

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. TECNOLOGIE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S.PIETRO - BERGAMO - MONTELLO

LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO,  
TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.

LINEA DI CONTATTO:

Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7

SCALA:

-

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

N B 1 R 0 7 D 5 8 R G L C 0 0 0 0 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Serrau	Marzo 2020	M. Reggiani	Marzo 2020	M. Berlingieri	Marzo 2020	G. Guidi Buffarini Lugl. 2021
B	integr. cap 7 Comm. Tec. VIA VAS	M. Gennari	Lugl. 2021	A. Sperduto	Lugl. 2021	M. Berlingieri	Lugl. 2021	ITALFERR S.p.A. U.O. Tecnologie Nord Ing. Guido Guidi Buffarini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n° 17812

File: NB1R02D58RGLC0000001B

n.Elab.:



## Sommario

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	SCOPO .....	4
1.2	ABBREVIAZIONI .....	4
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>4</b>
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	5
<b>3</b>	<b>CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI TE ESISTENTI .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE DEL NUOVO IMPIANTO TE .....</b>	<b>8</b>
4.1	DESCRIZIONE DEL NUOVO PIANO SCHEMATICO DI ALIMENTAZIONE T.E.....	8
4.2	SOSTEGNI E PORTALI .....	8
4.3	SOSPENSIONI.....	9
4.4	LINEA DI CONTATTO.....	9
4.5	QUOTA DEL PIANO TEORICO DI CONTATTO .....	9
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE TECNICHE PARTICOLARI D’IMPIANTO.....</b>	<b>9</b>
5.1	CONDUTTURE DI CONTATTO .....	10
5.1.1	<i>Poligonazione.....</i>	<i>11</i>
5.1.2	<i>Collegamenti elettrici e meccanici .....</i>	<i>11</i>
5.1.3	<i>Sostegni.....</i>	<i>11</i>
5.2	BLOCCHI DI FONDAZIONE .....	12
5.3	POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO .....	13
5.4	PUNTO FISSO.....	14
5.5	CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE .....	15
5.6	CP DI PIENA LINEA E DI STAZIONE .....	15
5.6.1	<i>Reti di protezione e recinzioni metalliche .....</i>	<i>17</i>
5.7	SEZIONATORI E CAVI DI COMANDO E CONTROLLO .....	18
5.8	SEGNALETICA TE .....	18
<b>6</b>	<b>SOGGEZIONI ALL’ESERCIZIO E ULTERIORI PRESCRIZIONI .....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>IMPATTO ELETTROMAGNETICO.....</b>	<b>21</b>

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 3 di 22

## 1 INTRODUZIONE

Nel Programma Regionale Mobilità e Trasporti della Regione Lombardia è riportato il raddoppio della tratta Bergamo – Ponte S. Pietro esteso fino a Terno d’Isola.

Nell’ “Intesa sulle strategie e sulle modalità per lo sviluppo del SFR passeggeri, del trasporto merci e degli standard qualitativi per l’interscambio modale”, in corso di sottoscrizione tra RFI e Regione Lombardia è previsto il raddoppio della linea tra Montello-Bergamo-Ponte S. Pietro per potenziare i servizi attualmente esistenti tra Milano Porta Garibaldi e Bergamo.


Per il raggiungimento di tale obiettivo, RFI ha suddiviso gli interventi in diversi progetti con diversi scenari temporali di realizzazione. Tra questi, i seguenti sono tra i più importanti:

- La realizzazione dell’apparato centrale computerizzato di Bergamo su ferro attuale;
- il raddoppio della tratta Curno – Bergamo e la realizzazione del PRG di Ponte San Pietro;
- la realizzazione del PRG di Bergamo;
- il raddoppio della tratta Bergamo - Montello.

Sono altresì attualmente in corso di studio alcuni interventi correlati al progetto di raddoppio della linea Ponte S. Pietro – Bergamo – Montello, quali:

- potenziamento infrastrutturale dei bacini milanesi che prevede interventi puntuali di velocizzazioni delle sedi di incrocio d’orario tramite modifiche impiantistiche per la contemporaneità dei movimenti, realizzazione del sottopasso e incremento a 60k m/h delle velocità degli itinerari deviati;
- nuovo collegamento con l’aeroporto di Bergamo che prevede una nuova linea a doppio binario diramata dall’attuale linea Bergamo – Brescia, opportunamente potenziata, con la realizzazione della nuova stazione Aeroporto.

Nell’ambito di tale scenario di potenziamento infrastrutturale, la Committenza ha chiesto ad Italferr (cfr. verbale di “Incontro” del 16 aprile 2019 e del 14 maggio 2019) di sviluppare il Progetto Definitivo di un primo Lotto di interventi che prevede: la realizzazione dell’ACC di Bergamo su ferro attuale; il raddoppio da Bergamo (e) a Curno (i) della linea esistente a semplice binario con inserimento di un bivio per il passaggio da doppio a singolo prima della radice ovest di Bergamo; la soppressione dei passaggi a livello (PL) esistenti sulla linea da Bergamo a Curno ad eccezione del PL di Martin Luter King e di via Moroni che saranno a cura RFI; l’ampliamento della fermata di Bergamo Ospedale conseguente al raddoppio della linea; la realizzazione della fermata di Curno e la sistemazione del PRG di Ponte S. Pietro. RFI ha chiesto altresì di ricomprendere all’interno del

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 4 di 22

Progetto Definitivo anche la viabilità sostitutiva per la soppressione dei passaggi a livello della linea da Bergamo a Montello ed una verifica di idoneità delle opere esistenti da Curno a Ponte S. Pietro, per un eventuale futuro incremento di carico e di velocità su tale tratto di linea. Le opere di raddoppio della linea da Bergamo (e) a Curno (i) saranno progettate in interruzione totale da Ponte S. Pietro a Bergamo, come indicato dalla Committenza nel Verbale di Incontro del 16 aprile 2019.

## 1.1 Scopo

Lo scopo della presente relazione è quello di illustrare le scelte progettuali da adottare per gli impianti di trazione elettrica del tratto ferroviario Ambivere/Mapello - Ponte s. Pietro.


## 1.2 Abbreviazioni

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

- *RFI* : Rete Ferroviaria Italiana S.p.A.;
- *TE* : Trazione Elettrica;
- *LdC* : Linea di Contatto;
- *LP* : Linea Primaria;
- *LSU* : Palo tralicciato flangiato alla base tipo LSU;
- *CP* : Circuito di Terra di protezione;
- *SSE* : Sottostazione Elettrica;
- *BD* : Binario Dispari;
- *BP* : Binario Pari;
- *PRG* : Piano Regolatore Generale;
- *PES* : Programma di Esercizio;
- *PE* : Piano di Elettrificazione;
- *PS* : Piano Schematico;
- *SCC* : Sistema di Comando e Controllo;
- *CR* : Circuito di Ritorno TE;
- *TS* : Tronco di Sezionamento;
- *RA* : Posto di Regolazione Automatica delle condutture di contatto;
- *PM* : Posto Movimento;
- *BA* : Barriera Antirumore;
- *TT* : Tirante a Terra.
- *IMC* : Impianto di Manutenzione Corrente

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 5 di 22


Le caratteristiche generali d'impianto e le scelte tecniche che sono alla base della progettazione degli impianti di TE/LdC, 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.

## 2.1 Riferimenti Normativi

Vengono di seguito elencate le principali fonti normative di riferimento:

- ✓ RFI DTC STS ENE SP IFS TE 210 - Capitolato Tecnico per la Costruzione delle Linee Aeree di Contatto e di Alimentazione a 3 kV CC A - ed 2014;
- ✓ ITALCERTIFER - Certificazione di Esame del Tipo N° 1960/1/CB/2018/ENE/IT EN/045: "Componente di interoperabilità linea aerea di contatto RFI 440mm<sup>2</sup> 3kVcc, In 2500°, Vmax 200 km/h per pantografi tipo 1600mm".
- ✓ 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"
- ✓ D.M. 14 Gennaio 2008: Norme tecniche per le costruzioni;
- ✓ D.lgs. 9 aprile 2008 n.81: Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro;
- ✓ Norma CEI EN 50119 - 2010: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Linee aeree di contatto per trazione elettrica;
- ✓ Norma CEI EN 50122/1 - 2012: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno - Parte 1: Provvedimenti di protezione contro lo shock elettrico;
- ✓ Norma CEI EN 50122/2 - 2012: Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi - Sicurezza elettrica, messa a terra e circuito di ritorno - Parte 2: Provvedimenti contro gli effetti delle correnti vaganti causate da sistemi di trazione a corrente continua;
- ✓ Norma CEI 7-6 - 1997: Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici;
- ✓ ELENCO DISEGNI TIPOLOGICI riportati nel disegno R.F.I. n° E70598 di cui al Capitolo 9 del citato C.T. TE 2014;
- ✓ "Disciplinare degli elementi tecnico progettuali - Realizzazione nuovo marciapiede" inviata da RFI con lettera Prot. RFI-DPR\A0011\P\2015\0001719 del 06.03.2015;
- ✓ DPR MO SL 07 1 1 del 02/07/2018 – "Verifica degli impianti di terra di protezione delle linee di contatto 3kVcc e 25kVca, della cabine TE 3kVcc e dei posti di parallelo 25kVca"
- ✓ Circolare F.S. RE/ST.IE -IE/1/97-605 1997: Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kVcc;

- ✓ RFI-DTC.ST.EVA0011\P\2017\0000108 del 05/06/2017: Modifica della circolare RE/ST.IE - IE/11/98-605;
- ✓ Circolare F.S. RE/ST.IE -IE/11/98-605 del 30.04.1998: Miglioramento delle condizioni di sicurezza nei lavori alle linee di contatto;
- ✓ TE 119 - 1974: Norme tecniche per la fornitura di mensole tubolari per le linee di contatto (in vigore integrata con nota DI/TC.TE.IT/009/131 del 16/02/2000);
- ✓ STF RFI DTC STS ENE SP IFS TE 037 A - 2015: Sostegni flangiati tipo LSU e sostegni tipo LSU-S per aggrappature delle linee aeree di contatto;
- ✓ STF RFI DTC STS ENE SP IFS TE 047 A - 2015: Tirafondi per i sostegni flangiati e per le piastre per tiranti a terra delle linee aeree di contatto;
- ✓ TE 90 - 1987: Norme tecniche per la fornitura di materiali ferrosi per linee ed impianti elettrici (esclusi pali, portali tubolari e mensole tubolari) (in vigore integrata con nota DI/QUA/009/420 del 25/05/2000);
- ✓ RFI DPRIM STF IFS TE 111 Sper - 2013: Limitatore di tensione statico per gli impianti di terra e di ritorno T.E. per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc;
- ✓ RFI DMA LG IFS 008 B - 2008: Linea Guida per l'applicazione della segnaletica TE;
- ✓ RFI DPR DIT STF IFS TE 032 B - 2013: Norma generale per la fornitura di cartelli, targhe e bandierine da applicare sui sostegni e/o sulla corda portante negli impianti di trazione elettrica a 3 kVcc;
- ✓ LETTERA RFI PROT. RFI-DPR\A0011\P\2013\0009118 del 10/12/2013: Norma generale per la fornitura di cartelli, targhe e bandierine da applicare sui sostegni e/o sulla corda portante negli impianti di trazione elettrica a 3 kVcc - Elenco Cat./Progr. Materiale per segnaletica TE, STF - RFI DPR DIT STF IFS TE 032 rev. B e Disegni;
- ✓ RFI DMA IM TE SP IFS 009 A - 2008: Isolatore portante per linee aeree di contatto a 3 kVcc;
- ✓ RFI DMA IM TE SP IFS 010 A - 2008: Morsetto per corde portanti dal diametro di 14 mm per linee aeree di contatto a 3 kVcc;
- ✓ RFI DMA IM TE SP IFS 015 A - 2008: Morsetto in CuNi2Si per l'attacco del filo sagomato sez. 100 - 150 mmq al tirantino di poligonazione;
- ✓ STC RFI DMA IM TE SP IFS 060 A - 2009: Costruzione dei blocchi di fondazione con pilastrino ed installazione pali T.E. flangiati;
- ✓ RFI DPRIM STF IFS TE 086 A - 2012: Cavo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diametro 19,62 mm;
- ✓ RFI DPRDIT STF IFS TE080 A - 2013: Conduttore nudo in lega di alluminio ad alta temperatura con portante in acciaio rivestita di alluminio TACSR diametro 15,82 mm;
- ✓ LETTERA RFI PROT. RFI-DPR\A0011\P\2013\0003873 del 16.05.2013: Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in conduttore nudo del circuito di ritorno e

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 7 di 22

del circuito di protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l'implementazione dei conduttori innovativi;

- ✓ RFI-DTC STSA0011P20150000095 del 09.03.2015: Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto;
- ✓ RFI-DTC STS ENE SP IFS TE 040A - 2015: Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto;
- ✓ NT TE 25/Ed. 1985: Norme Tecniche del Servizio I.E. delle F.S. per la fornitura di corde di rame e lega di rame per TE;
- ✓ Procedura operativa RFI DPO/SLA SIGS P 14 "Procedura per la sicurezza del lavoro nei cantieri temporanei e mobili";
- ✓ Procedura operativa RFI DPO/SLA SIGS P 08 "Infortuni a personale delle imprese esecutrici di lavori o servizi appalti da RFI";
- ✓ Fascicolo quote da verificare in fase di montaggio della linea di contatto dis. E64359 rev.c;
- ✓ Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 - relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "Energia" del sistema ferroviario dell'Unione europea.
- ✓ [1.] Regolamento 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
- ✓ [2.] Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;.
- ✓ Decreto Ministeriale 236/89 del 14 giugno 1989 - "Prescrizioni tecniche necessarie a garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visibilità' degli edifici privati e di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata e agevolata, ai fini del superamento e dell'eliminazione delle barriere architettoniche".
- ✓ REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 del 9 marzo 2011 – "condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio"
- ✓ RFI DTC ST E SP IFS TE 147 A "Cavi elettrici unipolari in rame per l'alimentazione delle linee di trazione a 3 kVcc con classificazione di reazione al fuoco ai sensi del Regolamento UE 305/2011.
- ✓ RFI DTC ST E SP IFS TE 150 A – "Sistema per il sezionamento della linea di contatto e messa a terra di sicurezza per gallerie ferroviarie"
- ✓ RFI DTC ST E SP IFS TE 097 A del 13/12/2018 – "Catenaria rigida fissa per installazioni in gallerie a 3 kVcc"



 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 8 di 22

- ✓ Dis. RFI E70097 – “Componenti della catenaria rigida fissa per installazioni in gallerie”.
- ✓ RFI DPR IM TE SP IFS 033A - “Linea guida redazione degli elaborati progettuali T.E. 3kVcc”.

### 3 CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI TE ESISTENTI

L'alimentazione della linea è a 3.000 Vcc

Gli impianti di trazione elettrica vengono completamente rinnovati dalla stazione di Ambivere/Mapello fino ai portali della stazione di Ponte s. Pietro.. E' previsto il passaggio dalla sezione attuale (340mmq) con mensola tradizionale in acciaio su pali M ad una sezione di 540mmq con mensola in alluminio (OMNIA) e pali LSu.

### 4 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL NUOVO IMPIANTO TE


#### 4.1 Descrizione del nuovo Piano Schematico di Alimentazione T.E.

Vi sono modifiche al Piano Schematico di Alimentazione TE visto l'aumento della sezione. E' prevista inoltre una nuova SSE nelle vicinanze del Fabbricato Viaggiatori.

#### 4.2 Sostegni e portali

Sviluppandosi il tracciato all'aperto, si prevede l'impiego di sostegni LSU dello standard RFI posizionati in modo da garantire la DR conforme al capitolato tecnico ed. 2014 ad eccezione di alcuni punti singolari indicati nei piani di elettrificazione di cui al presente progetto. Sarà cura dell'appaltatore sviluppare soluzioni (p.e. adottando plinti di fondazione di forma diversi dallo standard a parità di volumetria, eventualmente aggrappatura ove l'opera interferente lo consenta) per aumentare la DR a misure standard o compatibili con distanza minima degli ostacoli in relazione al PMO e velocità di esercizio della linea. In caso contrario sarà necessario predisporre apposita segnaletica di sicurezza.

In corrispondenza di opere murarie e contestualmente all'impossibilità di realizzare blocchi di fondazione tipologici, il sostegno potrà essere aggrappato all'opera muraria mediante l'impiego di adeguate carpenterie e sistemi di ancoraggio chimico.

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 9 di 22

Sui marciapiedi la distanza dei sostegni TE rispetto alla rotaia (DR) indicata nel Capitolato Tecnico TE ed.2014 sarà adeguatamente aumentata in ossequio al REGOLAMENTO UE 1300/2014 e al Decreto Ministeriale 236/89.

La sospensione sarà del tipo con mensola tubolare in alluminio.

Sono previsti blocchi di tipologia B.

L'impiego dei pali in ambito stazione è stato effettuato tenendo in considerazione l'impiego pali, portali e blocchi di fondazione in tratta di cui all'elaborato E64864 e in stazione di cui all'elaborato E65073.

### 4.3 Sospensioni

Le sospensioni sono previste in alluminio e sono costituite con la componentistica prevista dal capitolato tecnico RFI ed. 2014.

### 4.4 Linea di Contatto

È stata prevista l'adozione della catenaria 540mm<sup>2</sup> con funi regolate per i binari di corsa delle stazioni e per i binari di linea.

I binari secondari delle stazioni e le comunicazioni sono elettrificate con catenaria di tipo 270mm<sup>2</sup>.


### 4.5 Quota del piano teorico di contatto

In corrispondenza delle sospensioni, di norma la quota del piano teorico di contatto rispetto alla quota del piano del ferro è prevista pari a 5,20 m.

## 5 CARATTERISTICHE TECNICHE PARTICOLARI D'IMPIANTO

Le caratteristiche della LdC e di tutte le apparecchiature accessorie di sospensione ed ormeggio dovranno essere rispondenti agli attuali standard RFI per linee convenzionali e conformi alle Norme d'interoperabilità ed in particolare:

- ✓ al Capitolato Tecnico T.E. 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";

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 10 di 22

- ✓ Regolamento 1300/2014/UE Specifiche Tecniche di Interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione europea per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta del 18/11/2014, modificato con il Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/772 della Commissione del 16 maggio 2019;
- ✓ Regolamento (UE) N. 1301/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «Energia» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di Esecuzione (UE) 2018/868 del 13 giugno 2018 e dal successivo Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019;

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 del circuito interpali e dei collegamenti indiretti di questo alle rotaie (sia in piena linea che in stazione), è previsto l'uso di conduttore in alluminio con anima in acciaio di tipo TACSR nudo (per la linea aerea) oppure isolato (per i collegamenti alla C.I.).

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.

## 5.1 Conduzioni Di Contatto

Per la posa in opera e quindi la tesatura dei conduttori sopra indicati si farà 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, dovranno essere integrate da dispositivi di ripresa dei conduttori.

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

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 11 di 22

### 5.1.1 Poligonazione

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

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

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

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

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

### 5.1.2 Collegamenti elettrici e meccanici

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

Le tipologie di collegamenti sopra indicate unitamente ai relativi dettagli costruttivi ed alle indicazioni per il posizionamento ed il montaggio degli stessi per LdC 540 mm<sup>2</sup> sono riportate nell'elaborato tipologico di RFI "E56000/11s,rev e: "Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica".

### 5.1.3 Sostegni


Allo scoperto dovranno essere 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" vigente;
- ✓ 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".

I portali di ormeggio a due binari (gli unici utilizzati nell'elettrificazione di cui trattasi) sono costituiti da n.2 piloni e da n.1 trave di ormeggio con luce netta tra i piloni pari a 10.30 m.

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

 <b>ITOLFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
	Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B

Onde evitare la presenza dei sostegni TE sui marciapiedi attrezzati con pensiline, le condutture di contatto dovranno essere sostenute da paline da flangiare sui montanti delle pensiline.

## 5.2 Blocchi Di Fondazione

I blocchi di fondazione per sostegni TE (pali di tipo "LSU" e portali di ormeggio) devono essere costituiti da conglomerato cementizio armato con impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ( $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ ), con requisiti secondo norma UNI 9858/91 e tutti i dettagli costruttivi sono definiti dai seguenti elaborati:

- E64865: Blocchi di fondazione e relative armature per sostegni "LSU" di piena linea e stazione;
- E65020: Fondazioni per portali di ormeggio;
- E65042: Blocchi di fondazioni per travi MEC da 17 a 41m;

La tabella di impiego delle fondazioni per sostegni tipo "LSU" è riportata nell'elaborato tipologico di RFI "E64864" nei casi di piena linea. E' possibile impiegare blocchi e pali relativi a tale elaborato solo nel caso di configurazioni di carico specificate nello stesso elaborato. La costruzione dei blocchi di fondazione dovrà essere effettuata nel rispetto di quanto prescritto dalla specifica di RFI "STC RFI DMA IM TE SP IFS 060".

Nella successiva fase progettuale esecutiva sarà cura dell'Appaltatore accertare, attraverso indagini geologiche, che le caratteristiche locali del terreno siano rispondenti a quanto indicato nei disegni tipologici sopra indicati e, se necessario, proporrà, attraverso "calcoli preventivi dimensionali" previsti e compensati nella relativa tariffa EC.BA, soluzioni fuori standard compatibili la geometria delle sezioni di linea.

Per gli impianti di stazione non riconducibili a casi di piena o per installazioni particolari e fuori standard (sia per le fondazioni che per i sostegni, carpenterie metalliche o sospensioni e aggrappature) sarà necessario elaborare relazioni di calcolo ed elaborati di dettaglio nel rispetto delle CEI EN 50119 e delle norme vigenti in merito al dimensionamento ed alla verifica delle strutture. L'attività di progettazione suddetta, a carico dell'Appaltatore, dovrà essere sottoposta all'approvazione della DL con opportuno margine di tempo rispetto alle attività realizzative.

Il montaggio dei sostegni "LSU" sulle relative fondazioni deve avvenire mediante l'impiego di n°4 tirafondi di ancoraggio di acciaio zincato ed equipaggiati con boccole e rosette isolanti definiti dall'elaborato "E64866: Tirafondi per sostegni "LSU" di piena linea allo scoperto e stazione" (le boccole e rosette isolanti sono necessarie per un completo isolamento tra il sostegno tipo "LSU" ed i tirafondi annegati nel blocco di fondazione).

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 13 di 22

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

I blocchi di fondazione dei tiranti a terra, dovranno essere costituiti da conglomerato cementizio armato con l'impiego di calcestruzzo a "Prestazione Garantita" con classe minima di resistenza C30 ( $R_{ck} > 30 \text{ N/mm}^2$ ), con requisiti secondo norma UNI 9858/91.

I dettagli costruttivi relativi ai blocchi di fondazione per i tiranti a terra ed alle relative piastre di base di piena linea sono definite dai seguenti elaborati :

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

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

La tabella d'impiego relativa ai tiranti a terra, unitamente all'elenco dei materiali che li compongono e allo schema di assemblaggio delle varie tipologie di tiranti a terra sono definite dall'elaborato di RFI "E64854: Schema di assemblaggio dei tiranti a terra per sostegni tipo LSU".

### 5.3 Posti Di Regolazione Automatica E Di Sezionamento


La tesatura automatica dei fili di contatto e delle corde portanti dovrà essere realizzata ogni 1400 m massimo, ormeggiando le estremità dei conduttori, opportunamente isolate, alle colonne dei contrappesi che attraverso adeguati dispositivi di tensionatura, applicano un tiro costante ai conduttori.

I posti di sezionamento e di R.A. si svilupperanno in genere su tre campate (dipende dal raggio di curvatura del tracciato).

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

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

L'ormeggio dei conduttori in corrispondenza dei sostegni dovrà essere realizzato secondo quanto previsto dai seguenti elaborati:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 14 di 22

- 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 da prevedere il tipo con segmento "quadrato" con altezza ridotta secondo elaborato di RFI "E64896: Segmento per contrappeso 290x290x42".

Inoltre per realizzare l'ormeggio dei conduttori è necessario interporre tra le estremità dei conduttori ed i dispositivi di tensionatura posti in prossimità del sostegno una serie di elementi isolanti, secondo quanto previsto dall'elaborato "E56000/3s, rev e: Terminazione fili/o-funi/e".

Nel montaggio dei posti di contrappesatura si dovrà avere 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 dovrà tenere conto degli 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.

Le schematiche relative alle sovrapposizioni non isolate e isolate (Posti di R.A. e T.S.) dovranno essere corrispondenti a quelle riportate nei seguenti elaborati di RFI:

- E64850 : Schemi tipologici R.A. per LdC 440mm<sup>2</sup> e 540mm<sup>2</sup> rettilineo e curva di raggio R=250 m;
- E64851: Schemi tipologici T.S. per LdC 440mm<sup>2</sup> e 540mm<sup>2</sup> rettilineo e curva di raggio R=250 m.

Su tali elaborati 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 R.A. e T.S.) devono essere predisposti tutti i collegamenti elettrici secondo quanto previsto dall'elaborato "E56000/11s rev.e: "Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica".

#### 5.4 Punto fisso

Il punto fisso per linee 540 mm<sup>2</sup> con mensola orizzontale in acciaio deve essere realizzato quanto più possibile al centro di ogni tratta di contrappesatura, secondo quanto indicato nel seguente elaborato:

- E73201: Punto fisso con stralli elastici per LdC;

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 15 di 22

Come riportato dall'elaborato sopra citato gli stralli, di collegamento delle corda portanti ai sostegni precedenti e successivi il punto fisso, sono realizzati mediante la corda isolata in cavo Kevlar 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 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 cavo isolante kevlar è riportato nel seguente elaborato:

✓E65021: Tabella di tesatura per strallo di punto fisso in Kevlar.

## 5.5 Circuito Di Terra E Di Protezione TE

Il circuito di terra e di protezione dovrà essere realizzato nel rispetto di quanto definito dalla Norma CEI EN 50122-1 e nel rispetto di quanto previsto di seguito per i vari impianti ed impieghi. In particolare deve essere realizzato anche in conformità alla specifica tecnica RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A e verificato a cura della DL secondo quanto previsto dal documento di III livello DPR MO SL 07 11 del 01/08/2018.

## 5.6 CP di piena linea e di stazione

Il circuito di terra e di protezione di piena linea dovrà essere realizzato, partendo dal portale interno di stazione compreso, collegando tutti i sostegni di ciascun binario tra loro mediante n.2 corde in 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.

Le estremità del tratto di circuito di terra dovranno essere collegate al binario o alle connessioni induttive (in funzione del tipo di circuito di ritorno presente) tramite un limitatore di tensione per circuito di protezione TE.

Il collegamento centrale e quelli alle estremità dovranno essere effettuati tramite due corde di rame del diametro di 14 mm (19x2,8) sostenute da sostegni esistenti o installando appositi pali.



	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 16 di 22

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

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

I collegamenti trasversali precedentemente descritti e il collegamento del limitatore di tensione, sia per quanto concerne la disposizione che per i materiali necessari, sono illustrati nell'elaborato RFI "E56000/12s: Circuito di Terra".

In corrispondenza dei sostegni dove sono applicati i limitatori di tensione prevedere l'impiego di dispersori profondi in modo che la resistenza di terra complessiva risulta inferiore ai 6Ω.

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

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

Per quanto riguarda la disposizione e la costituzione degli ormeggi della corda di TACSR con sezione pari a 170 mm<sup>2</sup> dovranno essere realizzati secondo l'elaborato "E56000/12s: Circuito di terra".


Le corde in TACSR dovranno essere tesate attenendosi a quanto definito dall'elaborato "E70597: Tabella di posa della corda TACSR utilizzata come fune di terra dei pali TE".

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

Ogni singola palificata disporrà di proprio circuito di messa a terra, con picchetti e collegamenti di continuità palo-palo e ciascuno di questi circuiti verrà poi connesso trasversalmente a quelli delle palificate adiacenti mediante collegamenti aerei in doppia corda di rame del diametro di 14 mm (19x2,8), in modo da formare un unico circuito interpali magliato e chiuso ad anello, avente resistenza complessiva di terra non superiore a 6Ω.

L'intero circuito interpali di stazione dovrà essere poi collegato in più punti al circuito di ritorno TE tramite l'installazione di limitatori di tensione bidirezionali collegati alla rotaia mediante due cavi isolati di alluminio-acciaio TACSR diam. 19,62 mm (cat.prog. 803/901).

Per le pensiline o parti metalliche ubicate in zona di rispetto TE, presenti nella 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:

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 17 di 22

- ✓ Dispensore di terra a picchetto (L=3m) infisso nel terreno in corrispondenza di ciascun sostegno verticale delle pensiline (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  $\Phi 15,82\text{mm}$  protetta da tubo flessibile in PVC  $\Phi 50\text{mm}$ ;
- ✓ Collegamento mediante dispositivo unidirezionale (diodo) tra la struttura metallica ed il circuito interpali, in corrispondenza di entrambe le estremità di ciascuna pensilina;

Per le pensiline metalliche ubicate fuori dalla zona di rispetto TE, ma vicine a sostegni della linea di contatto, a vantaggio della sicurezza, prevedere l'incamiciatura dei sostegni TE con pannelli isolante in EP GC 203 - vetronite G11, dello spessore di 4 mm.

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.

### 5.6.1 Reti di protezione e recinzioni metalliche

Per quanto riguarda i criteri da utilizzare per la messa a terra delle reti metalliche di protezione e recinzioni metalliche, con particolare riguardo a quelle installate in corrispondenza dei cavalca ferrovia e al di sopra dei nuovi muri di sostegno, occorre che siano rispettate le prescrizioni indicate nella EN 50122-1 ed in particolare:

- nel caso di reti, specchiature metalliche installate su cavalca ferrovia e recinzioni metalliche su muri di sostegno o paratie 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 cavalca ferrovia;
- 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 dovranno essere 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

 <p><b>ITALFERR</b> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 18 di 22

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, specchiature metalliche e recinzioni metalliche su muri di sostegno o paratie che interferiscono con la zona di rispetto TE, esse dovranno essere collegate al circuito di terra di protezione mediante dispositivo unidirezionale (diode).

Ai fini della sicurezza elettrica, è da prevedere 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 specchiature metalliche.

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 dovranno essere forniti da RFI, in base alla situazione degli impianti di trazione elettrica al momento della verifica in questione.


## 5.7 Sezionatori e cavi di comando e controllo

I cavi di alimentazione, comando e controllo saranno contenuti prevalentemente in canalizzazioni interrato dedicate ed in piccola parte in cunicolo a raso separato rispetto a quelli IS-TLC o in gola separata. Come già detto le canalizzazioni sono predisposte in generale da altra tecnologia, a meno di eventuali necessità puntuali relative solo alla tecnologia LdC. I cavi di comando e controllo verranno portati ai rispettivi quadri Qcc. In caso di distanze proibitive i sezionatori saranno del tipo unipolare a corna 3 kV c.c. autoalimentati da catenaria previsti dalla specifica tecnica di riferimento RFI DTC ST E SP IFS TE 077 A, e sono dotati di un basamento costituito da una carpenteria metallica telaio di profilati di acciaio che supporta l'equipaggio fisso e quello mobile secondo quanto previsto dal Capitolato Tecnico TE del 2014.

Il sistema di comando e controllo di tali sezionatori prevede che ciascun sezionatore sia dotato di un'unità di alimentazione posta nelle sue immediate vicinanze, di una unità per l'interfaccia verso l'organo di manovra posta alla base del palo e di una unità per la comunicazione con il posto di comando.

## 5.8 Segnaletica TE

La segnaletica TE dovrà essere disciplinata in base 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.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 19 di 22

In particolare su ogni sostegno TE dovrà essere posato il cartello di individuazione, costituito da una targa di colore bianco con caratteri neri e realizzata come indicato nel disegno RFI E.64498, sul quale dovranno essere 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 del sostegno;
- ✓ indicazione del posto telefonico più vicino.

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, dovranno essere realizzate come da disegno RFI E.70308 e posate sulla fune portante alla distanza di 1 metro dalla sospensione e sull'alimentatore di rinforzo.

L'individuazione dei sezionatori avverrà attraverso apposite targhe gialle, di dimensioni 330 x 140 mm, con riportata su una sola faccia, la scritta serigrafata di colore azzurro, realizzata come indicato nel disegno RFI E.70307. La targa dovrà essere applicata sul coperchio degli argani con appositi collanti in grado di resistere alle condizioni climatiche.

Sui sostegni TE i sezionamenti dovranno essere 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, dovranno essere realizzati come indicato nel disegno RFI E.55149.

Le discese di alimentazione dovranno essere segnalate tramite un cartello con la scritta "ATTENZIONE ALLE DISCESE DI ALIMENTAZIONE". Tale cartello dovrà essere posato sulla mensola del sostegno dove si realizza la discesa di alimentazione. Il cartello di dimensioni 540x220 cm dovrà essere realizzato come indicato nel disegno RFI E.55149.

Il cartello di avvertimento dovrà essere conforme a quanto indicato dal disegno RFI E.64496 e dovrà essere applicato sui sostegni al disopra del cartello di individuazione RFI E.64498, 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 dovranno essere applicate con passo massimo di 5m e ad una altezza dal piano di calpestio di 1,5m.



RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO  
LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO,  
TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.

Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo  
Lotto 7

COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 20 di 22
------------------	-------------	-------------------	------------------------	-----------	--------------------

## 6 SOGGEZIONI ALL'ESERCIZIO e ULTERIORI PRESCRIZIONI

Le attività del presente appalto verranno eseguite senza interruzioni della circolazione ferroviaria oppure con interruzioni di "durata media" maggiore o uguale a 4 ore e 30 minuti.

	RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 7: SSE DI AMBIVERE / MAPELLO, STAZ. DI AMBIVERE / MAPELLO, TRATTA AMBIVERE / MAPELLO - PONTE SAN PIETRO.					
Relazione Tecnica LC Ponte san Pietro - Bergamo Lotto 7	COMMESSA NBR1	LOTTO 07	CODIFICA D58RG	DOCUMENTO LC0000001	REV. B	FOGLIO 21 di 22

## 7 IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Le potenziali sorgenti di emissione di campi elettromagnetici per il progetto oggetto del presente studio sono costituite dalla linea di trazione elettrica a 3 kV c.c., dalla Sottostazione Elettrica di nuova realizzazione e dal nuovo cavo MT in sede ferroviaria. Per essi va valutato il rispetto della legislazione esistente (Legge quadro n°36 del 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003) in ambito di esposizione ai campi elettromagnetici degli enti recettori, per cui è prevista presenza umana per più di quattro ore giornaliere. Il DPCM fissa: i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100  $\mu$ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine; il valore di attenzione (10  $\mu$ T) e l'obiettivo di qualità (3  $\mu$ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati). Lo stesso DPCM introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, che comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità. Mentre, per le sottostazioni elettriche si fa riferimento al D.M. 29-05-2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

L'elettrificazione della linea di trazione in oggetto è a 3 kV in corrente continua. Si precisa che i campi elettromagnetici prodotti dalla linea di trazione a 3 kV c.c. durante la fase di esercizio saranno di tipo continuo (a frequenza pari 0 Hz), e quindi della stessa natura del campo magnetico naturale terrestre, che come noto, alle latitudini italiane assume un valore pari a circa 40  $\mu$ T. Le sorgenti di tale natura non sono regolamentate da una normativa nazionale, in quanto non è applicabile il DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati dagli elettrodotti", ma sono disponibili solo dei riferimenti internazionali, costituiti in particolare dalle linee guida dell'ICNIRP. Per il caso in oggetto occorre far riferimento alle "LINEE GUIDA SUI LIMITI DI ESPOSIZIONE A CAMPI MAGNETICI STATICI (2009). In tale linea guida, il limite di esposizione a campi magnetici statici per il pubblico in generale è fissato a valori molto più alti rispetto a quanto imposto dalla normativa nazionale per campi magnetici a 50 Hz. In particolare le Linee Guida fissano un limite a 400mT. A causa di potenziali effetti

indiretti avversi, l'ICNIRP riconosce anche che si debbano adottare provvedimenti pratici per impedire pericolose esposizioni inconsapevoli di persone con dispositivi medici elettronici impiantati o con impianti contenenti materiale ferromagnetico, nonché pericoli dovuti a oggetti volanti, che possono portare a restrizioni a livelli molto più bassi, come 0,5 mT.

Nel sistema 3 kVcc, tali valori sono sempre ampiamente confinati all'interno della sede ferroviaria. Occorre infine considerare che anche gli effetti di eventuali correnti armoniche a frequenze multiple di 50 Hz, generate dai ponti raddrizzatori presenti in SSE, possono essere ritenute trascurabili, in quanto sono presenti idonei sistemi di filtraggio LC. Per quanto riguarda la nuova SSE, alimentata in MT, si segnala che l'impianto è di fatto assimilabile ad una cabina MT/BT. Per tale tipo di impianti, il D.M. 29-05-2008 propone al paragrafo 5.2.1 una metodologia di calcolo per la fascia di rispetto. Applicando la procedura suddetta, si ottiene che il valore limite di 3  $\mu$ T a pochi metri dal fabbricato di SSE. Pertanto, la fascia di rispetto è sempre confinata nel recinto di piazzale di SSE e non interessa il territorio esterno alle pertinenze ferroviarie. Per quanto riguarda infine il cavidotto MT di alimentazione della nuova SSE, si evidenzia che, le terne di cavi MT, essendo dotate di schermo ed armatura ed essendo le fasi ravvicinate (somma correnti nulla ed a breve distanza di conseguenza il campo magnetico prossimo a zero) sono, tali da contenere il limite dei 3  $\mu$ T in via teorica, se non del tutto all'interno della canaletta stessa, comunque sicuramente lo contengono all'interno del sedime ferroviario. In conclusione, si può affermare, che per ciascuna delle potenziali sorgenti è possibile considerare come non rilevante l'interazione tra l'opera e l'aspetto ambientale analizzato.