

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:



SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI - BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE - HIRPINIA

IMPIANTO LUCE E FORZA MOTRICE

IE09 – FABBRICATI – FA09

Relazione di Calcolo impianto di terra

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA AV Il Direttore Tecnico Ing. Vincenzo Moriello 10/06/2020	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	Alpina Sp.A. Ing. Paola Erba

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF28	01	E	ZZ	RO	LF0900	002	B	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	F. Fantinato	21/02/2020	P. Perrotta	21/02/2020	M. Vernaleone	21/02/2020	Ing. Paola Erba 10/06/2020
B	Emissione per istruttoria	F. Fantinato	10/06/2020	P. Perrotta	10/06/2020	M. Vernaleone	10/06/2020	

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di Calcolo impianto di terra	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 2 di 9

Indice

1	INTRODUZIONE	3
2	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	3
3	SIGLE E DEFINIZIONI	3
4	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI	4
4.1	DISPERSORE (VERIFICA RESISTENZA MECCANICA)	4
4.2	CONDUTTORE DI TERRA	5
4.3	CONDUTTORI DI PROTEZIONE	6
5	VERIFICA CONTATTI INDIRETTI	6
5.1	SISTEMA DI DISTRIBUZIONE TT	7
6	CONSIDERAZIONI AGGIUNTIVE	7
7	ALLEGATI	7
8	ALLEGATO 1 – DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IMPIANTO DI TERRA.....	8
8.1	GENERALITÀ.....	8
8.2	VERIFICA DISPERSORI DEL FABBRICATO.....	8
8.3	FABBRICATO FA09	8

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E Z Z R O	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 4 di 9

- ρ resistività del mezzo disperdente

Eventuali altri sigle potranno essere introdotte 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 (ai sensi della Norma CEI 64-8): insieme di conduttori in contatto elettrico diretto con il terreno o annegati nel calcestruzzo a contatto con il terreno.

Impianto di terra secondario (o impianto di terra interno): insieme di conduttori comprendente:

- conduttori di protezione;
- conduttori che collegano le masse di apparecchiature ad un collettore di terra ai fini della protezione contro i contatti indiretti;
- collettore principale di terra: 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: 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: conduttore di protezione che mette diverse masse e masse estranee al medesimo potenziale (funzione di collegamento equipotenziale).

4 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI

4.1 DISPERSORE (VERIFICA RESISTENZA MECCANICA)

Per quanto riguarda la resistenza meccanica e alla corrosione la Norma CEI 64-8 prevede di adottare per il dispersore le dimensioni minime riportate nella tabella seguente:

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 5 di 9

Materiale		Tipo di dispersore	Dimensione minima				
			Corpo			Rivestimento/guaina	
			Diametro mm	Sezione mm ²	Spessore mm	Valori minimi µm	Valori medi µm
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina ^(b)		90	3	63	70
		Profilati (incl. piatti)		90	3	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	Con guaina di piombo ^(a)	Tondo per dispersore orizzontale	8			1 000	
	Con guaina di rame estrusa	Barra tonda per picchetto	15			2 000	
	Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14,2			90	100
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ^(c)			
		Corda	1,8 ^(d)	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1,8 ^(d)	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina di piombo ^(a)	Filo tondo	1,8 ^(d)	25		1 000	

(a) Non idoneo per posa diretta in calcestruzzo. Si raccomanda di non usare il piombo per ragioni di inquinamento.
(b) Piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati.
(c) In condizioni eccezionali, dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm².
(d) Per fili singoli.

Tabella 1 – Materiale e dimensioni minime dei dispersori per garantire la resistenza meccanica e alla corrosione (rif. Tabella 51.1 CEI 64-8)

Nel caso specifico, per il fabbricato si prevedono dispersori costituiti da corda di rame nudo da 35 mm² (vedi Allegato 01 ed elaborati grafici), che risultano in linea con le prescrizioni della Norma.

4.2 CONDUTTORE DI TERRA

Con riferimento al par. 542.3 della Norma, la sezione dei conduttori di terra deve essere conforme a quanto riportato nella seguente tabella.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.	RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 6 di 9

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm ² rame 16 mm ² ferro zincato (*)
Non protetti contro la corrosione	25 mm ² rame 50 mm ² ferro zincato (*)	
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente.		

Tabella 2 – Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra (rif. Tabella 54A CEI 64-8)

Anche in questo caso, la sezione scelta pari a 35 mm² risulta idonea.

4.3 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Con riferimento al par. 543 della Norma, la sezione dei conduttori di protezione deve essere scelta sulla base di uno dei metodi sotto riportati.

Mediante calcolo

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- Sp è la sezione del conduttore di protezione (mm²);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione e dell'isolamento.

In relazione alla sezione del conduttore di fase

Il criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo i seguenti vincoli:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_{PE} = S_f / 2 \end{aligned}$$

Nella caso specifico si è scelto di adottare quest'ultimo metodo, ovvero determinare i conduttori di protezione sulla base della sezione dei rispettivi conduttori di fase.

5 VERIFICA CONTATTI INDIRECTI

La verifica della protezione contro i contatti indiretti è eseguita secondo i criteri descritti dalla Norma CEI 64-8 e di seguito riportati, relativamente ai diversi sistemi di distribuzione.

Per assicurare la protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica del circuito è necessario adottare i seguenti accorgimenti:

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO RELAZIONE DI CALCOLO IMPIANTO DI TERRA	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 7 di 9

- Collegamento a terra di tutte le masse metalliche;
- Collegamento al collettore di terra dell'edificio dei conduttori di protezione, delle masse estranee (ad esempio: le tubazioni metalliche entranti nel fabbricato) tramite collegamenti equipotenziali principali e supplementari.

5.1 SISTEMA DI DISTRIBUZIONE TT

La protezione contro i contatti indiretti, in un sistema TT, deve essere garantita mediante una o più delle seguenti misure:

- Interruzione automatica del circuito mediante protezioni differenziali coordinate con l'impianto di terra
- Utilizzo di componenti di classe II
- Realizzazione di separazione elettrica con l'uso di trasformatore di isolamento

Nel primo caso, affinché sia verificata la protezione contro i contatti indiretti, è necessario che in ogni punto dell'impianto sia rispettata la condizione:

$$I_{dn} < \frac{V_L}{R_E}$$

dove:

- I_{dn} [A] è il valore massimo di corrente differenziale presente nell'impianto che nel caso di cui trattasi si ipotizza pari a 3A;
- V_L [V] è la tensione limite di contatto che nel caso di cui trattasi risulta pari a 50 V;
- R_E [Ω] è la resistenza di terra (Ω)

Pertanto, nel caso specifico, il valore massimo ammissibile per la resistenza dell'impianto di terra (R_E) dovrà essere pari a 16,67 Ω .

Il calcolo della resistenza di terra è stato condotto utilizzando il software GSA® (Grounding System Analysis), sviluppato da SINT Ingegneria Srl. Si riportano i risultati di calcolo in Allegato.

6 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 il valore di progetto ed i calcoli eseguiti nel presente progetto dovranno essere verificati in fase realizzativa mediante misure di resistenza di terra qualora necessario.

7 ALLEGATI

Gli allegati sono organizzati nei seguenti documenti:

- Allegato 1: Dimensionamento e verifica dell'impianto di terra

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di Calcolo impianto di terra	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 8 di 9

8 ALLEGATO 1 – DIMENSIONAMENTO E VERIFICA IMPIANTO DI TERRA

8.1 GENERALITÀ

Nella presente sezione vengono illustrati i calcoli di verifica dell'impianto di terra, secondo le modalità descritte nella relazione di calcolo.

In particolare i calcoli eseguiti riguardano:

- verifica del dispersore (impianto di terra esterno): calcolo della resistenza di terra

8.2 VERIFICA DISPERSORI DEL FABBRICATO

L'ipotesi di partenza per la verifica dei dispersori del fabbricato (come rappresentato negli elaborati progettuali a cui si rimanda) è l'utilizzo di:

- corda di rame nudo da 35 mm² posata lungo il perimetro del fabbricato a una profondità di 0.6 m.

Data la tipologia di terreno presente nell'ambito del tracciato in oggetto, si assume per estensione un valore di resistività del terreno ρ_E pari a 300 Ωm .

8.3 FABBRICATO FA09

Il modello implementato nel calcolo è il seguente:

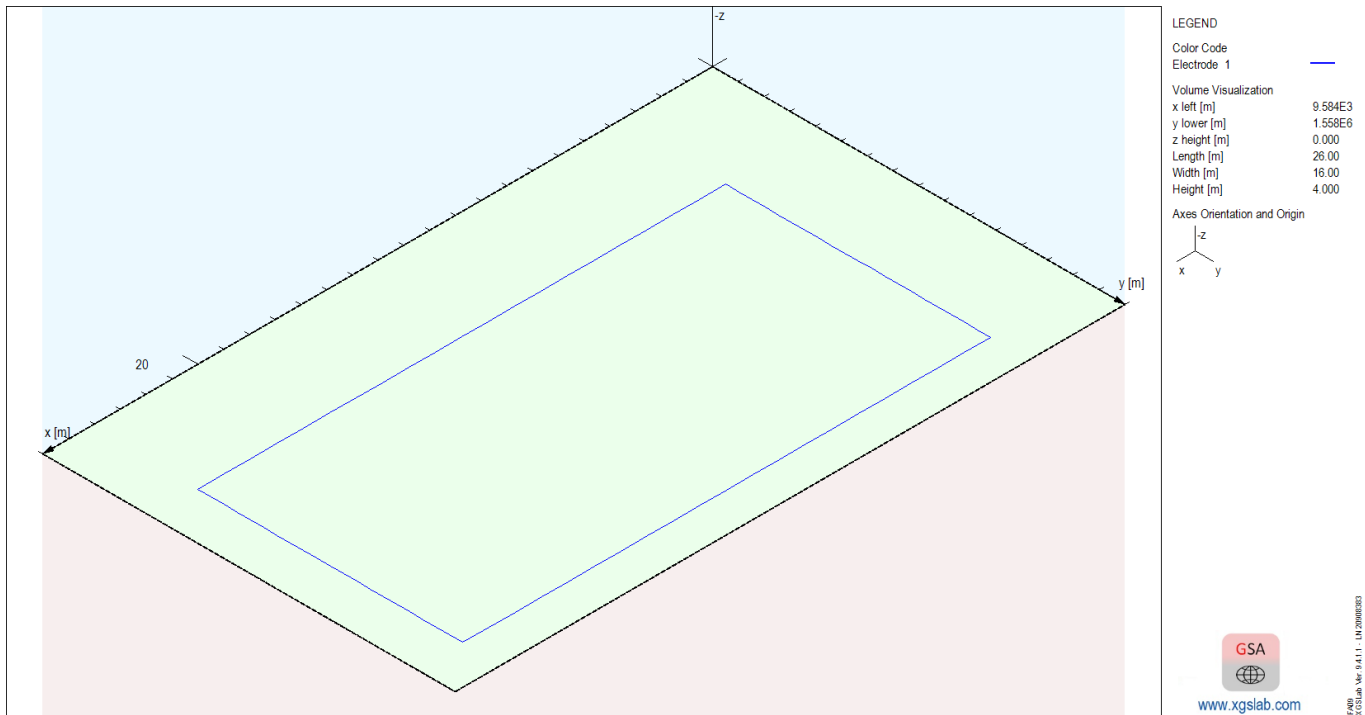


Figura A1-1 - Modello dispersore complessivo

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA AV SALINI IMPREGILO S.P.A. ASTALDI S.P.A.	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE – ORSARA I LOTTO FUNZIONALE APICE – HIRPINIA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING S.P.A. ALPINA S.P.A.						
PROGETTO ESECUTIVO Relazione di Calcolo impianto di terra	COMMESSA IF28	LOTTO 01	CODIFICA E ZZ RO	DOCUMENTO LF0900 002	REV. B	FOGLIO 9 di 9

I risultati sono di seguito riportati:

Resistenza di terra	
R_E [Ω]	10,81

Essendo la resistenza di terra inferiore al valore limite (16,67 Ω), il sistema risulta verificato per quanto riguarda il coordinamento con i dispositivi di protezione, determinando la positiva verifica contro i contatti indiretti.