

COMMITTENTE:



DIREZIONE INVESTIMENTI
DIREZIONE PROGRAMMI INVESTIMENTI
DIRETTRICE SUD - PROGETTO ADRIATICA

DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

Mandataria



Mandanti



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTI



PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PESCARA - BARI
RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI - LESINA
LOTTI 2 e 3 - RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA

FERMATA CAMPOMARINO
Relazione di calcolo Impianto di Terra

L'Appaltatore
A.A. D'AGOSTINO COSTRUZIONI GENERALI S.r.l.
Ing. Gianguido Babini Il Direttore Tecnico
(Ing. Gianguido Babini)

Data 18/12/2022 firma

I progettisti (il Direttore della progettazione)

Ing. Massimo Facchini

Data 18/12/2022 firma



COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA / DISCIPLINA	PROGR	REV	SCALA
L I O B	0 2	E	Z Z	C L	L F 0 2 0 0	0 0 3	C	/

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato/Data
A	Emissione Esecutiva	Scognamiglio	Dicembre 2022	Cicero	Dicembre 2022	Sorbino	Dicembre 2022	
B	Aggiornamento per RDV	Scognamiglio	Febbraio 2023	Cicero	Febbraio 2023	Sorbino	Febbraio 2023	
C	Aggiornamento per RIV	Scognamiglio	Ottobre 2023	Cicero	Ottobre 2023	Sorbino	Ottobre 2023	

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
	FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> LF 02 00	<small>PROGR</small> 003	<small>REV</small> C	<small>FOGLIO</small> 1

INDICE

1. PREMESSA.....2

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI 3

3. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO4

4. DISPERSORE5

 4.1 Requisiti dell'impianto con riferimento alle sollecitazioni meccaniche, alla corrosione ed alle sollecitazioni termiche5

 4.2 Dimensionamento del conduttore di protezione6

 4.3 Verifica meccanica e termica dell'impianto di terra disperdente7

 4.4 Verifica del dispersore nei confronti delle tensioni di contatto e di passo.....8

5. CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE 12

ALLEGATO N.1..... ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

FERMATA CAMPOMARINO

Relazione di calcolo Impianto di Terra

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C	2

1. PREMESSA

Nell'ambito del progetto "Raddoppio della tratta ferroviaria Termoli Lesina - lotti 2 e 3 - Raddoppio Termoli Ripalta" è prevista la realizzazione degli Impianti LFM relativi alla fermata di Campomarino.

L'alimentazione principale degli impianti facenti parte di quest'intervento sarà realizzata tramite una connessione in BT al quadro QGBT presente nel PGEP Ripalta, a sua volta alimentata da una fornitura di energia elettrica in MT a 20 kV, tramite opportuna cabina MT/BT, posta nel piazzale tecnologico che ospita il fabbricato del PGEP Ripalta.

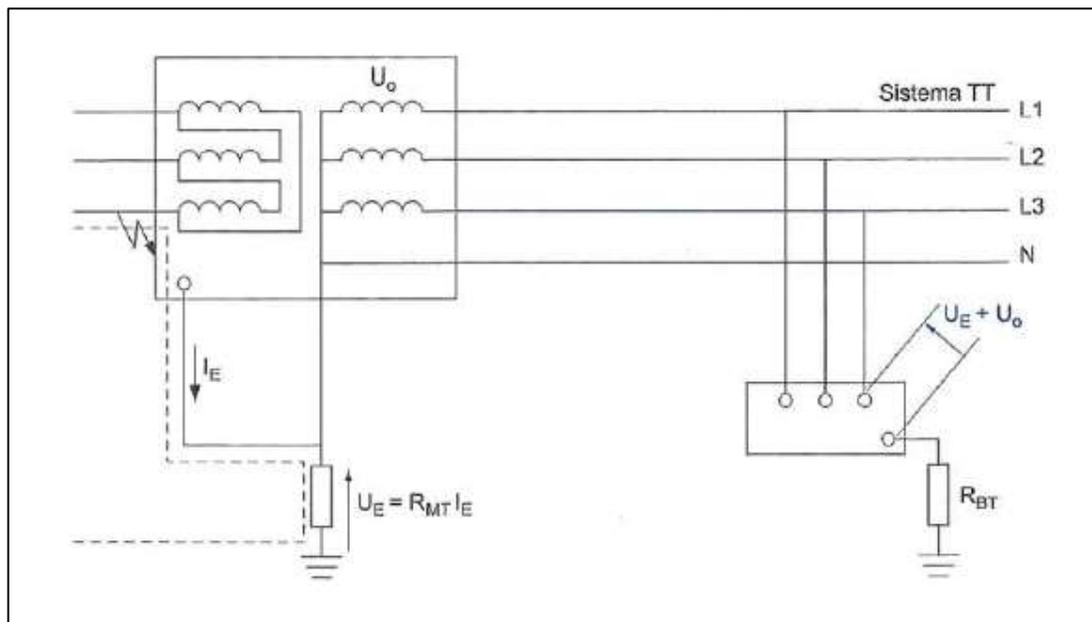
Scopo del presente documento è quello di riportare le modalità di progettazione, le indicazioni e le prescrizioni per il dimensionamento dell'impianto di terra a cui andranno connesse le masse presenti nella Fermata di Campomarino, con riferimento a sistemi elettrici di categoria II.

In particolare, quanto segue intende evidenziare:

- la normativa tecnica utilizzata per il dimensionamento;
- i criteri di dimensionamento, tenendo conto dei vincoli impiantistici e della normativa vigente;
- i dati di ingresso;
- le verifiche ed i risultati di calcolo.

la Norma CEI 0-16 prescrive che il dispersore , relativo all'impianto di rete presso l'utenza (eventualmente unico con il complessivo impianto d'utenza), deve essere unico.

Nel caso in oggetto, anche in ragione della distanza fisica tra i fabbricati, si è deciso di procedere con la realizzazione di un impianto di terra separato da quello della cabina MT/BT presente nel piazzale PGEP di Ripalta, andando a realizzare di fatto un impianto TT (schematizzazione della situazione nella figura seguente):



MANDATARIA  CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & P.L. 	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA LF	02	00	PROGR 003

2. DENOMINAZIONI ED ABBREVIAZIONI

Vengono introdotte le seguenti abbreviazioni (in ordine alfabetico):

ac	Corrente alternata
AD	Azienda distributrice di energia elettrica (da confermare in fase esecutiva)
BT	Bassa Tensione in c.a. (400/230V)
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
MT	Media Tensione in c.a.: nel caso specifico 22kV
R_E	Resistenza di terra del dispersore
U_E	tensione totale di terra
U_{TP}	massima tensione di contatto effettiva ammessa dalle norme
U_{SP}	massima tensione di passo effettiva ammessa dalle norme
V_L	tensione limite di contatto in BT
I_E	corrente di guasto dispersa a terra
t_f	tempo di intervento delle protezioni
I_{dn}	corrente differenziale nominale
ρ	resistività del mezzo disperdente

Eventuali altri acronimi potranno essere introdotti solo dopo che siano stati definiti, tra parentesi, accanto alla definizione estesa del proprio significato.

Saranno inoltre utilizzati i seguenti termini:

Dispersore o impianto di terra primario: insieme di conduttori in contatto elettrico diretto con il terreno o annegati nel calcestruzzo a contatto con il terreno.

MANDATARIA  MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C	4

Impianto di terra secondario: insieme di conduttori comprendente:

- conduttori di protezione (ai sensi della Norma CEI 99-2, 99-3 e CEI 64-8): conduttori che collegano le masse di apparecchiature ad un collettore di terra ai fini della protezione contro i contatti indiretti;
- collettore principale di terra (ai sensi della Norma CEI 64-8): elemento a cui fanno capo i diversi conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali, i conduttori di terra ed i conduttori di terra funzionali. Il collettore di terra è collegato al dispersore con uno o più conduttori di terra;
- conduttori di terra (ai sensi della Norma CEI 99-2 e 99-3): conduttori, non in contatto col terreno, che collegano parti dell'impianto (neutri dei sistemi elettrici, masse di apparecchiature e collettori di terra) direttamente al dispersore oppure conduttori, non in contatto col terreno, che collegano tra loro due dispersori;
- conduttori di terra (ai sensi della Norma CEI 64-8): conduttori, non in contatto col terreno, che collegano il collettore (o nodo) al dispersore oppure conduttori, non in contatto col terreno, che collegano tra loro due dispersori;
- conduttori equipotenziali (ai sensi della Norma CEI 99-3 e CEI 64-8): conduttore di protezione che mette diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale (funzione di collegamento equipotenziale).

3. LEGGI e NORME di RIFERIMENTO

Nel seguito vengono elencati i principali riferimenti legislativi e normativi che sono stati considerati nello sviluppo del presente progetto:

Norma CEI 99-2 (CEI EN 61936-1:2014) Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. – Parte 1: Prescrizioni comuni

Norma CEI 99-3 (CEI EN 50522:2011) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV
Norma CEI EN50122-1 - Applicazioni ferroviarie, Installazioni fisse - Provvedimenti concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra;

CEI EN 60865-1 (CEI 11-26) - Correnti di corto circuito - Calcolo degli effetti; parte 1a: Definizioni e metodi di calcolo;

CEI EN 60909-0 - Correnti di corto circuito nei sistemi trifasi in c.a.

Guida CEI 99-5 agosto 2015 – Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1kV in c.a.

Norma CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica

MANDATARIA  <small>CONSULENZA STRUTTURALE SOCIETA' CONSORTILE & P.R.L.</small>	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> LF	02	00	<small>PROGR</small> 003

4. DISPERSORE

4.1 REQUISITI DELL'IMPIANTO CON RIFERIMENTO ALLE SOLLECITAZIONI MECCANICHE, ALLA CORROSIONE ED ALLE SOLLECITAZIONI TERMICHE

Il conduttore di terra deve essere in grado, anche in funzione delle condizioni di posa, di:

- portare al dispersore la corrente di guasto;
- resistere alla corrosione;
- resistere ad eventuali sforzi meccanici.

Secondo le prescrizioni della norma CEI 64-8 art. 542.3, le condizioni di cui sopra si ritengono soddisfatte quando i conduttori di terra e di protezione hanno sezioni non inferiori a quelle sotto indicate.

DESCRIZIONE	Rame [mmq]	Ferro zincato [mmq]
Non protetto contro la corrosione	25	50
Protetto contro la corrosione, ma senza protezioni meccaniche	16	16
Protetto sia contro la corrosione e meccanicamente	Si applica la tabella 2	

Tabella 1-Sezioni minime conduttori di terra

FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV	FOGLIO
	LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C	6

4.2 DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE

Il conduttore di protezione realizza il collegamento delle masse all'impianto di terra. La sua funzione primaria è quella di permettere la circolazione della corrente di guasto verso terra, ed unitamente all'interruttore automatico, garantire la protezione contro i contatti indiretti. La norma CEI 64-8 (art. 543.1) fissa due metodi per il dimensionamento di tali conduttori di seguito elencati:

- metodo semplificativo
- metodo adiabatico

Col metodo semplificativo nella seguente tabella, la norma CEI 64/8 definisce i valori minimi della sezione del conduttore PE, in funzione della sezione del conduttore di fase:

Sezione di fase [mmq]	Sezione minima del conduttore di protezione [mmq]
$S \leq 16$	S
$16 \leq S \leq 35$	16
$S \geq 35$	S/2

Tabella 2-Sezioni minime conduttori di protezione

Con il metodo adiabatico la norma definisce che la sezione minima del conduttore PE deve rispettare la seguente relazione

Dove :

- It^2 è l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore automatico durante l'interruzione del guasto.
- KPE è un fattore il cui valore dipende dal tipo di materiale conduttore ed dal materiale isolante.

Considerata una corrente $I=10$ kA, con un tempo d'intervento della protezione pari a $t=0.01$ ms, e impostato il valore $KPE =143$, risulta:

$$S_{PE} \geq \sqrt{\frac{(10000)^2 \cdot 0.01}{143^2}} \Rightarrow 6 \text{ mm}^2$$

MANDATARIA  <small>CONSORZIO STABILE SOCIETÀ CONSORTILE & P.L.</small>	MANDANTI 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	<small>COMMESSA</small> LI0B	<small>LOTTO</small> 02	<small>FASE</small> E	<small>ENTE</small> ZZ	<small>TIPO DOC</small> CL	<small>OPERA 7 DISCIPLINA</small> LF	02	00	<small>PROGR</small> 003

4.3 VERIFICA MECCANICA E TERMICA DELL'IMPIANTO DI TERRA DISPERDENTE

Per quanto concerne il comportamento meccanico e termico del dispersore i requisiti di progetto sopra indicati risultano soddisfatti in quanto si prevede un dispersore costituito da una maglia in corda di rame nuda della sezione di 120mmq interrata a 60 cm di profondità lungo il perimetro dei fabbricati tecnologici e da un sistema di dispersori verticali a picchetto in numero idoneo a ottenere la limitazione delle tensioni di contatto.

Nel dettaglio il sistema disperdente sarà composto dai seguenti elementi:

- Anello perimetrale interrato a 60 cm di profondità attorno ai fabbricati tecnologici, composto da corda in rame nuda avente sezione 120 mm², dimensioni di 90 metri circa;
- N. 11 dispersori a picchetto, costituiti da aste componibili in acciaio ramato, diametro 25 mm e lunghezza complessiva 3 metri.

La profondità di posa del dispersore non dovrà essere inferiore a 0,5 m.

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:

- Barra di terra Quadro Generale di Bassa Tensione;
- Barra di terra Quadro di Media Tensione.

Ciascun nodo equipotenziale, e relative derivazioni, dovrà essere verniciato sulle parti a vista, di giallo con strisce verdi, oppure con il simbolo di terra (verniciato o prestampato, ben adesivo e resistente).

Si fa presente che le sezioni indicate soddisfano ampiamente i criteri per il dimensionamento termico dei conduttori di terra e di protezione di cui ai precedenti paragrafi.

Inoltre, ai sensi della norma CEI EN 50522 (art. 5.2.2), l'impianto è certamente verificato anche in termini di resistenza meccanica e stabilità alla corrosione.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C

4.4 VERIFICA DEL DISPERSORE

4.4.1 Dati in ingresso

I dati necessari per la verifica sono i seguenti:

- dati fisici: caratteristiche del mezzo disperdente (resistività del terreno);
- dati geometrici: geometria del dispersore (ovvero la geometria da verificare);
- dati elettrici: corrente di guasto monofase a terra (IE) e tempo di intervento delle protezioni (tf);
- valori massimi di tensioni di contatto e di passo ammessi dalla norma CEI 99-3.

4.4.2 Resistività del terreno

Le prestazioni di un impianto di terra dipendono in massima parte dalla resistività del mezzo disperdente (parametro all'aumentare del quale lo stesso dispersore può risultare sovradimensionato, idoneo oppure insufficiente).

In generale non è possibile assegnare al mezzo disperdente un solo valore di resistività: la resistività risulta solitamente variabile da punto a punto e pertanto esprimibile in modo compiuto solamente mediante una funzione puntuale. La determinazione di tale funzione all'atto pratico non risulta possibile.

A causa della sua natura elettrolitica, la resistività del suolo è ovviamente influenzata dal contenuto di umidità, dalla temperatura e dal contenuto di sali, acidi e basi.

È evidente comunque che l'umidità, la temperatura e la composizione del suolo in superficie possono variare notevolmente a causa di eventi atmosferici e climatici o a causa di interventi umani.

Quindi, per evitare che modifiche superficiali delle caratteristiche del suolo influiscano macroscopicamente sulle caratteristiche del dispersore sottostante, è consigliabile un interrimento del dispersore a profondità non inferiore a 500 mm in località con clima temperato, fino a 1000 m ed oltre per climi più freddi.

Come ordini di grandezza si possono comunque avere:

- terreni organici: $\rho=10 [\Omega\text{m}]$
- terreni umidi: $\rho=100 [\Omega\text{m}]$
- terreni secchi: $\rho=1.000 [\Omega\text{m}]$
- terreni rocciosi: $\rho=10.000 [\Omega\text{m}]$

In particolare, qual dati di riferimento, si possono considerare i seguenti valori:

- argille leggere: $\rho=5 [\Omega\text{m}]$
- argille normali: $\rho=10 [\Omega\text{m}]$
- marne: $\rho=20 [\Omega\text{m}]$
- crete, calcari porosi: $\rho=50 [\Omega\text{m}]$
- terra vegetale mista pietre: $\rho=50 [\Omega\text{m}]$
- gres porosi, scisti porosi: $\rho=100 [\Omega\text{m}]$
- calcari compatti, marmi: $\rho=350 [\Omega\text{m}]$
- ardesie argillose: $\rho=1.000 [\Omega\text{m}]$
- sabbia, ciottoli: $\rho=1.000 [\Omega\text{m}]$
- graniti: $\rho=2.000 [\Omega\text{m}]$

Nei confronti delle correnti alternate a frequenza industriale più utilizzate (50 - 60 Hz) ed ovviamente nei confronti delle correnti continue, il terreno con ottima approssimazione può considerarsi come un mezzo puramente resistivo (tale approssimazione può estendersi fino a circa 1 kHz). In tale ambito pertanto, ogni fenomeno capacitivo ed

 	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA										
	FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA			PROGR	REV
	LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C	9

induttivo legato agli eventi elettrici di un dispersore di terra può essere trascurato. Inoltre, almeno fino a densità di corrente di 200 A/m² che perdurino per tempi inferiori ad 1 s, i fenomeni di evaporazione dell'umidità contenuta nel terreno possono essere ritenuti trascurabili e, quindi, la resistività del terreno può essere ritenuta indipendente dalla densità di corrente stessa. Trattasi di densità di corrente in pratica difficilmente raggiungibili anche nelle immediate prossimità degli elementi disperdenti, per cui, con ottima approssimazione, il terreno può essere ritenuto mezzo lineare anche nei confronti della densità di corrente.

Infine, la resistività del suolo, fino a limiti che sono ben al di sopra degli intervalli di interesse pratico nell'ambito dello studio degli impianti di terra, non viene influenzata dal gradiente del potenziale (limiti dell'ordine del [kV/cm]). Pertanto, nei confronti del gradiente di potenziale il suolo può essere considerato un mezzo lineare.

La determinazione della resistività del mezzo disperdente può essere condotta con diverse tecniche: la maggiormente utilizzata è quella proposta da Wenner (eventualmente nella variante di Schlumberger-Palmer).

4.4.3 Geometria dei dispersori

Il layout dei dispersori è definito a partire dai dati dimensionali dei diversi elettrodi presenti nel volume di suolo da analizzare.

A tal proposito si definiscono come:

- “Sistema disperdente”: insieme di più Elettrodi, indipendenti o tra loro elettricamente connessi.
- “Elettrodo”: insieme di Conduttori, tra loro equipotenziali, posti nel mezzo disperdente ovvero nel terreno.
- “Conduttore”: insieme di Elementi
- “Elemento”: costituito da un cilindro metallico, lungo e sottile, ovvero caratterizzato da dimensione longitudinale “l” nettamente maggiore della dimensione trasversale “D”.

L'elemento dispersore è tipicamente realizzato con materiale (rame o ferro) avente resistività che si differenzia, da quella del mezzo in cui si trova immerso, di alcuni ordini di grandezza.

Si può pertanto ritenere che il potenziale elettrico u sia costante su tutta la superficie dell'Elemento stesso.

Se l'elemento è massiccio, nelle condizioni di cui sopra il potenziale u è praticamente costante anche al suo interno, la componente resistiva del dispersore in sé è pertanto trascurabile.

La resistenza verso il mezzo disperdente di un Elemento con le suddette caratteristiche, dipende in definitiva oltre che dal fattore di mezzo (ovvero la resistività del suolo) solo dalla sua superficie esterna e dal suo fattore di forma (ovvero k_f) che per elementi lineari cilindrici aventi lunghezza l nettamente preponderante sul diametro D vale: Con queste ipotesi, si può affermare che elementi geometricamente uguali, anche se non pieni, sono caratterizzati

$$k_f = \frac{1}{2\pi} \left[\ln \left(\frac{4l}{D} \right) - 1 \right]$$

dallo stesso fattore di forma.

Il fatto che il dispersore sia o meno massiccio interessa solo ai fini del suo dimensionamento termico e meccanico.

Nella pratica impiantistica è usuale l'utilizzo, oltre che di Elementi disperdenti in corda o tondino, anche di piattine e cioè elementi rettilinei aventi due delle dimensioni (lunghezza e larghezza), nettamente prevalenti sulla terza (e cioè sullo spessore).

In generale, ogni elemento rettilineo avente una dimensione nettamente preponderante sulle altre due può essere ridotto ad un elemento cilindrico, tramite la determinazione del suo diametro equivalente, e cioè di quel particolare diametro che, assegnato ad un elemento cilindrico di pari lunghezza, ne rende la resistenza verso un mezzo omogeneo isotropo lineare indefinito uguale alla resistenza dell'Elemento rettilineo nelle stesse condizioni.

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C

4.4.4 Calcolo della resistenza di terra del dispersore

Come mostrato dal citato elaborato Layout impianto di terra il dispersore è costituito da un conduttore orizzontale di lunghezza pari a 90 metri.

Per la determinazione della resistenza di terra R_t del dispersore è essenziale conoscere il valore ρ_t della resistività del terreno; si assumeranno valori cautelativi in accordo a quanto indicato nella tabella J.1 dell'allegato J (Norma CEI EN 50522):

Tabella J.1 - Resistività del terreno per correnti alternate
(Gamma dei valori che sono stati misurati frequentemente)

Tipo di terreno	Resistività del terreno ρ_E Ωm	
Terreno paludoso	da 5	a 40
Terriccio, argilla, humus	da 20	a 200
Sabbia	da 200	a 2 500
Ghiaietto	da 2 000	a 3 000
Pietrisco	Per lo più sotto 1 000	
Arenaria	da 2 000	a 3 000
Granito	fino a 50 000	
Morena	fino a 30 000	

per quanto riguarda la resistività elettrica del terreno superficiale si assume cautelativamente un valore pari a:

$$\rho_E = 100 \Omega m$$

mentre per gli strati più profondi, destinati ad accogliere i dispersori verticali a picchetto, si assume un valore medio pari a:

$$\rho_P = 200 \Omega m$$

La resistenza R_r del dispersore orizzontale può essere calcolata con la formula (CEI 50522)

$$R_r = 2 \frac{\rho_E}{L}$$

Sostituendo i valori numerici si ricava il seguente valore:

$$R_r = 2,26 \Omega$$

L'impianto sarà integrato da dispersori verticali aggiuntivi, costituiti da paletti di acciaio ramato di diametro pari a 25mm e lunghezza 3m, ciascuno dei quali presenta una resistenza di terra R'_p pari a:

$$R'_p = \frac{\rho_P}{2\pi L} \times \ln \frac{4 \cdot L}{d}$$

in cui L e d sono rispettivamente la profondità d'infissione (lunghezza) ed il diametro del tondo di cui è costituito il picchetto. Con i valori già forniti, si ottiene:

$$R_p = 66,33 \Omega$$

Ai fini della verifica verranno considerati n°11 picchetti distribuiti nel piazzale di Cabina TE; pertanto la resistenza di terra dei picchetti, considerati in parallelo, sarà:

$$R_{pp} = R_p / 11 = 6,03 \Omega$$

Pertanto la resistenza teorica totale R_T dell'intero dispositivo di dispersione, costituito dal parallelo dei due dispersori parziali (rete e picchetti) sarà pari a:

$$R_T = \frac{R_r \cdot R_{pp}}{R_r + R_{pp}} = 1,64 \Omega$$

Si noti che nella determinazione di R_T non si è tenuto conto del contributo (tutt'altro che trascurabile) dei dispersori di fatto.

MANDATARIA HUB ENGINEERING <small>CONSULENZA STRUTTURALE SOCIETÀ CONSORTILE & P.R.L.</small>	MANDANTI HYpro	LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA									
		FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra	COMMESSA LI0B	LOTTO 02	FASE E	ENTE ZZ	TIPO DOC CL	OPERA 7 DISCIPLINA LF	02	00	PROGR 003

4.4.5 Verifica delle tensioni di passo e di contatto per guasti in C.A.

I parametri significativi per il dimensionamento dell'impianto di terra sono:

- la corrente totale di guasto a terra I_{gt} ;
- il tempo d'eliminazione del guasto t_g ;

La corrente di guasto I_{gt} da introdurre nel calcolo è quella che circola per effetto del cedimento dell'isolamento del sistema elettrico d'alimentazione. Tale corrente, che dipende dalle caratteristiche della rete di alimentazione in MT, è fornita dall'Ente produttore insieme al tempo d'eliminazione del guasto.

Nel caso specifico il valore è definito dalla norma CEI 0-16 e il valore è di:

$$I_{gt} = 40 \text{ A}$$

mentre come tempo di eliminazione del guasto da parte delle protezioni a monte si assume il valore tipologico di

$$t_g = 0,1 \text{ s.}$$

▪ VERIFICA DELLE TENSIONI DI PASSO E DI CONTATTO

Il dispersore così dimensionato dovrà essere tale da impedire che, con la corrente di guasto a terra di cui al precedente paragrafo si verifichino in qualsivoglia punto dell'impianto tensioni di contatto e di passo pari o superiori ai valori della seguente tabella:

Tempo di eliminazione del guasto [s]	Tensione [V]
0,02	870
0,05	735
0,10	625
0,20	520
0,30	460
0,40	420
0,50	385
0,60	360
0,70	350

Nel caso in esame (tempo di intervento delle protezioni pari a 0,1s) si ottiene che il valore di tensione da non superare è pari a:

$$U_{tp} = 625 \text{ V}$$

La corrente di guasto a terra I_{gt} determina sulla resistenza di terra R_T una tensione totale di terra:

$$U_e = R_T \cdot r \cdot I_{gt}$$

Dove r è un coefficiente di riduzione che dipende dall'estensione del collegamento ad altre cabine MT/BT ed è fornito dall'ente distributore, come valore cautelare su assume pari a 1.

Sostituendo i valori nella formula precedente risulta una tensione di passo e contatto pari a **65,6 V**

MANDATARIA 		MANDANTI 		LINEA PESCARA – BARI RADDOPPIO DELLA TRATTA FERROVIARIA TERMOLI-LESINA LOTTO 2 e 3 – RADDOPPIO TERMOLI - RIPALTA							
FERMATA CAMPOMARINO Relazione di calcolo Impianto di Terra		COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC	OPERA 7 DISCIPLINA		PROGR	REV	FOGLIO
		LI0B	02	E	ZZ	CL	LF	02	00	003	C

5. CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE

La resistività del terreno può assumere nel tempo valori anche molto diversi essendo questa fortemente influenzata dall'umidità e dalla temperatura.

Inoltre la resistività è solitamente una caratteristica tutt'altro che omogenea e varia da punto a punto sulla superficie ed in profondità.

Di conseguenza le ipotesi di progetto adottate ed i calcoli eseguiti nel presente progetto dovranno essere verificati in corso d'opera mediante misure di resistenza di terra e, qualora necessario, di tensioni di contatto e di passo.