di collegamento tra corde portanti ed i fili di contatto.

Come riportato dall'elaborato sopra citato, gli stralli di collegamento delle corde portanti ai sostegni precedenti e successivi il punto fisso, saranno realizzati mediante funi sintetiche isolate che hanno il compito di vincolare lo scorrimento delle corde portanti e conseguentemente la rotazione della sospensione di punto fisso.

Allo stesso modo sono realizzati in materiale isolante gli stralli elastici di collegamento tra le corde portanti ed i fili di contatto che hanno il compito di vincolare lo scorrimento dei fili di contatto in entrambe le direzioni.

La tesatura degli stralli di punto fisso realizzati con fune sintetica isolata è riportato nell' elaborato:

- E65021: Tabella di tesatura all'aperto per strallo di punto fisso in fune sintetica isolata.

Per le linee di contatto **da 220 mm²** (con corda portante fissa), i punti fissi saranno realizzati con collegamenti filo-fune del tipo a W.

4.12 CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE

Il circuito di terra e di protezione, realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nella Specifica Tecnica "RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A - Istruzioni per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc", presenta le caratteristiche di seguito dettagliate.

Il circuito di terra e di protezione di **piena linea allo scoperto** sarà realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in TACSR sezione 170 mm² opportunamente sezionate ogni 3000 m circa tramite l'impiego di isolatori ad anello tipo "I624". Le due corde di terra saranno ubicate dal lato opposto alla linea di contatto. La prima corda sarà montata ad una quota di 20 cm inferiore rispetto al piano teorico di contatto, mentre la seconda sarà installata ad una quota di 2,40 m superiore della prima.

Inoltre, ciascun sostegno sarà collegato ad un proprio dispersore di terra e non alla rotaia o al centro delle casse induttive.

Su **Viadotto** il CPTE sarà realizzato secondo le stesse caratteristiche generali di quello di piena linea allo scoperto, precedentemente descritto.

Per le sezioni di CPTE ricadenti su Viadotto, al fine di garantire i valori di resistenza di terra previsti nella Metodologia Operativa DPR MO SL 07 1 1, sono previste terre profonde supplementari per i sostegni in corrispondenza delle estremità e della mezzeria della sezione del CPTE in oggetto. I sostegni ubicati sui viadotti, che risultano di estremità o centrali, rispetto al CPTE, saranno collegati a terre profonde tramite due cavi TACSR opportunamente staffati alle pile dei viadotti stessi.

In **stazione** il circuito di terra e di protezione che si sviluppa nel tratto compreso tra i portali interni esclusi, sarà realizzato con le stesse caratteristiche generali di quello di piena linea. Inoltre, saranno realizzati collegamenti aerei trasversali mediante due corde in rame da 120 mmq tra sostegni di palificate diverse allo scopo di costituire un circuito magliato; nella configurazione finale, il circuito così costituito sarà collegato al circuito di ritorno TE (al centro delle casse induttive dei binari di corsa e alla rotaia non isolata dei binari secondari) mediante dispositivi limitatori di tensione in numero e secondo le modalità indicate nel documento RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A. A differenza del CPTE di piena linea, la quota di posa dei trefoli di terra potrà essere variata per renderla compatibile con le installazioni delle apparecchiature TE e con l'architettura di stazione (per presenza, ad esempio, di pensiline e/o sovrappassi pedonali).

Il CPTE, così come illustrato, realizza la condizione per cui l'eventuale corrente di guasto che interessi un qualsiasi sostegno possa affluire al circuito di ritorno attraverso almeno due percorsi distinti, ognuno formato da due corde/cavi TACSR.

Nei casi in cui non è possibile realizzare un circuito ad anello, l'ultimo sostegno è collegato al circuito di ritorno mediante un dispositivo limitatore di tensione, in modo da evitare tratti in antenna.

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.

In corrispondenza dei sostegni dove sono applicati i limitatori di tensione è previsto l'impiego di dispersori profondi in modo da abbassare la resistenza di terra complessiva.

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

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

La disposizione e la costituzione degli ormeggi della corda TACSR, con sezione pari a 170 mm², sarà realizzata secondo l'elaborato "E56000/12s: Circuito di terra".

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

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

Ai fini della sicurezza elettrica, è stata prevista la possibilità di misura e verifica delle tensioni di passo e contatto da effettuarsi, secondo la Norma CEI EN 50122-1- per le strutture della linea di contatto e per tutte le masse metalliche presenti nella sede ferroviaria, con particolare riferimento a sostegni, mancorrenti e specchiature metalliche e barriere antirumore, sia in condizioni di normale esercizio che in condizioni di guasto. I valori misurati dovranno essere inferiori a quelli richiesti dalle norme citate, in relazione ai tempi di intervento delle protezioni e delle correnti di corto circuito che saranno forniti da RFI, in base alla situazione degli impianti di trazione elettrica al momento della verifica in questione.

4.13 MESSA A TERRA STRUTTURE/PENSILINE METALLICHE

Per le eventuali **strutture/pensiline metalliche** ubicate in zona di rispetto TE, presenti nelle stazioni o fermate, sono da prevedere particolari precauzioni di sicurezza a tutela degli utenti e del personale di servizio; in particolare dovrà essere previsto un impianto di messa a terra proprio, costituito da:

- dispersore di terra a picchetto (L=3m) infisso nel terreno in corrispondenza di ciascun sostegno verticale della pensilina (*al quale dovrà essere applicata mediante saldatura continua un'apposita piastrina metallica con foro*), dotato di pozzetto di ispezione e collegamento alla colonna costituito da doppia corda nuda TACSR $\Phi 15,82$ mm protetta da tubo flessibile in PVC $\Phi 50$ mm;
- collegamento mediante dispositivo limitatore di tensione, da applicare alle due estremità della pensilina, tra la struttura metallica ed il circuito interpali.

Per rendere efficace il collegamento tra il suddetto impianto di messa a terra e quello di protezione TE, le paline di sostegno della linea di contatto ricadenti sulla pensilina saranno rese elettricamente isolate dalla stessa mediante boccole, rondelle e lastre isolanti da interporre tra gli elementi metallici a contatto.

In tutte le circostanze in cui si verificasse la presenza di operatori sopra le pensiline metalliche, in particolare in caso di manutenzione sopra le stesse, si prescrive che le lavorazioni avvengano in condizioni di toltensione degli impianti di trazione elettrica oppure, in alternativa, predisponendo opportuni collegamenti elettrici tra il circuito di terra di protezione TE e le pensiline metalliche in modo da rendere elettricamente equipotenziali le due terre distinte contemporaneamente accessibili da parte degli operatori.

4.14 MESSA A TERRA RETI DI PROTEZIONE

Per quanto riguarda i criteri da utilizzare per la messa a terra di parti metalliche quali ad esempio delle reti metalliche di protezione, con particolare riguardo a quelle installate in corrispondenza dei cavalcaferrovia, bisogna che siano rispettate le prescrizioni indicate nella RFI-DMA-IM\A0011\P\2004\0000466 e nella CEI EN 50122-1 ed in particolare:

- nel caso di reti e specchiature metalliche installate su cavalcaferrovia con superficie di calpestio posata a distanza superiore a 3 metri dalla posizione del conduttore e/o del punto in tensione più alto, non è necessario prevedere alcun tipo di protezione aggiuntiva oltre a quella funzionale e/o strutturale propria del cavalcaferrovia;
- nel caso di reti e specchiature metalliche installate come barriera/ostacolo di protezione, esse devono essere posate ad una distanza verticale non inferiore ad un metro dalla superficie di calpestio dell'opera d'arte in questione e, quindi, risultano sempre fuori dalla zona di rispetto TE a condizione che la protezione sottostante sia in materiale non conduttore; quindi, oltre a non essere "parti conduttrici esposte" non sono neanche classificabili come "parti conduttrici tensionabili", pertanto non saranno collegate al circuito di ritorno TE. In questo caso dovrà essere previsto un impianto di terra separato solo se necessario in accordo a quanto previsto dalla normativa vigente in merito alla protezione delle strutture metalliche esposte contro le scariche atmosferiche (norme CEI 81-1 e CEI 81-4);
- nel caso di reti e specchiature metalliche che interferiscono con la zona di rispetto TE, esse saranno collegate al circuito di terra di protezione mediante dispositivo limitatore di tensione.

Sempre come prescritto dalla norma CEI EN 50122-1 e dalla RFI-DMA-IM\A0011\P\2004\0000466, sono state però escluse dai provvedimenti di protezione "le strutture conduttrici di piccole dimensioni che non sostengono o non contengono apparecchiature elettriche". Tali strutture comprendono ad esempio le coperture di fognature, cartelli monitori, recipienti per rifiuti, recinzioni metalliche anche grigliate ecc. che, se totalmente conduttrici, non superino 3m di lunghezza misurati parallelamente alla zona della linea aerea di contatto e che non si estendano al di fuori del limite della zona della linea aerea di contatto per più di 2 m". Per le strutture parzialmente conduttrici, invece la lunghezza limite è fissata in 15 m.

4.15 MESSA A TERRA DELLE BARRIERE ANTIRUMORE

L'intervento di Risanamento Acustico prevede in generale l'installazione di *barriere antirumore standard RFI, per impieghi ferroviari tipo "HS"*, con posizionamento esterno rispetto ai sostegni T.E.

Per poter garantire le operazioni di manutenzione della Linea di Contatto senza interferire con gli altri impianti adiacenti, è previsto che le barriere antirumore vengano montate lungo la sede ferroviaria in modo da garantire, ove possibile, la distanza minima di 25 cm tra la parte alta terminale delle barriere stesse e le strutture T.E.

Il sezionamento, l'isolamento e la messa a terra delle barriere antirumore saranno eseguiti secondo quanto riportato nel Manuale di Progettazione delle OO.CC. – Parte II, Sez.1. Di seguito vengono descritte le prescrizioni tecniche da adottare per gli interventi di sezionamento e messa a terra delle barriere antirumore in presenza degli impianti di trazione elettrica, anche ai fini della protezione dalle correnti vaganti.

Propedeuticamente, si definisce "Zona di rispetto T.E. a 3 kV c.c." lo spazio entro i 3 m di distanza dall'asse del binario elettrificato e dai conduttori inattivi della LdC che vanno agli ormeggi, misurati in senso trasversale all'asse e al conduttore stesso.

1. Se la BA ricade, anche solo per una sua parte, all'interno della Zona di rispetto T.E. si devono adottare le seguenti prescrizioni tecniche:
 - Suddividere, tramite giunto dielettrico, la BA in sezioni di lunghezza pari a 50 m circa;
 - All'interno di ciascuna sezione, realizzare la continuità elettrica tra i montanti metallici della BA tramite l'installazione di barra collettoria equipotenziale in acciaio zincato $\Phi 12\text{mm}$ o equivalente;
 - Collegare la barra collettoria equipotenziale al palo T.E. più prossimo, possibilmente in posizione baricentrica rispetto alla BA stessa, tramite due cavi in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR $\Phi 19,62\text{mm}$;
 - Isolare i montanti dai tirafondi di ancoraggio tramite l'applicazione di boccole e rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica (vetronite);
 - Se la BA è del tipo flangiato su opera d'arte, applicare tramite incollaggio alla faccia inferiore della piastra di flangiatura un foglio in vetronite, di spessore 0,5mm e di dimensioni tali da sporgere di almeno un centimetro per ciascun lato rispetto alla piastra stessa;
2. Nel caso di BA fuori dalla Zona di rispetto T.E., ma adiacente ad una BA in Zona di rispetto T.E. (distanza tra le due BA minore o uguale ai 2,5 m), la BA in oggetto dovrà essere trattata come se cadesse all'interno della Zona di rispetto T.E.;
3. Per BA che non ricadono nei precedenti casi, applicare l'isolamento dei basamenti tramite rondelle e boccole isolanti. Nel caso si tratti di BA di tipo flangiate, applicare anche il foglio in vetronite come precedentemente descritto;
4. Per BA fuori dalla Zona di rispetto T.E., le sezioni isolate dovranno avere una lunghezza ≤ 20 m;
5. Per BA che non devono essere connesse al circuito di terra e protezione TE, in corrispondenza dei sostegni T.E. (pali e portali), dei tiranti a terra e dei segnali luminosi, per distanze $L \leq 2,5$ m ($L =$ distanza palo/portale/tirante a terra/segnale luminoso – barriera antirumore), occorre realizzare un tratto isolato esteso di barriera antirumore in modo tale che i montanti metallici estremi del sezionamento risultino ad una distanza superiore od uguale a 2,5 m dalle strutture T.E. o dai segnali luminosi stessi;
6. Per tutti i tipi di barriera antirumore, nel caso in cui le sezioni di BA debbano essere collegate al circuito di terra di protezione T.E. per linee a 3 kV c.c. (BA in Zona di rispetto TE, in adiacenza a BA in Zona di rispetto T.E. o a seguito di misure effettuate a valle dell'installazione che evidenzino problematiche di masse contemporaneamente accessibili) e possano essere toccate da persone sul lato esterno della barriera antirumore, le stesse sezioni devono essere collegate, tramite due cavi in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR $\Phi 19,62\text{mm}$, ad almeno 2 dispersori di terra, posti ogni 20 m circa, della stessa tipologia utilizzata per i circuiti di terra di protezione T.E. Detti dispersori devono essere posti in opera all'esterno della barriera antirumore rispetto al binario;
7. Nel caso di BA installate su viadotto deve essere effettuato il sezionamento elettrico della BA in corrispondenza di ciascun giunto di dilatazione dell'impalcato.
8. Dal punto di vista costruttivo si prescrive che:
 - Due sezioni adiacenti devono essere sezionate mediante un giunto dielettrico;

- In sede di progetto di dettaglio si deve cercare di far coincidere i giunti dielettrici con i giunti strutturali dell'opera di fondazione;
- L'allettamento di tutti i tipi di barriera antirumore deve essere realizzato tramite uno strato di malta "EMACO";
- I giunti dielettrici, per tutti i tipi di barriera antirumore, che costituiscono l'isolamento elettrico tra i pannelli acustici fonoassorbenti ed i montanti metallici di fine sezione viene ottenuto tramite guaina in gomma EPDM dielettrica e fogli isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica, posizionati su tutta l'altezza del profilato metallico; nel caso dei montanti metallici flangiati, la guaina in gomma EPDM dielettrica si estende anche in corrispondenza della piastra di base.
- Ai fini della sicurezza elettrica, si prescrive la misura e verifica delle tensioni di passo e contatto da effettuarsi, secondo quanto previsto dalla Norma CEI EN 50122-1, per le strutture della linea di contatto e per tutte le masse metalliche presenti nella sede ferroviaria, con particolare riferimento a sostegni, pensiline, mancorrenti e barriere antirumore.

I materiali impiegati per gli interventi di sezionamento e messa a terra delle barriere antirumore sono i seguenti:

- Guaina in gomma EPDM dielettrica di durezza Shore A 50, spessore pari a 5 mm, avente caratteristiche meccaniche secondo la CNR 10018;
- Malta "EMACO" avente caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla malta tipo "EMACO BASF S55";
- Foglio isolante in tessuto di vetro e resina epossidica di spessore pari a 0,5 mm, avente caratteristiche meccaniche ed elettriche simili o superiori alla resina tipo "Misolet LG11H";
- Boccole isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica di diametro esterno 35 mm, diametro interno 33 mm e lunghezza 40 mm, di spessore 1 mm, per barriere antirumore su basi in c.a.;
- Rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica, di spessore 0,5 mm e diametro esterno superiore a quello della sovrastante rondella di acciaio di almeno 10 mm, per tirafondi M30, con diametro esterno pari a 152 mm, per barriere antirumore su basi in c.a.;
- Tondo di acciaio del diametro di 12 e di 16 mm;
- Cavo TACSR $\Phi 19,62$ mm costituito da un solo conduttore, da un isolamento e da una guaina esterna protettiva. Il conduttore ha un diametro esterno di 15,82 mm costituito da un nucleo centrale interno e da un mantello esterno. Il nucleo è costituito a sua volta da un filo di acciaio ricoperto da una guaina estrusa di alluminio. Il mantello è costituito da due corone, una di 9 conci e l'altra di 18 fili tonde;
- Capocorda in alluminio;
- Bulloni, dadi e rosette in acciaio zincato a caldo;
- Dispersore di profondità tipo Dehn e Sohne: bastoni componibili in acciaio.

I fogli isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica e le guaine in gomma EPDM dielettrica devono essere incollati alle superfici metalliche con un adesivo compatibile con i due materiali a contatto e le rondelle isolanti in tessuto di vetro e resina epossidica devono essere soggette a lavorazioni di tipo meccanico al fine di irruvidirne la superficie su entrambi i lati; tale trattamento può essere ottenuto, ad esempio, con carta vetrata grana 80 ed ha lo scopo di garantire il coefficiente di attrito di progetto.

4.16 CIRCUITO DI RITORNO

Il circuito di ritorno (CdR) della corrente di trazione elettrica è essenzialmente costituito dalle rotaie del binario che hanno la funzione di convogliare al negativo delle sottostazioni la corrente di ritorno T.E.

In relazione all'isolamento delle rotaie stesse e al tipo di impianto di segnalamento previsto, il CdR dovrà essere il seguente:

- **in stazione:** *Tipo 2 - Binario con una rotaia isolata ed una non isolata;*
- **in piena linea:** *Tipo 3 - Binario con entrambe le rotaie non isolate.*

In base al tipo di CdR, i criteri e l'impiego delle connessioni da realizzare sui binari di corsa delle stazioni e sui binari di corsa di piena linea sono differenti. Per maggiori dettagli si rimanda alle prescrizioni del *Capitolato Tecnico TE Ed. 2014 cod. RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 A.*

4.17 ALIMENTAZIONE

L'architettura dell'intero sistema di alimentazione è schematizzata nell'elaborato di progetto:

- **RS6000R18DXLC0000001:** Schema elettrico di alimentazione TE.

Si specifica, in merito a ciò, che l'architettura di alimentazione resterà inalterata e seguirà l'attuale configurazione. Pertanto, come quella attuale che verrà demolita, la nuova stazione di Augusta sarà alimentata dalla SSE di Megara (lato Siracusa) e dalla SSE di Lentini (lato Catania).

4.18 SEZIONATORI

Per considerazioni legate a motivi di esercizio nonché alla funzionalità del dispositivo di alimentazione e protezione, le alimentazioni possono essere interrotte o diversamente connesse mediante appositi sezionatori a 3kVcc, motorizzati e telecomandati dal DOTE.

I tronchi di sezionamento (estremi ed eventualmente intermedi) di stazione, saranno realizzati a spazio d'aria, mentre saranno realizzati con isolatore di sezione percorribile nelle comunicazioni pari/dispari e nei binari secondari di stazione.

In caso di telecomando escluso, tutti i sezionatori suddetti potranno essere comandati anche localmente, grazie ad appositi "Quadri comando e controllo" ubicati nei locali tecnologici di stazione.

Pertanto, per il comando e controllo dei sezionatori su indicati dovranno essere predisposte nuove canalizzazioni costituite da cunicoli in cls e da tubazioni in PVC interrate dai sezionatori stessi e fino ai relativi quadri comando e controllo.

Gli schemi elettrici dei comandi dei sezionatori e relativi cavi saranno conformi alla Circolare RE/ST.IE /97-605 del 1997 sulla motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kV cc.

Gli schemi dei circuiti da realizzare all'interno dei quadri di alimentazione e controllo rispondono alla medesima circolare modificata secondo la nota RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000108 del 5/6/2017 "Modifica 01.06.2017: INSERZIONE RESISTENZA 33 OHM, 10 W".

4.19 SEGNALETICA TE

Nella configurazione finale degli impianti, la segnaletica TE sarà conforme alla Linea Guida “RFI.DMA.LG.IFS.8.B” Ed. 09/2008 la quale fornisce indicazioni sulle prescrizioni costruttive, sui criteri di utilizzazione e di installazione della segnaletica di individuazione e di sicurezza.

In particolare, su ogni sostegno TE sarà posato il cartello di individuazione, costituito da una targa di colore bianco con caratteri neri e realizzata come indicato nel disegno RFI E64498, sul quale saranno riportati, 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 di sostegno;
- indicazione del posto telefonico più vicino.

I portali della nuova stazione di Augusta saranno individuati da cartelli aventi le caratteristiche del disegno RFI E61930, ovvero di dimensione 660 x 400 (mm) contrassegnati dai numeri romani I, II, III e IV, neri su fondo bianco, applicati sui montanti dei portali da entrambi i lati, in modo che le suddette cifre romane si presentino a ciascun treno nell'ordine crescente di numerazione.

Le targhe segnaletiche per l'individuazione delle zone elettriche nelle stazioni o nelle zone di sovrapposizione, presenti in corrispondenza dei tratti di sezionamento di piena linea, saranno realizzate come da disegno RFI E70308 e posate sulla fune portante alla distanza di 1 metro dalla sospensione.

L'individuazione dei sezionatori avverrà attraverso apposite targhe gialle, di dimensioni 180 x 140 mm, con riportata su una sola faccia, la scritta serigrafata di colore azzurro, realizzata come indicato nel disegno RFI E70307. La targa sarà applicata sul coperchio degli argani con appositi collanti in grado di resistere alle condizioni climatiche.

Sui sostegni TE i sezionamenti saranno segnalati con i due cartelli con le scritte “ATTENZIONE AL SEZIONAMENTO” e “SEZIONAMENTO”.

Il cartello con la scritta “ATTENZIONE AL SEZIONAMENTO” verrà posato sulla mensola del sostegno TE che precede il tronco di sezionamento, mentre il cartello con la scritta “SEZIONAMENTO” verrà posato sul sostegno origine del sezionamento.

I cartelli di cui sopra, di dimensioni 540x220 mm, saranno realizzati come indicato nel disegno RFI E55149.

Le discese di alimentazione saranno segnalate tramite un cartello con la scritta “ATTENZIONE ALLE DISCESE DI ALIMENTAZIONE”. Tale cartello, di dimensioni 540x220, sarà posato sulla mensola del sostegno dove si realizza la discesa di alimentazione e sarà conforme al disegno RFI E55149.

Il cartello di avvertimento sarà conforme a quanto indicato dal disegno RFI E64496 e sarà applicato sui sostegni al disopra del cartello di individuazione RFI E64498, rivolto verso il binario e con la superficie parallela allo stesso.

Sulle reti di protezione contro contatti accidentali da linee TE, poste a distanza ridotta da zone praticabili, le targhe di avvertimento saranno applicate con passo massimo di 5m e ad una altezza dal piano di calpestio di 1,5 m.

4.20 TELECOMANDO

Gli impianti di Trazione Elettrica delle tratte in oggetto saranno gestiti in telecomando, con protocollo di comunicazione IEC60870-5-101 o IEC60870-5-104, dal DOTE di Palermo, ubicato nel fabbricato SCC di Palermo Centrale e servirà per la gestione di tutta la rete siciliana.

5 RIMOZIONE IMPIANTI TE ESISTENTI

I lavori relativi alle attività inerenti alla realizzazione del Bypass di Augusta vedranno solamente attività di demolizione nel tratto di linea storica che verrà bypassato e non più percorso grazie all'intervento in oggetto. Tutti i rimanenti impianti della linea storica rimarranno in esercizio e subiranno interventi minimi di adeguamento esclusivamente nelle zone interferenti con la costruzione della nuova LV raddoppiata.

I materiali degli impianti TE provenienti da tutte le suddette opere di demolizione (per trasformazione), nel rispetto di quanto riportato nel documento "RFI-DTN\AOO11\J3\2014\0000054 – Previsione del tolto d'opera" del 13/01/2014, non saranno direttamente smaltiti, ma accantonati in apposite aree indicate dagli agenti ferroviari per la loro classificazione; il personale addetto di RFI si esprimerà sullo stato d'uso degli stessi.

A valle di tale analisi le quantità totali computate negli appositi elaborati di progetto potranno essere classificate secondo i codici previsti dalla procedura "Tolto d'opera" esplicitata nel suddetto documento, scomposte in sub-quantità parziali e stoccate, rigenerate o smaltite in base a quanto stabilito.