

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. Tecnologie Centro

PROGETTO DEFINITIVO

LINEA ROMA – VITERBO

RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE

STAZIONE DI ANGUILLARA

Relazione di calcolo dell'impianto di terra della cabina MT/BT

SCALA:

-

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

NR1J 01 D 18 CL LF0100 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	P.Bugiantella	OTT. 2018	M.Castellani	OTT. 2018	T.Paoletti	OTT. 2018	G.Guidi Buffarini
B	EMISSIONE ESECUTIVA	P.Bugiantella	SETT. 2019	M.Castellani	SETT. 2019	T.Paoletti	SETT. 2019	

File: NR1J01D18CLLF0100002B - Relazione di

n. Elab.:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO DELL’IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 18</td> <td>CL</td> <td>LF0100 002</td> <td>B</td> <td>2 di 10</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 18	CL	LF0100 002	B	2 di 10
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 18	CL	LF0100 002	B	2 di 10								

INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
2.1	ELABORATI DI PROGETTO.....	4
2.2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3	CRITERI PROGETTUALI.....	6
4	COSTITUZIONE DELL’IMPIANTO.....	7
5	DIMENSIONAMENTO	8
5.1	SCELTA DEI PARAMETRI PROGETTUALI	8
5.2	CALCOLO DELLA RESISTENZA DI TERRA DEL DISPERSORE.....	8
5.3	VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO	9

	LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 002	REV. B	FOGLIO 3 di 10

1 INTRODUZIONE

Il presente progetto si inquadra nell'ambito degli interventi di realizzazione del raddoppio della linea Roma-Viterbo, lungo la tratta Cesano-Vigna di Valle.

In particolare per la stazione di Anguillara e di Vigna di Valle sarà realizzato un impianto di alimentazione LFM costituito da una cabina di consegna in Media Tensione e da una cabina di trasformazione MT/bt. La prima è installata in un prefabbricato standard a tre scomparti (ente distributore, misure, utente), la seconda in un nuovo Fabbricato Tecnologico realizzato in area di stazione.

Di seguito, nel presente documento verranno definite le modalità di progettazione, le indicazioni e le prescrizioni per il dimensionamento dell'impianto di terra della cabina MT/BT.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 002	REV. B

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 ELABORATI DI PROGETTO

Gli impianti dovranno essere realizzati secondo quanto riportato nella presente Relazione Tecnica e negli ulteriori elaborati di Progetto Definitivo sotto riportati, ai quali si farà riferimento esplicito od implicito nel prosieguo del presente documento:

- NR1J01D18PALF0100004A – Layout apparecchiature e rete di terra cabina MT/BT;
- NR1J01D18DXLF0100001A – Schema elettrico unifilare MT;
- NR1J01D18DXLF0100002A – Schema elettrico unifilare BT;
- NR1J01D18PALF0100001A – Layout fabbricato tecnologico con disposizione apparecchiature LFM e cavidotti.

2.2 RIFERIMENTI NORMATIVI

I principali riferimenti normativi di cui si è tenuto conto nello sviluppo della progettazione sono, in linea indicativa ma non esaustiva, i seguenti:

Leggi, Decreti e Circolari:

- D. Lgs. 09/04/08 n.81 “Testo Unico sulla sicurezza”
- DM. 37 del 22/01/08 “Sicurezza degli impianti elettrici, regole per la progettazione e realizzazione, ambiti di competenze professionali”
- L.186 del 1.3.1968 “Realizzazioni e costruzioni a regola d’arte per materiali, apparecchiature, impianti elettrici”
- L. REG. 7 agosto 2009, n 17 “Nuove norme per il contenimento dell’inquinamento luminoso e per il risparmio energetico” - Regione Veneto

Normative Tecniche:

- **Norma CEI 0-16:** “Condizioni tecniche per la connessione alle reti di distribuzione dell’energia elettrica a tensione nominale superiore ad 1 kV”
- **Norma CEI EN50119 (9.2):** “Linee di Trazione Elettrica”;
- **Norma CEI EN50122-1 (9.6):** “Applicazioni ferroviarie – Installazioni fisse; Parte 1a: Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra”;
- **Norma CEI 99-3 (EN50522):** “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.”

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 18</td> <td>CL</td> <td>LF0100 002</td> <td>B</td> <td>5 di 10</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 18	CL	LF0100 002	B	5 di 10
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 18	CL	LF0100 002	B	5 di 10								

- **Norma CEI 11-17:** “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo”;
- **Norma CEI EN60865-1 (11-26):** “Correnti di corto circuito – Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo”;

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

	LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 002	REV. B

3 CRITERI PROGETTUALI

L'impianto di messa a terra in oggetto è destinato a realizzare il sistema di protezione dai contatti indiretti denominato "Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione", che è il solo metodo ammesso per gli impianti elettrici alimentati da sistemi di categoria superiore alla I.

L'impianto dovrà essere realizzato nel rispetto della Norma CEI EN50522 che ha sostituito definitivamente la norma CEI 11-1 dal 1° novembre 2013.

Nei sistemi di II e III categoria il progetto dell'impianto di terra deve soddisfare le seguenti esigenze:

- Garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni di contatto e le tensioni di passo che si manifestano a causa delle correnti di guasto a terra
- Presentare una sufficiente resistenza meccanica
- Presentare una sufficiente resistenza nei confronti della corrosione
- Essere in grado di sopportare termicamente le più elevate correnti di guasto prevedibili

Le prestazioni devono essere garantite per ciascuno dei diversi livelli di tensione presenti nel sistema MT e BT. Nella cabina sarà presente il sistema di II categoria con neutro isolato, destinato alla alimentazione MT della medesima.

Per attuare un'efficace protezione contro i rischi di contatti indiretti, la normativa vigente prevede che tutte le masse metalliche del sistema siano collegate direttamente e stabilmente a terra.

Il collegamento a terra deve essere effettuato per il tramite di un apposito dispersore, avente caratteristiche tali da garantire che le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono sulle masse metalliche durante il guasto si mantengano al di sotto dei valori massimi ammessi.

Qualora i valori di tensione di passo e contatto ottenuti dovessero superare quelli massimi ammessi occorrerà procedere con apposite misure di passo e contatto.

L'impianto di messa a terra sarà unico, e ad esso saranno collegate tutte le ferramenta, carpenterie, involucri metallici, tubazioni ed altri elementi metallici presenti nell'area che possano essere oggetto di indebite tensioni elettriche in caso di guasto.

	LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 002	REV. B	FOGLIO 7 di 10

4 COSTITUZIONE DELL'IMPIANTO

Il sistema disperdente sarà composto da un anello perimetrale in corda di rame nuda della sezione di 120mmq interrato a 0,6m di profondità lungo il perimetro del fabbricato tecnologico del fabbricato di consegna e da un sistema di dispersori verticali a picchetto costituito da paline in acciaio ramato di diametro 12mm e di lunghezza 2 metri per un numero pari a 14. Le paline saranno complete di manicotti , testapalo e capicorda in ottone per il collegamento con la corda di rame nuda da 120mmq.

I due anelli saranno tra loro collegati in modo da formare un unico impianto di terra per un perimetro totale pari a 138 metri.

Il calcolo rigoroso della resistenza di terra per un impianto così configurato richiede un approccio analitico molto complesso, in quanto i due sistemi disperdenti non si possono considerare indipendenti tra loro ma si influenzano reciprocamente, tuttavia si può pensare di valutare, in prima approssimazione, la resistenza totale come parallelo tra le resistenze di ciascuno dei suindicati dispersore.

All'interno di ciascun locale verrà realizzato uno o più nodi equipotenziali a cui collegare le masse metalliche di cabina tramite cavo in rame di sezione pari a 120mmq. L'installazione a parete dei nodi equipotenziali e delle relative derivazioni alle masse metalliche dovrà essere realizzata mediante interposizione di distanziali in resina autoestinguente, a loro volta fissati a parete con viti in acciaio e tasselli in PVC. Ai suddetti nodi saranno realizzati almeno i seguenti collegamenti equipotenziali:

- Centro stella trasformatori;
- Barra di terra Quadro Generale di Bassa Tensione;
- Barra di terra Quadro di Media Tensione.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 002	REV. B

5 DIMENSIONAMENTO

5.1 Scelta dei parametri progettuali

I parametri significativi al fine del dimensionamento del dispersore di terra sono il tempo t d'intervento delle protezioni sul sistema, la resistenza di terra R_{tot} del dispersore medesimo e la corrente di terra I_t dispersa, funzione della corrente di guasto totale I_g .

In mancanza di informazioni specifiche, come proposto dalla Norma CEI 0-16, per la corrente di guasto ed il tempo di intervento delle protezioni si assumono i valori:

$$t = 10 \text{ s};$$

$$I_g = 50 \text{ A};$$

che andranno poi confermati in fase di Progettazione Esecutiva.

Per la determinazione della resistenza di terra R_{tot} del dispersore è essenziale conoscere il valore della resistività del terreno; in questa fase si è assunto il valore prudenziale

$$\rho = 100 \Omega\text{m}$$

Anche in questo caso sarà cura dell'Appaltatore effettuare le necessarie verifiche strumentali per confermare o correggere il valore attribuito a tale parametro.

5.2 Calcolo della resistenza di terra del dispersore

La resistenza di terra dell'intero sistema disperdente può essere calcolata come parallelo delle resistenze dei singoli sistemi componenti, ossia del dispersore lineare perimetrale e dei dispersori verticali a picchetto.

Il dispersore perimetrale è costituito, come detto, da corda nuda in rame sez.120mmq interrata a profondità di 0,6m rispetto al piano di calpestio del piazzale, avrà le seguenti caratteristiche geometriche:

- Lunghezza: $L \approx 56\text{m}$
- Larghezza: $L \approx 13\text{m}$
- Perimetro: $P \approx 138\text{m}$
- Area: $A \approx 728\text{mq}$

Impiegando la formula definita dalla CEI EN 50522 per un dispersore ad anello:

$$Ra = \frac{\rho}{\pi^2 D_a} \ln \frac{2\pi D_a}{d_a};$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE PROGETTO DEFINITIVO					
	RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT	COMMESSA NR1J	LOTTO 01 D 18	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF0100 002	REV. B

- ρ [Ωm] = 100 Resistività del terreno;
- D_a [m] = 30,45 Diametro del cerchio di area equivalente al dispersore ad anello;
- d_a [mm] = 14,00 Diametro del conduttore.

Si ha:

$$\mathbf{R_a = 3,17 \Omega}$$

Tale dispersore lineare, come detto, sarà integrato da un sistema di dispersori verticali a picchetto, costituiti da aste in acciaio ramato infisse nel terreno e collegate al dispersore lineare a mezzo di capocorda in rame bullonati ad appositi collari fissati all'estremità dei picchetti.

I suddetti picchetti, in numero totale di 14, avranno le seguenti caratteristiche geometriche:

- L_p [m] = 4,50: Lunghezza complessiva del picchetto;
- D_p [mm] = 25: Diametro del picchetto.

La resistenza di un singolo picchetto così costituito può essere calcolata con la seguente formula:

$$R_{p1} = \frac{\rho}{2\pi L_p} \ln \frac{4L_p}{D_p};$$

nella quale, sostituendo i valori precedentemente esposti, fornisce il valore:

$$\mathbf{R_p = 23,27 \Omega}$$

Considerando il parallelo dei n°14 picchetti la resistenza complessiva del dispersore verticale assume il valore:

$$\mathbf{R_{Pp} = R_p / N = 23,27 / 14 = 1,66 \Omega}$$

La resistenza complessiva dell'impianto disperdente di cabina varrà dunque:

$$\mathbf{R_T = 1 / (1/R_a + 1/R_{Pp}) = 1,089 \Omega}$$

5.3 Verifica delle tensioni di passo e di contatto

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che in qualsiasi punto dell'impianto le tensioni di contatto e di passo che si stabiliscono con la corrente di guasto I_g siano superiori ai valori della seguente tabella:

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA ROMA – VITERBO RADDOPPIO TRATTA CESANO – VIGNA DI VALLE</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>RELAZIONE DI CALCOLO DELL'IMPIANTO DI TERRA DELLA CABINA MT/BT</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NR1J</td> <td>01 D 18</td> <td>CL</td> <td>LF0100 002</td> <td>B</td> <td>10 di 10</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NR1J	01 D 18	CL	LF0100 002	B	10 di 10
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NR1J	01 D 18	CL	LF0100 002	B	10 di 10								

Condizioni di breve durata (EN50522)

Tempo elimin. Guasto [s]	Tensione [V]
0,05	716
0,10	654
0,20	537
0,50	220
1,00	117
2,00	96
5,00	86
10,00	85

Nel caso in esame (tempo di intervento delle protezioni pari a 10s), il valore da non superare è pari a 85V.

Con gli altri valori precedentemente forniti risulta:

$$V_c = I_g \cdot R_{Tot} = 54,45 \text{ V};$$

valore inferiore al limite definito dalla Norma; in ogni caso occorrerà che l'Appaltatore effettui le misure delle tensioni di passo e contatto.