

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. TECNOLOGIE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

**COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE – PRG E ACC DEL P.M.
CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI**

P.M. CARGNACCO

ELABORATI DI CARATTERE GENERALE

Relazione Tecnica T.E.

SCALA:

-

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

I Z 0 9 0 0 D 5 8 R G L C 0 0 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	R. Chirri	Giugno 2019	M. Reggiani	Giugno 2019	S. Lo Presti	Giugno 2019	M. Gambaro Giugno 2019

File: IZ0900D58RGLC0000001A.docx

n. Elab.: -

1	INTRODUZIONE	4
1.1	SCOPO	4
1.2	CAMPO DI APPLICAZIONE	4
1.3	ABBREVIAZIONI	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3	CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI TE ESISTENTI.....	7
3.1	CONFIGURAZIONE IMPIANTI TE ESISTENTI	7
3.2	PSA BIVIO CARGNACCO	7
4	PIANO SCHEMATICO E ALIMENTAZIONI.....	7
4.1	DESCRIZIONE DEL NUOVO PIANO SCHEMATICO.	7
4.2	CONFORMITÀ ALLE NORME EN 50163 E EN50388.	8
5	CARATTERISTICHE TECNICHE ADEGUAMENTO IMPIANTI TE.....	8
5.1	DESCRIZIONE DELLE FASI DI ATTIVITÀ	9
5.2	ATTIVITÀ PREVISTE PER LA STAZIONE DI RISANO.....	9
5.3	SOPPRESSIONE DEI PL	9
5.4	SOSTEGNI E PORTALI	10
5.5	SOSPENSIONI.....	10
5.6	LINEA DI CONTATTO.....	10
5.7	ALIMENTATORI DA 230 MM ²	11
5.8	COMUNICAZIONI, SCAMBI, SEZIONAMENTI DI ZONA ELETTRICA	11
6	CARATTERISTICHE TECNICHE D'IMPIANTO.....	11
6.1	CONDUTTURE DI CONTATTO	12
6.1.1	<i>Quota del piano teorico di contatto</i>	<i>12</i>
6.1.2	<i>Poligonazione.....</i>	<i>12</i>
6.1.3	<i>Collegamenti elettrici e meccanici</i>	<i>13</i>
6.1.4	<i>Sostegni</i>	<i>13</i>
6.2	BLOCCHI DI FONDAZIONE	14
6.3	POSTI DI REGOLAZIONE AUTOMATICA E DI SEZIONAMENTO.....	16
6.4	PUNTO FISSO.....	17
6.5	CIRCUITO DI TERRA E DI PROTEZIONE TE	18
6.6	CP DI PIENA LINEA E DI STAZIONE.....	18
6.6.1	<i>Reti di protezione e recinzioni metalliche</i>	<i>20</i>
6.7	SEZIONATORI E CAVI DI COMANDO E CONTROLLO	21
6.8	SEGNALETICA TE	22

1 INTRODUZIONE

1.1 Scopo

La presente relazione ha per oggetto la descrizione degli impianti di elettrificazione da prevedere per gli interventi della trazione elettrica.

Lo scopo della relazione è principalmente quello di illustrare le scelte progettuali relative agli impianti di elettrificazione, fornendo i criteri con cui sono state effettuate le scelte di progetto limitati ai criteri impiantistici.

Il livello della progettazione suddetta è quello definitivo. Coerentemente con tale livello, nella presente relazione non verranno definite le caratteristiche di dettaglio degli impianti, dei componenti e di alcune grandezze meccaniche significative, poiché questi aspetti verranno trattati nella successiva fase progettuale.

1.2 Campo Di Applicazione

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

1.3 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 Protezione;
- *SSE* : Sottostazione Elettrica;
- *BD* : Binario Dispari;
- *BP* : Binario Pari;
- *PRG* : Piano Regolatore Generale;
- *PES* : Programma di Esercizio;
- *PSA* : Posto di sezionamento amperometrico
- *PdE* : Piano di Elettrificazione;
- *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.
- *DOTE*: Direzione operativa Trazione Elettrica.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

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

Si riportano di seguito i principali riferimenti alla documentazione di RFI:

- **Circolare F.S. S.OC.S/003878 del 23.07.90:** Sagome e profili minimi degli ostacoli;
- **N.T. IE TE n°118 Ed. 1983** - "Norme tecniche per la costruzione di condutture di contatto e di alimentazione a 3 kV cc";
- **RFI DTC ST E SP IFS TE 101 A** "Istruzione per la realizzazione del circuito di terra e di protezione delle linee a 3 kV cc";
- Nota: **RFI-DPR\A0011\PI\2013\0001466 del 18/02/2013** - "Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in cavo isolato del circuito di ritorno e del circuito di protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l'implementazione dei conduttori innovativi" .
- Nota: **RFI-DPR\A0011\PI\2013\0003873 del 16/05/2013** – "Emissione della specifica tecnica di fornitura per la realizzazione in conduttore nudo del circuito di ritorno e del circuito di protezione e messa a terra degli impianti TE, con disposizioni per l'implementazione dei conduttori innovativi" ;
- Nota: **RFI-DTC.STS\79\PI\2014\0001558 del 23/9/2014** – "Cavi in rame per l'alimentazione a 3 kV" ;
- **RFI DMA LG IFS 8 B, Ed. 09/2008** - "Segnaletica per linee di Trazione Elettrica";
- **RFI DPR IM TE SP IFS 033 A** – "Linee guida per la redazione degli elaborati progettuali T.E. 3kV";
- **Capitolato Tecnico T.E. Ed. 2008** "Capitolato tecnico per la costruzione delle linee aeree di contatto e di alimentazione" completo di elenco disegni, e disegni in esso richiamati;

- **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” completo di elenco disegni, allegato E 70598 e disegni in esso richiamati;
- **RFI DPRIM STF IFS TE 146** “Dispositivo motorizzato bipolare di cortocircuito per il sistema di trazione a 3 kVcc.”
- **Istruzione Tecnica TC.T./TC.C/ES.I-18-605 del 12/10/92** – “Applicazione di connessioni elettriche alle rotaie e agli apparecchi del binario”;
- **RFI-DTC STS ENE SP IFS TE 040A - 2015**: Fili sagomati in rame-argento e rame-magnesio per le linee aeree di contatto;
- **RFI DPRIM STF IFS TE 111 Sper - 2013**: Limitatore di tensione statico per gli impianti di terra e di ritorno T.E. per il sistema di trazione elettrica a 3 kVcc;

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

- **Regolamento (UE) n.1303/2014** della commissione del 18.11.2014 relativo alla specifica tecnica di interoperabilità concernente la «Sicurezza nelle Gallerie ferroviarie» del sistema ferroviario dell'Unione europea;
- **Regolamento (UE) n.1300/2014** della Commissione del 18.11.2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per l'accessibilità del sistema ferroviario dell'Unione per le persone con disabilità e le persone a mobilità ridotta;
- **Regolamento (UE) n.1301/2014** della Commissione del 18.11.2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “Energia” del sistema ferroviario dell'Unione Europea;
- **Norma CEI EN50119 (9.2)** - “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Impianti fissi – Linee aeree di contatto per la trazione elettrica”;
- **Norma CEI EN 50122/1 - 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;
- **CEI EN 50388 - 2012**: “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Alimentazione elettrica e materiale rotabile – Criteri tecnici per il coordinamento tra alimentazione elettrica e materiale rotabile per ottenere l'interoperabilità.”
- **CEI EN 50163 – 2006** “Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane. Tensioni di alimentazione dei sistemi di trazione.”
- **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.EVA0011\PI\2017\0000120** - “Indicazioni sull'impiego di cavi elettrici destinati a costruzioni negli impianti ferroviari REGOLAMENTO (UE) n. 305/2011”.

	PROGETTO DEFINITIVO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE – PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI						
RELAZIONE TECNICA T.E.	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IZ09</td> <td>LOTTO 06 D 58</td> <td>CODIFICA RG</td> <td>DOCUMENTO LC0000 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 7 di 27</td> </tr> </table>	COMMESSA IZ09	LOTTO 06 D 58	CODIFICA RG	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 7 di 27
COMMESSA IZ09	LOTTO 06 D 58	CODIFICA RG	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 7 di 27		

3 CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI TE ESISTENTI

3.1 Configurazione Impianti TE esistenti

La linea di contatto esistente è di tipo 320 mm² Fune Fissa montata su palificazione tipo M tipica delle installazioni degli anni '80 – '90. La linea di contatto che deriva dalla "Circonvallazione di Udine" si ormeggia sul palo M30 14/1 costituendo lo scambio aereo con intersezione, del bivio. La linea di contatto proveniente da Udine C.le rimane la principale proseguendo verso Risano.

Il Circuito di Protezione è costituito da funi di alluminio e collegamento al CR per ogni sostegno. Sono presenti diverse attraversate eseguite con fune di rame elettrolitico.

3.2 PSA Bivio Cargnacco

Il bivio è alimentato da un Posto di Sezionamento Amperometrico a 3 scarti. Le tre direttrici del bivio sono infatti tra loro isolate e rispettivamente alimentate tramite i sezionatori con relè amperometrico del PSA di Cargnacco.

Le connessioni elettriche tra linea di contratto e sezionatori amperometrici sono costituite da alimentatori aerei in rame.

4 PIANO SCHEMATICO E ALIMENTAZIONI.

4.1 Descrizione del nuovo Piano Schematico.

Il nuovo P.S. è rappresentato nell'elaborato IZ0900D58DXLC0000001A. Esso prevede il mantenimento in esercizio del PSA di B. Cargnacco, con la redistribuzione degli alimentatori che di fatto è concentrata tra i sostegni TE n. A1 – A2 e 164-T/79/T. La redistribuzione dei sezionatori di interconnessione è stata proposta ipotizzando una futura cabina TE a 5 scarti, uno dei quali dedicato all'alimentazione della l.d.c. del piazzale. Visto l'assetto finale del P.M. Cargnacco che vede l'impiego di due distinte zone di comunicazione P/D è stato già previsto il TS di emi-stazione e la suddivisione delle zone elettriche azzurro – biancoazzurro e marrone – biancomarrone.

La nuova linea di contatto è isolata dal resto dell'impianto e connessa con una coppia di sezionatori in serie uno dei quali manuale da consegnare al raccordato. L'alimentazione deriva dalla zona fucsia.

Le zone arancio, fuxia e blu derivano, con l'assetto proposto, una sull'altra rispettivamente e tramite il sezionatore 160 dalla zona bianco – azzurro. Con questo assetto un guasto che accade nella zona blu si ripercuote sul binario di corsa azzurro azzurro-bianco.

Il mantenimento del PSA a tre scarti comporta inoltre una connessione diretta tra la zona verde e la zona marrone, tale condizione, analoga a quella precedente, non consente la selezione del guasto tra queste due zone, se non con l'intervento del DOTE.

Il riconoscimento e la selezione del guasto è possibile solamente con i seguenti gruppi di zone elettriche:

- Zone blu, fucsia, arancio, azzurro, bianco-azzurro e le tratte verso Vat o verso Risano
- Zone verde, marrone e bianco – marrone.

Le condizioni sopra descritte risultano accettabili fino al completamento del raddoppio della linea Vat - Cervignano. Tale opera non è infatti prevista in questa fase di attività.

Il telecomando dei sezionatori di piazzale e del PSA vengono afferiti al nuovo quadro sezionatori previsto nel nuovo fabbricato di P.M. Cargnacco.

4.2 Conformità alle norme EN 50163 e EN50388.

L'alimentazione elettrica deriva dalla SSE di Udine ubicata al km 1+300 della tratta Udine C.le – S. Giovanni al N., provenendo da Udine C.le per un percorso totale di circa 7,5 km; dalla direttrice di Vat per un percorso totale di circa 5 km e dalla SSE di Strassoldo per un percorso totale di circa 24 km. La condizione di alimentazione non differisce dallo standard RFI adottato per le di tipo C, pertanto si presume la conformità alle norme sia per quanto riguarda i valori di tensione al pantografo che per i valori di massima corrente di guasto e coordinamento delle protezioni.

5 CARATTERISTICHE TECNICHE ADEGUAMENTO IMPIANTI TE

Viste le esigenze impiantistiche previste per il nuovo impianto di Cargnacco e il futuro raddoppio della tratta Cervignano – Palmanova – Vat, si prevede l'impiego della sezione 440 mm² Fune Regolata per i binari di corsa e 220 mm² Fune Fissa per i binari secondari, di precedenza e di circolazione, come previsto da Capitolato Tecnico RFI Ed. 2014.

La nuova soluzione impiantistica comporta l'impiego delle seguenti soluzioni tecnico - impiantistiche.

5.1 Descrizione delle fasi di attività

Sostanzialmente le attività TE rispecchiano le fasi costruttive dell'armamento anticipando principalmente quanto previsto per la costruzione dei blocchi di fondazione e posa pali relative alle fasi successive. Di seguito viene fornita una sintetica descrizione di quanto realizzato per le fasi di lavoro:

- FASE 1: Viene deviata in provvisorio la linea esistente e sono previste in costruzione le fondazioni e l'alzo dei pali della fase successiva.
- FASE 2: Vengono elettrificati i tre binari di circolazione e ricovero con modulo 750 m e le loro radici ad esclusione delle connessioni con i binari di corsa. Viene ricostruito in posizione diversa l'allacciamento della tratta proveniente da Udine C.le.
- FASE 3: Vengono elettrificati i binari di interconnessione tra lo scalo e i binari di corsa e vengono elettrificate le comunicazioni p/d.
- FASE 4: Prevede lo spostamento del binario proveniente da VAT in posizione definitiva per garantire gli spazi necessari per il raddoppio. L'elettrificazione segue le attività di armamento.

5.2 Attività previste per la stazione di Risano

La stazione di Risano è oggi costituita da un unico binario di corsa elettrificato con linea 320 mm² fune fissa, palificazione tipo M e collegamenti del CP diretti a rotaia. L'impianto è situato tra le p.km 9+321 e 10+520 circa. Il portale lato Palmanova è attualmente "cavallottato" permanentemente.

L'attività prevista riguarda la demolizione delle strutture di sostegno inutilizzate ivi comprese le loro fondazioni e l'adeguamento del CP esistente a quanto previsto da capitolato TE 2014. Le strutture esistenti restano funzionali al sostegno della condotta attuale.

5.3 Soppressione dei PL

Le attività di armamento dell'impianto di Cargnacco e il nuovo piano del ferro impongono la soppressione dei PL ai km 6+930, 7+416 e 7+990.

	PROGETTO DEFINITIVO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE – PRG E ACC DEL P.M. CARNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI						
RELAZIONE TECNICA T.E.	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IZ09</td> <td>LOTTO 06 D 58</td> <td>CODIFICA RG</td> <td>DOCUMENTO LC0000 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 10 di 27</td> </tr> </table>	COMMESSA IZ09	LOTTO 06 D 58	CODIFICA RG	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 10 di 27
COMMESSA IZ09	LOTTO 06 D 58	CODIFICA RG	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 10 di 27		

5.4 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 di 2,25 m su tutto il piazzale derogati in alcuni casi alla DR di 2 m. Come indicato sullo stesso capitolato in ambito stazione è previsto l'impiego di pali di tipologia B così come nei tratti immediatamente confinanti per eventuali adeguamenti o provvisori.

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.

Per i tronchi di sezionamento (TS) si prevede di utilizzare i portali standard RFI le cui prestazioni meccaniche sono idonee all'ormeggio delle condutture con catenaria da 540 mm². Lato Vat risulta un TS a 3 binari nei cui portali sono previste due taglie alle estremità e un dispositivo a molla per la regolazione della linea di contatto del binario centrale.

Sono stati studiati due "fuori standard", uno legato agli alimentatori del PSA che necessitano inderogabilmente del tirante a terra che attraversa un binario non elettrificato e una configurazione particolare della mensola del palo 126 portante 4 sospensioni.

5.5 Sospensioni

Le sospensioni sono previste di tipo classico in acciaio costituite con la componentistica prevista dal capitolato tecnico RFI ed. 2014.

5.6 Linea di Contatto

Per i binari di corsa della stazione e di piena linea si prevede la realizzazione della catenaria da 440 mm² regolata così composta:

- ✓ N° 2 corda portante di rame da 120 mm², regolata automaticamente al tiro di 1125 daN;
- ✓ N° 2 filo di contatto in rame-argento sagomato da 100 mm², regolato automaticamente al tiro di 1000 daN.

Per i binari di precedenza, comunicazioni tra i binari di corsa e tra binari di corsa e binari di precedenza si prevede la realizzazione della catenaria da 220 mm² a fune fissa, composta da:

- ✓ N° 1 corda portante di rame da 120 mm², fissa;

	PROGETTO DEFINITIVO COMPLETAMENTO DEL NODO DI UDINE – PRG E ACC DEL P.M. CARGNACCO E OPERE SOSTITUTIVE DEI PL INTERFERENTI						
RELAZIONE TECNICA T.E.	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA IZ09</td> <td>LOTTO 06 D 58</td> <td>CODIFICA RG</td> <td>DOCUMENTO LC0000 001</td> <td>REV. A</td> <td>FOGLIO 11 di 27</td> </tr> </table>	COMMESSA IZ09	LOTTO 06 D 58	CODIFICA RG	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 11 di 27
COMMESSA IZ09	LOTTO 06 D 58	CODIFICA RG	DOCUMENTO LC0000 001	REV. A	FOGLIO 11 di 27		

✓ N° 1 filo di contatto in rame-argento sagomato da 100 mm², regolato automaticamente al tiro di 750 daN.

5.7 Alimentatori da 230 mm²

Tutte le linee di alimentazione sono costituite da due conduttori da 230 mm² montati come previsto da capitolato tecnico RFI ed 2014.

5.8 Comunicazioni, scambi, sezionamenti di zona elettrica

Sezionamenti con isolatori di sezione saranno presenti sulle comunicazioni tra binari di corsa.

I sezionamenti delle condutture dei binari di corsa da quelli di precedenza sono realizzati mediante isolatori di sezione tipo RFI per velocità ≤ 90 km/ora (isolatori a bassa velocità).

6 CARATTERISTICHE TECNICHE 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";
- al **Regolamento (UE) n.1301/2014** della Commissione del 18.11.2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "**Energia**" del sistema ferroviario dell'Unione Europea.

Per l'elettrificazione delle nuove tratte di progetto si farà riferimento allo standard di RFI caratterizzato dai seguenti parametri tecnici:

- sostegni tipo LSU;
- sospensioni in acciaio.

Le tratte e le stazioni esistenti limitrofi alle zone d'intervento invece sono costituite, generalmente, dallo standard di RFI caratterizzato dai seguenti parametri tecnici:

- sostegni tipo LS o M nei tratti di piena linea e pali M in stazione;
- sospensioni a mensola orizzontale in acciaio;

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 da prevedere 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.

6.1 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.

6.1.1 Quota del piano teorico di contatto

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

6.1.2 Poligonazione

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

In generale la condotta di contatto, intesa come insieme dei fili di contatto e delle corde portanti, si posiziona 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;

Per la definizione delle poligonazioni "P" in corrispondenza delle sovrapposizioni isolate e non isolate (Posti di R.A. e T.S.) si farà riferimento ai seguenti elaborati:

- E64850 : Schemi tipologici R.A. per LdC 440mm² e 540mm² rettilineo e curva di raggio R=250 m;
- E64851: Schemi tipologici T.S. per LdC 440mm² e 540mm² rettilineo e curva di raggio R=250 m;

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

6.1.3 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 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 440 mm² sono riportate nell'elaborato tipologico di RFI "E56000/11s, rev e: "Disposizione dei vari collegamenti elettrici in una tratta di regolazione automatica".

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

- linee a doppio binario: esternamente ai binari;
- linee a semplice binario: sul lato a sinistra di chi percorre la linea nel senso legale di marcia dei treni .

Riguardo quest'ultimo punto, in caso di problemi per la "visibilità segnali IS", sulle linee a semplice binario i pali possono essere posizionati anche sul lato opposto a quello normato.

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 sono costituiti da n.2 piloni e da n.1 trave di ormeggio e sono riconducibili in n.3 tipologie di seguito elencate:

- portali di ormeggio a un binario: luce netta tra i piloni pari a 6.40 m;
- portali di ormeggio a due binari: luce netta tra i piloni pari a 10.30 m;
- portali di ormeggio a luce variabile: luce netta tra i piloni variabile, compresa tra 10,80 m e 27,60 m;

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

Onde evitare la presenza dei sostegni TE sui marciapiedi attrezzati con pensiline, ovvero nel caso si abbia l'impossibilità di inserire pali e blocchi di fondazione in intervista tra i binari di corsa e di precedenza, le condutture di contatto dovranno essere sostenute da sospensioni poste su supporti penduli aggrappati a travi MEC. A loro volta, le travi dovranno essere rette da apposite paline da flangiare sui montanti delle pensiline o da prolungamenti degli stessi montanti.

6.2 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 ($R_{ck} > 30$ N/mm²), 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 (per pilone e 2xLSU).

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".

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

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

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.

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

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

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

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

6.3 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:

- 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 440mm² e 540mm² rettilineo e curva di raggio R=250 m;
- E64851: Schemi tipologici T.S. per LdC 440mm² e 540mm² 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”.

6.4 Punto fisso

Il punto fisso per linee 440 mm² 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;

Come riportato dall'elaborato sopra citato gli stralli, di collegamento delle corde 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 riportata nel seguente elaborato:

- E65021: Tabella di tesatura per strallo di punto fisso in Kevlar;

6.5 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.

6.6 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 mm² 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.

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 DPRVA0011\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 mm² 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 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:

- Dispersore 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 Φ15,82mm protetta da tubo flessibile in PVC Φ50mm;

- 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.

6.6.1 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 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 (diodo).

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.

6.7 Sezionatori e cavi di comando e controllo

I sezionatori sono del tipo unipolare a corna 3 kV c.c. 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 numero e la disposizione dei sezionatori TE è riportato sullo schema di alimentazione per i cui dettagli vedasi l'elaborato di progetto "NT0106D58DXTE0000001A - Schema elettrico di alimentazione TE".

Nei TS, i sezionatori a 3 kVcc dovranno essere collocati sui portali interni (POI) dei TS "estremi" mentre, nei TS "intermedi", di regola dovranno essere ubicati sui primi portali intercettati dalle canalizzazioni proveniente dai rispettivi "Quadri comando e controllo", ovvero su pali dedicati. Tutti i sezionatori dovranno essere gestibili in telecomando dal DOTE. In caso di telecomando escluso, tutti i sezionatori suddetti (arrivo cavi MT, di linea ed intermedi) potranno essere comandati anche localmente, grazie ad appositi "Quadri comando e controllo" ubicati nei locali tecnologici degli impianti di appartenenza.

Pertanto per il comando e controllo dei sezionatori su indicati saranno utilizzate canalizzazioni appropriatamente posate a dedicate.

Detti cavi di comando e controllo dei sezionatori TE devono essere conformi alla seguente lettera RFI: RFI-DTC.ST.E\A0011\P\2017\0000120 - "Indicazioni sull'impiego di cavi elettrici destinati a costruzioni negli impianti ferroviari REGOLAMENTO (UE) n. 305/2011".

Gli schemi elettrici dei comandi dei sezionatori aerei a corna 3 kV con argani a motore dovranno essere realizzati secondo la Circolare F.S. RE/ST.IE -IE/1/97-605 del 1997 con oggetto la Motorizzazione e telecomando dei sezionatori sotto carico a 3 kVcc.

6.8 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.

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.