

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

MANDANTI:



IL DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE:

Ing. L. LACOPO

Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI

RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO

II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO

3° SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO

RELAZIONE

IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE

LF02

FERMATA DI PONTE CASALDUNI

Relazione di calcolo dell'impianto di terra delle cabine MT/BT

APPALTATORE		SCALA:
IL DIRETTORE TECNICO Ing. M. FERRONI		-

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I F 2 R	3 2	E	Z Z	C L	L F 0 2 0 0	0 0 2	A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE	M.COIA	23/06/21	L.MELICA	24/06/21	A.CARLUCCI	24/06/21	IL PROGETTISTA Ing. D. DIAPOLLONIO



APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 2 di 13

INDICE

1.	PREMESSA E SCOPO	3
2.	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
3.	SIMBOLOGIA E TERMINOLOGIA ADOTTATE	5
4.	CRITERI PROGETTUALI	6
5.	DIMENSIONAMENTO	7
5.1	SCELTA DEI PARAMETRI PROGETTUALI	7
6.	CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DISPERDENTE	11

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 3 di 13

1. **PREMESSA E SCOPO**

La seguente relazione illustra la soluzione adottata relativamente al calcolo dell'impianto di terra della Fermata di Ponte Casalduni, nell'ambito degli interventi di potenziamento del collegamento ferroviario Napoli-Bari.

L'impianto è costituito da una cabina consegna ENEL e una cabina MT/BT.

Scopo del presente documento è quello di riportare le modalità di progettazione, le indicazioni e le prescrizioni per il dimensionamento di tali impianti di terra, con riferimento a sistemi elettrici di categoria II.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 4 di 13

2. RIFERIMENTI NORMATIVI

Per l'esecuzione del presente progetto sono state adottate le Norme CEI nella loro edizione più recente nonché le NT, Istruzioni e Circolari RFI vigenti, delle quali si elencano qui di seguito le principali:

- **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.”
- **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”;
- **D. Lgs. 09/04/08 n.81:** “Testo Unico sulla sicurezza”.

Inoltre, si devono considerare prescrizioni di Enti Locali (USL, VVFF, Ispettorato del Lavoro) per quanto possibile applicabili.

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.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO					
Mandatario:	Mandante:						
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	LF.02.0.0.002	A	5 di 13	

3. SIMBOLOGIA E TERMINOLOGIA ADOTTATE

La simbologia adottata è derivata direttamente dalla Norma CEI EN 50522 § 3.

Di seguito si riportano i simboli ed i termini più frequentemente usati nel presente elaborato:

GRANDEZZA	DEFINIZIONE	SIMBOLO
Terra di riferimento (terra lontana)	Zona della superficie del terreno al di fuori dell'area di influenza di un dispersore o di un impianto di terra	-
Dispersore di fatto	Parte metallica in contatto elettrico con il terreno, direttamente o tramite calcestruzzo, il cui scopo originale non è di mettere a terra ma soddisfa tutti i requisiti di un dispersore	-
Resistività del terreno	Resistività di un tipico campione di terreno	ρ_E
Resistenza di terra	Resistenza tra il dispersore e la terra di riferimento	R_E
Tensione totale di terra	Tensione tra un impianto di terra e la terra di riferimento	U_E
Tensione di contatto	Tensione tra parti conduttrici quando vengano toccate simultaneamente	U_T
Tensione di passo	Tensione tra due punti della superficie del terreno a distanza di 1 m tra loro, distanza che si assume come lunghezza del passo di una persona	U_S
Corrente di guasto a terra	corrente che fluisce dal circuito principale verso terra, o verso parti collegate a terra, nel punto di guasto	I_F
Corrente di terra	Corrente che fluisce a terra tramite la resistenza di terra e determina quindi la tensione totale di terra U_E	I_E

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 6 di 13

4. 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.

Al fine di garantire la protezione contro i contatti indiretti le masse metalliche che necessitano di collegamento a terra, saranno collegate direttamente e stabilmente al collettore di 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.

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 7 di 13

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 ipotizzato il valore di:

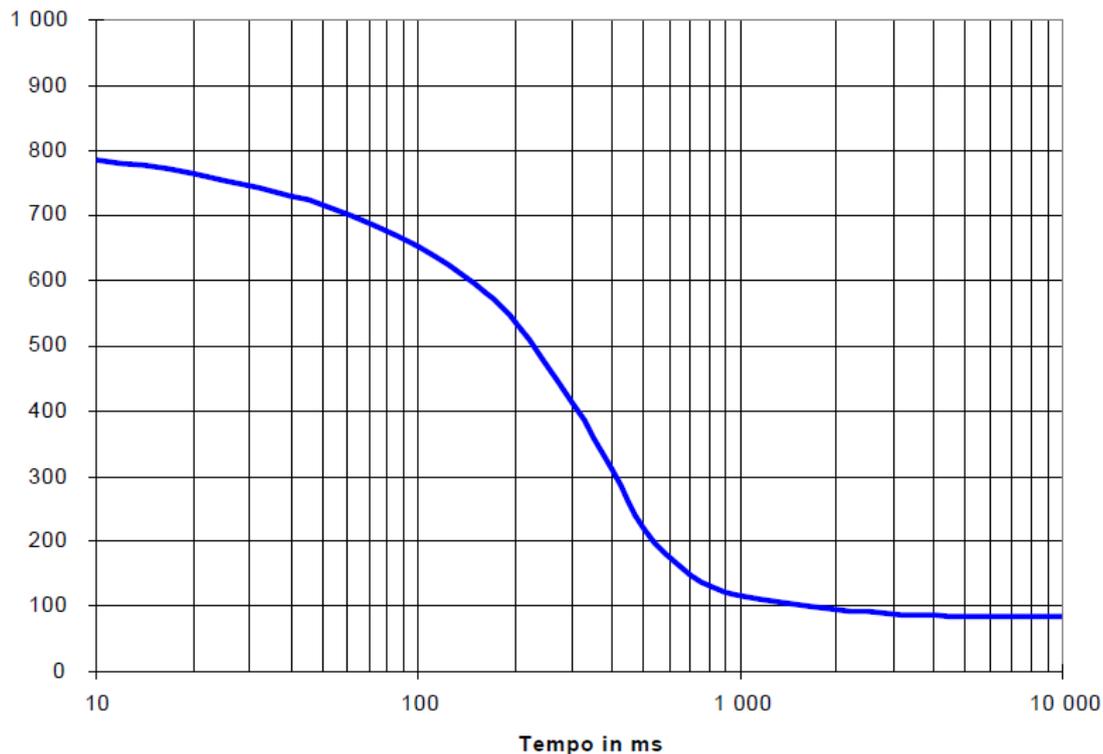
$$\rho = 100 \Omega\text{m}$$

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

L'impianto di terra deve essere dimensionato e strutturato in modo da evitare che eventuali tensioni di contatto, stante i tempi di intervento dei dispositivi di protezione contro i guasti omopolari a terra, non superino i valori indicati dalla curva di sicurezza Tensione - Tempo riportata dalla norma CEI EN 50522 § 5.4.3 fig. 4.

APPALTATORE:	TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO				
PROGETTAZIONE:		PROGETTO ESECUTIVO				
Mandatario:	Mandante:	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	LF.02.0.0.002	A
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI						FOGLIO 8 di 13

Tensione in V Tensione di contatto ammissibile U_{Tp}



Durata guasto t_f s	Tensione di contatto ammissibile U_{Tp} 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

APPALTATORE:	 Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO			
PROGETTAZIONE:			PROGETTO ESECUTIVO			
Mandatario:	Mandante:					
SYSTRA S.A.	SWS Engineering S.p.A.	SYSTRA-SOTECNI S.p.A.				
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE			COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO
LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI			IF2R	3.2.E.ZZ	CL	LF.02.0.0.002
					REV.	FOGLIO
					A	9 di 13

In relazione al tempo massimo di intervento delle protezioni si è ricavata la tensione di contatto ammissibile U_{TP} (cfr. nota di Figura 4 – Tensione di contatto ammissibile – norma CEI EN 50522):

$$U_{TP}=85 [V]$$

Quest' ultimo valore deve essere confrontato con la tensione totale di terra U_E che può essere espressa applicando la formula:

$$U_E=R_E I_E$$

Secondo la norma CEI EN 50522 § 5.4.3 il sistema disperdente è dimensionato correttamente se il valore della tensione totale di terra, determinato con misure o calcoli, non supera il doppio del valore della tensione di contatto ammissibile.

Imponendo che sia verificata la seguente disuguaglianza, si ricava il valore della resistenza di terra che si deve conseguire in modo da garantire la limitazione della tensione di contatto U_{TP}:

$$U_E = R_E \cdot I_E \leq 2 \cdot U_{TP}$$

$$R_E \leq \frac{2 \cdot U_{TP}}{I_E}$$

Sostituendo i valori numerici:

$$I_E = 50 [A]$$

$$U_{TP} = 85 [V]$$

si ottiene:

$$R_E \leq 3,4 [\Omega]$$

APPALTATORE:  Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO												
PROGETTAZIONE: Mandatario: Mandante: SYSTRA S.A. SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO												
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	<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>IF2R</td> <td>3.2.E.ZZ</td> <td>CL</td> <td>LF.02.0.0.002</td> <td>A</td> <td>10 di 13</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF2R	3.2.E.ZZ	CL	LF.02.0.0.002	A	10 di 13
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF2R	3.2.E.ZZ	CL	LF.02.0.0.002	A	10 di 13								

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 11 di 13

6. CONFIGURAZIONE DEL SISTEMA DISPERDENTE

Il dispersore sarà costituito da una rete magliata perimetrale in corda di rame di sezione 120 mm², interrate sul perimetro dei rispettivi edifici alla profondità di 0,6 m circa. Quanto sopra descritto sarà integrato da n. 12 dispersori verticali a picchetto in acciaio ramato di lunghezza pari a 3 m e diametro 20mm.

Nel seguito è rappresentato il calcolo di dimensionamento della resistenza di terra ottenuta con la geometria sotto riportata utilizzando il software GEO 2, ipotizzando un valore della resistività del terreno pari a 100 Ω m

$$\rho_E=100 [\Omega m]$$

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 12 di 13

GEO 2 - Software per la progettazione degli impianti di terra

File Tipo disporsore Tensione di contatto Fattore di riduzione Opzioni Geometria disporsore Help

The screenshot displays the GEO 2 software interface. The main window shows a network geometry diagram with two horizontal lines of nodes connected by vertical lines. A dashed line labeled 'A' is drawn across the diagram. The right-hand side contains several configuration panels:

- Resistività terreno:** P_E = 100 [Ω m]
- Corrente di guasto a terra:**
 - I_F = 50 [A]
 - r = 1
 - I_{RS} = 50 [A]
 - t_F = 10 [s]
- Tensioni di terra:**
 - U_{Tp} = 85 [V]
 - U_E = 85 [V]
- Potenziale sul terreno:**
 - Sezione verticale (radio off)
 - Sezione orizzontale (radio checked)
 - Sezione diagonale (radio off)
 - Value: 39,0
 - Calcola button
- Vista 3D:**
 - Disporsore e Potenziale sul terreno (text)
 - 3D surface plot icon
- Resistenza di terra:**
 - Value: 1.7 [Ω]
 - Calcola button
- GEO 2 logo**
- Nome file:** fermata ponte casalduni.ge2

zoom: 1

Geometria rete

APPALTATORE: TELESE S.c.a r.l. Consorzio Telese Società Consortile a Responsabilità Limitata	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 3 SUBLOTTO SAN LORENZO – VITULANO					
PROGETTAZIONE: Mandataria: SYSTRA S.A. Mandante: SWS Engineering S.p.A. SYSTRA-SOTECNI S.p.A.	PROGETTO ESECUTIVO					
IMPIANTI DI LUCE E FORZA MOTRICE LF02 – FERMATA DI PONTE CASALDUNI	COMMESSA IF2R	LOTTO 3.2.E.ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO LF.02.0.0.002	REV. A	FOGLIO 13 di 13

Il valore di resistenza di terra R_E che deriva dal seguente calcolo che tiene conto sia della resistenza della maglia che dei dispersori verticali è pari a:

$$R_E = 1,7 [\Omega]$$

Il valore calcolato della resistenza di terra è inferiore al limite che assicura il contenimento dei valori di passo e di contatto ipotizzando una resistività del terreno pari a $\rho_E=100 [\Omega m]$, ossia:

$$1,7 [\Omega] < 3,40 [\Omega]$$

È comunque necessario procedere in sede realizzativa alla misura delle tensioni di passo e di contatto, tenendo conto dei reali valori di resistività del terreno che saranno misurati.