



**Area Infrastrutture – Servizio Linee metropolitane urbane**

**Appalto di progettazione esecutiva ed esecuzione di lavori sulla base del progetto definitivo, relativo all'intervento denominato:**

**AMPLIAMENTO DEL DEPOSITO MEZZI DI TRAZIONE E OFFICINA DI MANUTENZIONE DELLA LINEA 1 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI**

**LOCALITÀ PISCINOLA (LOTTO 1)**

**CIG: XX - CUP: B61E16000790007**

**CAPITOLATO GENERALE TECNICO DI APPALTO**

**07 – TRAZIONE ELETTRICA**

1. INTRODUZIONE GENERALE
2. LINEA DI CONTATTO
3. COLLEGAMENTO A TERRA E CIRCUITO DI RITORNO
4. SEZIONATORI

<i>Il Dirigente</i>	<i>Il progettista del progetto definitivo</i>
<b>Dott. Ing. Serena Riccio</b>	<b>RTI:</b> <i>Integra Consorzio Stabile di Architettura e Ingegneria Integrata, Ingegneria del Territorio S.R.L., Euro Engineering, Geolog Studio di Geologia, C.M.G. Testing S.R.L., Dott. Geol. Andrea Rondinara, Ing. Andrea Romani</i> <b>Integratore delle Prestazioni Specialistiche</b> <i>Arch. Amedeo Schiattarella</i>

## INDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUZIONE GENERALE</b>	<b>2</b>
1.1.	SCOPO.....	2
1.2.	DEROGHE .....	2
1.3.	CAMPO DI UTILIZZO .....	3
1.4.	NORME DI RIFERIMENTO .....	3
1.5.	DEFINIZIONI.....	3
1.6.	ABBREVIAZIONI .....	3
<b>2.</b>	<b>LINEA DI CONTATTO</b>	<b>5</b>
2.1.	INTRODUZIONE.....	5
2.2.	CARATTERISTICHE DELLE LINEA DI CONTATTO.....	5
2.3.	SOSPENSIONE A MENSOLA ORIZZONTALE TUBOLARE IN ACCIAIO PER LDC 220 MM <sup>2</sup> .....	5
2.4.	BRACCIO E TIRANTINI DI POLIGONAZIONE .....	6
2.5.	ISOLATORE PORTANTE.....	6
2.6.	MORSETTERIA.....	7
2.7.	CONDUTTORI E CORDE ISOLATE .....	7
2.8.	QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO .....	9
2.9.	RACCORDO DELLA QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO .....	10
2.10.	FRANCHI ELETTRICI DALLE OPERE CIVILI ED OPERE D'ARTE.....	10
2.11.	ORMEGGIO DEI CONDUTTORI ALLE OPERE CIVILI .....	10
2.12.	POLIGONAZIONE LINEA DI CONTATTO .....	11
2.13.	PENDINI.....	12
2.14.	COLLEGAMENTI ELETTRICI E MECCANICI.....	12
2.15.	POSTO DI REGOLAZIONE AUTOMATICA .....	12
2.16.	PUNTO FISSO .....	13
2.17.	SCAMBIO SEMPLICE .....	13
<b>3.</b>	<b>COLLEGAMENTO A TERRA E CIRCUITO DI RITORNO</b>	<b>14</b>
3.1.	INTRODUZIONE.....	14
3.2.	CIRCUITO DI RITORNO .....	14
3.3.	CONNESSIONI LONGITUDINALI DELLE ROTAIE.....	14
3.4.	CONNESSIONI TRASVERSALI DELLE ROTAIE .....	15
3.5.	SISTEMI DI CONNESSIONE ALLE ROTAIE.....	15
3.6.	CIRCUITO DI TERRA E PROTEZIONE.....	15
3.7.	PRESE DI TERRA .....	16
3.8.	RETI DI PROTEZIONE E MASSE METALLICHE .....	16
3.9.	VERIFICA E COLLAUDO DEL CIRCUITO DI PROTEZIONE E MESSA A TERRA.....	16
<b>4.</b>	<b>SEZIONATORI</b>	<b>17</b>

## 1. INTRODUZIONE GENERALE

---

Nell'ambito del progetto di ampliamento dell'attuale deposito dei mezzi di trazione e dell'officina di manutenzione della Linea "1" della metropolitana di Napoli, il presente capitolato definisce i criteri generali per la realizzazione del nuovo impianto di Trazione Elettrica e della relativa connessione con l'impianto esistente.

Gli interventi necessari per l'ampliamento ed il completamento dell'impianto di Trazione Elettrica previsto nel progetto di ampliamento del deposito mezzi di trazione e officina di manutenzione della Linea "1" della Metropolitana di Napoli, consistono essenzialmente in:

- Elettrificazione dei nuovi binari e relativo allaccio agli impianti di Trazione elettrica esistente;
- Realizzazione del circuito di terra di protezione TE, completo in tutte le sue parti, su tutto il nuovo deposito ed in corrispondenza del relativo allaccio agli impianti esistenti;
- Realizzazione degli adeguamenti alla LdC e al CdTPTE sull'allaccio definitivo agli impianti esistenti;
- Realizzazione dei collegamenti al circuito di terra e di protezione TE di strutture metalliche, paline, ecc. ubicate all'interno della zona di rispetto TE;
- Posa in opera sulle strutture di sostegno (pali, portali, penduli, travi, ecc.) di tutte le apparecchiature di sostegno e di isolamento delle condutture di contatto e di tutta la relativa cartellonistica TE;
- Posa in opera di nuovi Sezinatori e delle relative canalizzazioni per il comando e controllo degli stessi;
- Sarà necessario verificare che il collegamento del nuovo impianto alla SSE esistente non comporti una riduzione di capacità o di prestazione dell'impianto preesistente.
- Posa in opera di nuovi Commutatori con lama di terra a tre poli per la messa a terra delle linee di contatto in ingresso all'Officina di Manutenzione;
- Demolizione/rimozione e ripristino, nei punti di raccordo, degli impianti TE esistenti per permettere la realizzazione della nuova sede ferroviaria;
- Fornitura in opera di tutti gli accessori e di apparecchiature atti al corretto funzionamento della linea di contatto, di alimentazione e di messa a terra.
- Manipolazione, carico, pulizia delle aree sgomberate, trasporto e conferimento dei materiali di risulta (scavi e demolizioni blocchi) a discarica o ad impianto di recupero, e tutte le altre incombenze anche amministrative, di completamento dell'attività di smaltimento rifiuti.

### 1.1. SCOPO

---

Nell'ambito del progetto di ampliamento dell'attuale deposito dei mezzi di trazione e dell'officina di manutenzione della Linea "1" della metropolitana di Napoli, il presente capitolato definisce i criteri generali per la realizzazione delle linee aeree di contatto.

### 1.2. DEROGHE

---

Nel caso in cui vi siano impieghi ed installazioni particolari non riconducibili agli elaborati RFI o MN, sarà necessario effettuare il dimensionamento, la verifica, l'attività di progettazione, gli elaborati di dettaglio e relazioni di calcolo che dovranno essere sottoposte all'approvazione della struttura competente di MN e dovranno essere

effettuate nel rispetto delle Norme CEI EN 50119 e delle norme vigenti in merito al dimensionamento ed alla verifica delle strutture.

### 1.3. CAMPO DI UTILIZZO

---

Il campo di applicazione della tipologia di LdC è quello relativo ad una catenaria di sezione 220 mm<sup>2</sup> così formata: una corda portante di sez. 120 mm<sup>2</sup> tiro fisso di 819 daN a +15C°, ed un filo di contatto di sez. 100 mm<sup>2</sup> tiro regolato di 750 daN.

### 1.4. NORME DI RIFERIMENTO

---

Per quanto non precisato nel presente documento la costruzione delle linee di contatto a 1,5/3 kV c.c. dovrà rispondere alle istruzioni, circolari e disegni della Rete Ferroviaria Italiana ed alle seguenti Decisioni e Norme nella edizione più recente:

- STI Energia Convenzionale - Decisione 2011/274/UE della Commissione del 26 Aprile 2011 relativa a una specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale.
- STI Energia AV - Decisione 2008/284/CE della Commissione del 6 Marzo 2008 relativa a una specifica tecnica di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario transeuropeo ad alta velocità.
- CEI EN 50119 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi – Linee aeree di contatto per trazione elettrica
- Serie CEI EN 50122 - Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane – Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno
- 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)

### 1.5. DEFINIZIONI

---

Per le definizioni vale quanto definito nelle norme CEI EN 50119.

### 1.6.

### 1.7. ABBREVIAZIONI

---

Ai fini del presente Capitolato Tecnico T.E., valgono le seguenti abbreviazioni:

- STF: Specifica Tecnica di Fornitura
- MN: Metro Napoli
- RFI: Rete Ferroviaria Italiana
- LdC: Linea di Contatto
- LSU: Palo tralicciato flangiato alla base tipo LSU

- CdTPTE: Circuito di Terra di Protezione TE
- PRG: Piano Regolatore Generale
- PES: Programma di Esercizio
- PdE: Piano di Elettrificazione
- SCC: Sistema di Comando e Controllo
- CdR: Circuito di Ritorno TE
- DM: Dirigente Movimento
- TS: Tronco di Sezionamento
- RA: Posto di Regolazione Automatica
- BA: Barriera Antirumore
- TT: Tirante a Terra

## 2. LINEA DI CONTATTO

### 2.1. INTRODUZIONE

Nei paragrafi di seguito elencati vengono trattati gli argomenti relativi all'elettrificazione dei binari elettrificati con catenaria a fune fissa.

### 2.2. CARATTERISTICHE DELLE LINEA DI CONTATTO

Nella "Tabella 1" sono riportate le caratteristiche principali della LdC da impiegare:

Tabella 1

Sezione mm <sup>2</sup>	Corda/e portante/i mm <sup>2</sup>	Regolazione	Filo/i di contatto mm <sup>2</sup>	Regolazione	Tipo di sosp.ne	Impiego
220	1 x 120	FISSA 1x819 daN (a 15°C)	1 x 100	REGOLATO 1x750 daN	(1)	Binari secondari di Stazione

(1) Sospensione a mensola orizzontale tubolare in acciaio.

Per quanto concerne la tesatura della corda portante si deve fare riferimento all'elaborato RFI:

- E 65070: Tabella di tesatura della corda portante in rame per campata massima pari a 60m.

### 2.3. SOSPENSIONE A MENSOLA ORIZZONTALE TUBOLARE IN ACCIAIO PER LDC 220 MM<sup>2</sup>

Il complesso di montaggio della sospensione a mensola orizzontale tubolare in acciaio per LdC è riportata nel seguente elaborato RFI:

- E 56000/1S: Sospensione di piena linea.

La sospensione è del tipo a mensola orizzontale in acciaio sostenuta da un tirante inclinato, entrambi collegati al sostegno per mezzo di attacchi a cerniera che permettono la libera rotazione della sospensione al fine di consentire il movimento longitudinale dei conduttori regolati automaticamente.

Le corde portanti sono sostenute dalla mensola per mezzo di un isolatore portante e morsetteria in lega di rame in bronzo-alluminio, mentre i fili di contatto sono sostenute da tirantini di poligonazione collegati alla mensola, attraverso un braccio di poligonazione con all'estremità inferiore un isolatore portante, pertanto la mensola orizzontale ed il tirante palo-mensola non risultano in tensione.

Detta sospensione ha una lunghezza normale di circa 3800 mm e un ingombro della catenaria, inteso come distanza tra i fili di contatto e la corda portante, pari a 1400 mm e presenta due configurazioni:

- T = Configurazione Tesa;
- C = Configurazione Compressa.

Di seguito è indicato l'elaborato RFI della mensola in questione:

- E 13619: Mensola tubolare in acciaio diam. 76,1 mm

Le indicazioni per il montaggio di dette mensole, in funzione della temperatura, sono indicate nell'elaborato RFI:

- E 46195: Tabella di montaggio mensole orizzontali in acciaio in funzione della temperatura.

La lunghezza dei tiranti palo-mensola, realizzati in acciaio con tondo del diametro di 16mm dipendono dalla sopraelevazione, dal raggio di curvatura della linea e dalla posizione del sostegno (interno-esterno curva) secondo quanto riportato nell'elaborato RFI:

- E 55843: Schema di utilizzazione dei tiranti per pali tipo LSU.

In casi particolari in cui la distanza dei sostegni dal binario è maggiore di quanto previsto, la lunghezza della mensola e del tirante dovranno essere opportunamente maggiorate.

## 2.4. BRACCIO E TIRANTINI DI POLIGONAZIONE

I tirantini di poligonazione sono fissati attraverso un gancio su apposito attacco fissato alla testa di un isolatore portante. In questo modo il collegamento snodato consente al tirantino di seguire la dilatazione termica del filo di contatto ed il sollevamento del filo stesso sotto la pressione verticale del pantografo.

Esistono due tipologie di tirantini per le varie condizioni di impiego:

- I tirantini normalmente utilizzati sono di lunghezza 900 mm a disegno E61133;
- I tirantini da utilizzare nel caso si debbano poligonare i fili di contatto a zero sono di lunghezza 1100 mm a disegno RFI E61133.

In particolare, per situazioni nelle quali è necessario il rispetto di franchi elettrici, è possibile utilizzare un tirantino di poligonazione isolato costituito da una barra isolante in vetroresina epossidica rivestita da materiale isolante.

Il braccio di poligonazione è un profilato ad U montato diversamente a seconda che si tratti di rettifilo o curva e in base al fatto che la poligonazione sia destra o sinistra rispetto all'asse del binario.

Come già indicato la distanza corda portante - fili di contatto, in corrispondenza della sospensione, è normalmente di 1400 mm, ma, in casi particolari (linea sottopassante cavalcavia, imbocco gallerie, ecc.) tale distanza può essere opportunamente diminuita utilizzando bracci di poligonazione ridotti e staffa ribassata per corde portanti. In questo modo (con i diversi tipi di bracci di poligonazione e staffe) si può ottenere una serie di combinazioni della distanza corda filo (da 900 a 1400 mm).

Di seguito sono indicati gli elaborati RFI dei bracci di poligonazione:

- E52188: Braccio di poligonazione H=780 mm;
- E49997: Braccio di poligonazione ribassato H=540 mm;
- E52201: Braccio di poligonazione ribassato H=440 mm.

## 2.5. ISOLATORE PORTANTE

Gli isolatori portanti utilizzati nella mensola orizzontale in acciaio sono costituiti da una barra isolante in vetroresina epossidica rivestita da una copertura alettata in materiale isolante e con alle estremità terminali metallici.

I dettagli costruttivi sono definiti dal seguente elaborato RFI:

- E64447: Isolatore portante.

La sospensione a mensola orizzontale in acciaio è dotata di due isolatori portanti che hanno la funzione di:

- Un isolatore posto sulla mensola tramite una staffa di collegamento, sostiene le funi portanti tramite un apposito morsetto in bronzo-alluminio;
- Un isolatore posto all'estremità del braccio di poligonazione, sostiene i tirantini di poligonazione tramite un apposito supporto e morsetto in Cu<sub>2</sub>NiSi.

Nel caso in cui sia necessario, per ragioni di ingombro, si può ridurre la distanza corda-filo utilizzando una staffa di sostegno dell'isolatore ribassata con e senza un braccio di poligonazione ridotto.

Per l'ormeggio dei conduttori (corde portanti e filo di contatto) devono essere utilizzati gli isolatori di ormeggio, i cui dettagli costruttivi sono riportati nel seguente elaborato RFI:

- E66008: Isolatore d'ormeggio.

## 2.6. MORSETTERIA

---

La sospensione è equipaggiata con morsetteria in lega di rame.

Il collegamento della sospensione alle corde portanti deve essere effettuato mediante l'impiego di un morsetto in lega di rame (bronzo-alluminio) realizzati tramite fusione.

Il collegamento della sospensione ai fili di contatto deve essere effettuato mediante l'impiego di morsetteria in lega di rame del tipo CuNi<sub>2</sub>Si realizzati tramite stampaggio.

I dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati RFI:

- E70302: Morsetto portante per corde sez. 120 mm<sup>2</sup> diametro 14 mm;
- E64467: Morsetto per l'attacco del filo sagomato sezione 100 mm<sup>2</sup> e 150 mm<sup>2</sup> al tirantino di poligonazione.

Nel collegamento all'isolatore del morsetto delle corde portanti è stato introdotto un grado di libertà alla rotazione tra morsetto stesso ed isolatore eliminando così una possibile causa di resistenza alla rotazione della mensola.

## 2.7. CONDUTTORI E CORDE ISOLATE

---

Le tabelle "2 e 3", di seguito indicate, riportano le principali caratteristiche delle varie tipologie di conduttori impiegati nella LdC.

Tabella 2



Sezione (mm <sup>2</sup> )	Composizione	Diametro (mm)	Materiali	Norme /STF	Impiego
120	19 x 2,8	14	Cu	NT TE 25	Corda portante
155	37 x 2,3	16,1	Cu	NT TE 25	Corda per alimentatori
155	61 x 1,8	16,2	Cu	NT TE 25	Collegamenti elettrici
230	37 x 2,8	19,6	Cu	NT TE 25	Corda per alimentatori
85	37 x 1,7	11,9	Cu	NT TE 25	Collegamenti elettrici
170	1 x 1,25 mm Ac + guaina Al + 1 corona di 9 conci TAL + 1 corona di 18 fili TAL Diam. 2,21 mm	15,82	TACSR	STF TE 80	Circuito di terra di protezione TE
170	1 x 1,25 mm Ac + guaina Al + 1 corona di 9 conci TAL + 1 corona di 18 fili TAL Diam. 2,21 mm e guaina isolante	19,62	TACSR	STF TE 86	Circuito di ritorno TE

Tabella 3

Sezione (mm <sup>2</sup> )	Diametro (mm)	Materiale	Norme	Impiego
100	11,8	CuAg 0,10	STF TE 40	Filo sagomato
150	14,5	CuAg 0,10	STF TE 40	Filo sagomato
20	5	Cu	N.T. TE 19	Tondo per fili per pendini

## 2.8. QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO

In corrispondenza delle sospensioni, la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota del piano del ferro deve essere correlata alla tipologia di PMO previsto.

Si riportano di seguito in “Tabella 4”, “Tabella 5”, e “Tabella 6” le varie quote del piano teorico di contatto in corrispondenza delle sospensioni previste, in funzione della tipologia di PMO adottata:

*Tabella 4*

Tipologia di PMO	PMO 1 – PMO 2 e PMO 3 (mm)	PMO 4/5 (mm)
Quota standard del piano teorico di contatto sotto sospensione	5000	5200

Le quote del piano teorico di contatto sotto sospensione riportate in “Tabella 5” possono essere ridotte in corrispondenza di punti singolari come cavalcaferrovia, pensiline, ecc. Tali quote minime sono indicate nella “Tabella 6”.

*Tabella 5*

Tipologia di PMO	PMO 1 (mm)	PMO 2 (mm)	PMO 3 (mm)	PMO 4/5 (mm)
Quota standard del piano teorico di contatto sotto sospensione	4650	4800	4850	5200

Le quote minime del piano teorico di contatto in corrispondenza della sospensione sono ammesse, purché si accerti e si garantisca che in qualsiasi altro punto della campata, nella peggiore condizione di carico e di temperatura ambiente, la quota del piano teorico di contatto sul piano del ferro non risulti inferiore ai valori di seguito elencati in “Tabella 6”.

*Tabella 6*

Tipologia di PMO	PMO 1 (mm)	PMO 2 (mm)	PMO 3 (mm)	PMO 4/5 (mm)
Quota standard del piano teorico di contatto sotto sospensione	4510	4650	4700	5050

## 2.9. RACCORDO DELLA QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO

Nel caso in cui fosse necessario ridurre la quota del piano teorico di contatto per permettere, ad esempio, il passaggio della linea di contatto sotto un'opera d'arte, è necessario che la stessa quota sia mantenuta per tutta la campata precedente e per tutta la campata successiva al tratto sottopassante l'opera d'arte.

Non vi devono essere variazioni di quota del piano teorico di contatto per tutta l'estensione delle sovrapposizioni isolate e non isolate e in corrispondenza dei deviatoi.

I raccordi tra le quote del piano teorico di contatto, tra loro diverse, devono essere realizzati nel rispetto della "Tabella 7"

Tabella 7

Velocità fino a km/h	Gradiente massimo		Massima variazione di gradiente	
		‰		‰
50	1/40	25	1/40	25
60	1/50	20	1/100	10
100	1/167	6	1/333	3
120	1/250	4	1/500	2
160	1/300	3,3	1/600	1,7
200	1/500	2	1/1 000	1
250	1/1 000	1	1/2 000	0,5
> 250	0	0	0	0

## 2.10. FRANCHI ELETTRICI DALLE OPERE CIVILI ED OPERE D'ARTE

In presenza di opere civili come cavalcaferrovia, pensiline, ecc. è necessario garantire un franco elettrico minimo tra i conduttori della LdC e le parti a terra.

Nel caso in cui la linea di contatto superi l'opera d'arte o l'opera civile in campata libera, sarà necessario garantire un franco elettrico minimo pari a 300 mm. Tale franco è inteso dall'intradosso dell'opera alla superficie esterna dei conduttori più vicini all'opera.

Nel caso in cui la LdC superi l'opera d'arte o l'opera civile mediante punti di sospensione sarà necessario garantire in corrispondenza degli stessi un franco elettrico minimo pari a 150 mm.

Dovrà comunque essere garantito un franco elettrico minimo pari a 300 mm per tutti quei punti compresi tra i punti di sospensione. Le distanze sono sempre intese tra la superficie dell'opera d'arte o civile e la superficie del conduttore in tensione più vicino all'opera stessa.

## 2.11. ORMEGGIO DEI CONDUTTORI ALLE OPERE CIVILI

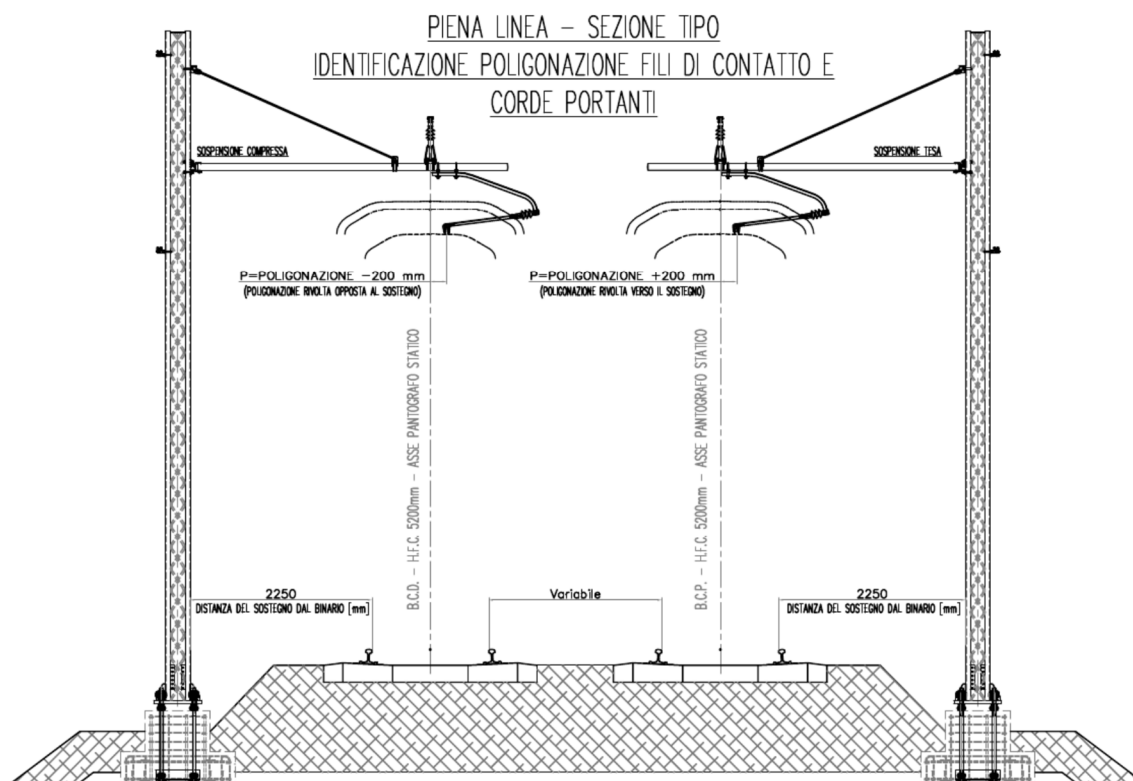
In corrispondenza di opere d'arte o civili ove non fosse possibile il passaggio delle corde portanti (facenti parte della linea di contatto) nonostante la riduzione della quota del piano teorico di contatto, sarà necessario ormeggiare le stesse all'opera d'arte mediante l'impiego di apposite carpenterie.

Anche per i conduttori in tensione sopra citati valgono le considerazioni relative ai franchi elettrici precisate al paragrafo 2.9.

## 2.12. POLIGONAZIONE LINEA DI CONTATTO

In corrispondenza di ogni singola sospensione i fili di contatto vengono poligonati rispetto all'asse del binario per mezzo di due tirantini di poligonazione come si evince in "Figura 1".

*Figura 1*



Pertanto la condotta di contatto si posiziona nel suo insieme alternativamente inclinata verso il sostegno e verso l'esterno.

In rettilineo, in corrispondenza delle sospensioni, la poligonazione dei fili di contatto misurata sulla mezzera dei fili stessi deve essere di 200 mm rispetto all'asse del binario.

Pertanto, montando i tiranti di poligonazione delle successive sospensioni rispettivamente a destra e a sinistra dell'asse del binario, si ottiene una zona di strisciamento del filo sul pantografo che ha una larghezza pari a 400 mm.

Nelle curve di raggio maggiore o uguale di 6000 metri (4000 metri in caso di linee con forte vento) la poligonazione si realizza come quella in rettilineo.

Per le curve di raggio minore di 6000 metri (4000 metri in caso di linee con forte vento) la poligonazione si realizza montando tutte le sospensioni poligonate a 200 mm esternamente alla curva, ma facendo attenzione a non superare a metà campata il valore di 200 mm interno curva.

La poligonazione dei fili di contatto in corrispondenza degli scambi deve essere tale che i fili di contatto di un binario, nella tratta dove entrambi i fili che formano lo scambio vengono in contatto con il pantografo, premano sul pantografo medesimo dalla stessa parte degli altri fili che formano lo scambio.

Per assicurare questa condizione è ammesso che la poligonazione sugli scambi raggiunga i 300 mm ed i cavallotti in corrispondenza degli scambi siano sistemati in modo che tutti i fili che si incrociano possano liberamente scorrere sotto l'azione dei contrappesi.

### 2.13. PENDINI

---

Per la realizzazione dei pendini da impiegare si faccia riferimento al seguente elaborato RFI:

- E 62968: Pendini per LdC
- E 66007: Tabella di pendinatura per LdC 220 mm<sup>2</sup> per binari secondari, binari di precedenza e comunicazioni

La pendinatura definita dall'elaborato E66007 prevede in modo chiaro la posizione ed il numero dei pendini dotati di cavallotto di scorrimento da impiegare in funzione della lunghezza della pezzatura ed in funzione della distanza della campata considerata dal punto fisso.

Nel caso in cui vi siano impieghi ed installazioni particolari non riconducibili agli elaborati sopra indicati sarà necessario effettuare lo studio ed il calcolo delle campate di pendinatura definendo i passi di pendinatura e la lunghezza teorica dei pendini nel rispetto di quanto previsto dagli elaborati sopra citati.

### 2.14. 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 ed adeguata morsetteria.

Le tipologie di collegamenti sopra indicate unitamente ai relativi dettagli costruttivi ed alle indicazioni per il posizionamento ed il montaggio degli stessi per LdC 220 mm<sup>2</sup>, sono riportate nel seguente elaborato RFI:

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

In fase di montaggio sarà da tenere presente che per la LdC con 220 mm<sup>2</sup> i collegamenti elettrici devono essere realizzati considerando la presenza di un solo filo di contatto e di una corda portante.

### 2.15. POSTO DI REGOLAZIONE AUTOMATICA

---

La tesatura automatica dei fili e delle corde portanti deve essere realizzata massimo 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.

L'ormeggio dei conduttori relativi alla catenaria 220 mm<sup>2</sup> in corrispondenza dei sostegni deve essere 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.

Inoltre, per realizzare l'ormeggio dei conduttori è necessario interporre, tra le estremità dei conduttori ed i cinematismi posti in prossimità del sostegno, l'isolatore d'ormeggio necessario per l'isolamento, secondo quanto previsto dal seguente elaborato:

- E56000/3s: Terminazione fili/o- funi/e.

Per l'ormeggio dei conduttori, è ammesso l'utilizzo dei dispositivi di tensionatura a molle a spirale e/o dei dispositivi di tensionatura elettromeccanici previa autorizzazione della Struttura competente di MN.

## **2.16. PUNTO FISSO**

In presenza di condutture con pezzature o estese di regolazione automatica minori di 700 metri il punto fisso non deve essere realizzato ma si ormeggia la conduttura fissa sul lato opposto a quello di regolazione.

In presenza di pezzature o estese di regolazione automatica fino a 1400 m deve essere realizzato un punto fisso, posizionato in una zona intermedia tra due posti di regolazione automatica, collegando opportunamente al centro della campata di punto fisso la corda e il filo tramite uno spezzone di corda di rame da 85 mm<sup>2</sup>.

## **2.17. SCAMBIO SEMPLICE**

L'elettrificazione dello scambio semplice (sul binario principale o diretto si innesta un binario deviato) è formata dall'incrocio delle due condutture di contatto che servono i due binari interessati. Pertanto, l'andamento dei fili sovrastanti il binario principale deve essere normale, mentre i fili provenienti dal binario deviato, appena oltrepassato il punto d'incrocio delle due condutture, devono risalire rapidamente fino all'ormeggio.

L'ormeggio deve essere realizzato su di un palo distante una o anche due campate dal punto d'incrocio.

Per evitare l'impigliamento del corno del pantografo con i fili, è necessario che il conduttore in presa non sia nella mezzera del pattino, ma risulti spostato verso il conduttore dell'altro binario.

Questo si ottiene montando i conduttori in maniera tale che nella zona di incrocio essi risultino sempre poligonati verso l'interno dei due rami dello scambio.

Per ottenere la poligonazione interna è necessario che l'incrocio dei fili avvenga entro una zona utile situata tra cuore e aghi dello scambio, dove la distanza fra le due rotaie dello stesso lato è compresa tra 300 e 500 mm.

Per assicurare tale condizione, è ammesso che la poligonazione sugli scambi raggiunga i 300 mm.

Per ottenere lo spostamento simultaneo di tutti i conduttori facenti parte dello scambio nel punto di intersezione si debbono collegare tra di loro i fili di contatto tramite apposite bacchette in rame e le corde portanti con un apposito morsetto.

Sempre per la stessa ragione i fili di contatto di una conduttura sono pendinati alla corda portante dell'altra e i due pendini prima e dopo l'incrocio devono essere collegati tra fili e corde dell'altra conduttura.

Una condizione essenziale per il corretto funzionamento dell'impianto è che i cavallotti in corrispondenza dello scambio debbono essere sistemati in modo che tutti i fili incrocianti possano liberamente scorrere sotto l'azione dei contrappesi di regolazione.

### 3. COLLEGAMENTO A TERRA E CIRCUITO DI RITORNO

---

#### 3.1. INTRODUZIONE

---

Di seguito vengono trattati gli argomenti relativi alla messa a terra degli impianti TE e di eventuali masse tensionabili unitamente ai collegamenti relativi al circuito di ritorno TE.

#### 3.2. CIRCUITO DI RITORNO

---

Il circuito di ritorno 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.

Il circuito di ritorno, in relazione all'isolamento delle rotaie stesse, può essere classificato in tre tipologie di seguito elencate:

- Tipo 1: Binario con entrambe le rotaie isolate:

Dette rotaie sono suddivise in sezioni e separate da giunti isolanti. Per assicurare la continuità del circuito di ritorno agli estremi di ciascuna sezione sono installate le connessioni induttive.

- Tipo 2: Binario con una rotaia isolata ed una non isolata:

La rotaia isolata è suddivisa in sezioni e separata da giunti isolanti. La rotaia non isolata assicura la continuità del circuito di ritorno tramite opportuni collegamenti longitudinali.

- Tipo 3: Binario con entrambe le rotaie non isolate:

La continuità del circuito di ritorno è assicurata tramite opportuni collegamenti longitudinali.

#### 3.3. CONNESSIONI LONGITUDINALI DELLE ROTAIE

---

Sono riportati di seguito i criteri e l'impiego delle connessioni longitudinali da realizzare sui binari di corsa delle stazioni e sui binari di corsa di piena linea, in base al tipo di circuito di ritorno:

- Circuito di Ritorno Tipo 1:

Connessione longitudinale da realizzare in corrispondenza di ogni giunzione non saldata e non isolata di tutte e due le fughe di rotaie del binario.

- Circuito di Ritorno Tipo 2:

Connessione longitudinale da realizzare in corrispondenza di ogni giunzione non saldata della sola rotaia non isolata del binario.

- Circuito di Ritorno Tipo 3:

Connessione longitudinale da realizzare in corrispondenza di ogni giunzione non saldata delle due fughe di rotaie del binario.

In corrispondenza dei binari dei fasci e dei parchi merci le connessioni longitudinali possono essere poste in opera su una sola fuga di rotaie (anche se entrambe le fughe non sono isolate) purché i binari siano passanti.

### 3.4. CONNESSIONI TRASVERSALI DELLE ROTAIE

Le connessioni trasversali fra le rotaie di uno stesso binario in piena linea sono effettuate in base alla tipologia di circuito di ritorno presente (vedi paragrafo 5.2), secondo le tipologie di seguito elencate:

- Circuito di Ritorno Tipo 1:

Le connessioni trasversali non possono essere applicate in nessun caso.

- Circuito di Ritorno Tipo 2:

Le connessioni trasversali per linee a semplice binario non si applicano, mentre per le linee a doppio binario vengono eseguite solo tra le rotaie non isolate dei due binari, almeno alla distanza di 700 m.

- Circuito di Ritorno Tipo 3:

Le connessioni trasversali, per linee a semplice e doppio binario vengono eseguite tra le due fughe di rotaia di uno stesso binario almeno ogni 700 m.

In assenza di blocco automatico, alle estremità del tratto di lunghezza 3000 m, (secondo i principi illustrati nel successivo capitolo) in corrispondenza dei dispositivi a semiconduttore le rotaie vanno collegate tra di loro con due cavi di TACSR da 170 mm<sup>2</sup>.

Nelle stazioni i collegamenti trasversali tra le fughe di rotaie non isolate sono effettuate ogni quattro campate circa di conduttura elettrica.

### 3.5. SISTEMI DI CONNESSIONE ALLE ROTAIE

Il collegamento alle rotaie, effettuato mediante cavo TACSR da 170 mm<sup>2</sup> è di tipo meccanico e deve essere realizzato attraverso l'impiego dell'attacco alla rotaia approvato dalla Struttura competente di MN.

I fori sulle rotaie per collegamenti di qualsiasi genere sono ammessi solo in corrispondenza dell'asse neutro della rotaia.

### 3.6. CIRCUITO DI TERRA E PROTEZIONE

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.

I Sostegni della Linea di contatto devono essere collegati tra di loro attraverso corde TACSR con sezione 170 mm<sup>2</sup>. I dettagli relativi ai conduttori di terra sono definiti al Paragrafo 2.7.

Il numero delle corde di terra in acciaio-alluminio da impiegare è il seguente:

LdC 220 mm<sup>2</sup>: n. 2 corde TACSR sezione 170 mm<sup>2</sup>.

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

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

Alla corda deve essere assicurato, attraverso l'attacco al palo ed il morsetto di sostegno, un buon collegamento elettrico al sostegno.



Per quanto riguarda la disposizione e la costituzione degli ormeggi della corda di TACSR con sezione pari a 170 mm<sup>2</sup> devono essere realizzati secondo l'elaborato:

- E56000/12s: Circuito di terra;

Il progetto per il circuito di terra in presenza di LdC dovrà essere realizzato dalla ditta esecutrice e sottoposto alla Direzione Lavori per l'approvazione.

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

Ciascun sostegno deve essere collegato ad un proprio dispersore di terra e alla rotaia.

### **3.7. PRESE DI TERRA**

---

I sostegni devono essere collegati a un proprio paletto di terra (dispersore), mediante un apposito collare e due tondi di acciaio da 100 mm<sup>2</sup>.

### **3.8. RETI DI PROTEZIONE E MASSE METALLICHE**

---

Per quanto riguarda i criteri da utilizzare per la messa a terra delle reti metalliche di protezione, devono essere rispettate le prescrizioni indicate nella EN 50122-1.

### **3.9. VERIFICA E COLLAUDO DEL CIRCUITO DI PROTEZIONE E MESSA A TERRA**

---

Per quanto riguarda i criteri da utilizzare per la verifica ed il collaudo del circuito di protezione e messa a terra TE si rimanda a quanto disposto dalle prescrizioni MN in vigore.

#### 4. SEZIONATORI

---

I sezionatori sono del tipo unipolare a corna 3 kVcc e sono dotati di telai realizzati con profilati di acciaio che supportano l'equipaggio fisso e quello mobile.

Il numero e la disposizione dei sezionatori TE e Commutatori è riportato sugli schemi di alimentazione; per i dettagli vedi i seguenti elaborati di progetto:

- PIS\_D\_001\_ST\_0\_1\_TRE\_SC\_01 “Schema di alimentazione TE Finale”

I sezionatori TE di nuova installazione N.73 e N.74 saranno comandati localmente, grazie ad apposito “Quadro di comando e controllo” ubicato nella SSE esistente del Deposito di Piscinola, mentre i sezionatori N.75 e N.76 sono comandati manualmente.

Oltre ai sezionatori sono previsti N.11 Commutatori a lama di terra per la gestione della toltensione sui 10 binari previsti nel capannone di manutenzione e nel binario del Lavaggio.

I cavi di comando e controllo dei sezionatori TE sono conformi al seguente documento: “Indicazioni sull'impiego di cavi elettrici destinati a costruzioni negli impianti ferroviari REGOLAMENTO (UE) n. 305/2011”.