



**Il Commissario Straordinario**

per la progettazione, l'affidamento e la realizzazione degli interventi necessari all'adeguamento dei sistemi di collettamento, fognatura e depurazione oggetto di provvedimento di condanna della Corte di Giustizia dell'Unione Europea in ordine all'applicazione della Direttiva 91/271/CEE sul trattamento delle acque reflue urbane

(art. 7, comma 7 del D.L. 133/2014, convertito con modificazioni dalla L. 11 novembre 2014 n. 164)

**D.P.C.M. 1 Aprile 2016 - DELIBERA CIPE 60/2012 - ID 33497**

**COMUNE DI CASTELVETRANO  
SISTEMA FOGNARIO PER ACQUE NERE A SERVIZIO DELLA  
FRAZIONE DI TRISCINA E COLLEGAMENTO  
AL DEPURATORE COMUNALE IN VIA ERRANTE VECCHIA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

PROGETTAZIONE A.T.I.  
CAPOGRUPPO



**CONCISE CONSORZIO STABILE**  
società consortile per azioni

Via Del Maglio 4C  
33107 - Pordenone (PN)  
Tel. 0434.241.775  
Web : www.conorzioconcise.com

MANDANTI



Dott. Geol. F. Miragliotta  
Dott. Geol. M. Rizzo

SOCIETA' INDICATE

PROGETTISTA :

Dott. Ing. Corrado Petris



Via G.B. Dall'Armi 27/3  
30027 - San Donà di Piave (VE)  
Tel. 0421.307.700  
Web : www.ingegneria2p.it



Piazzale della Stazione, 7  
35131 - Padova (PD)  
Tel. 0498.763.888  
Web: www.hmr.it

**ENG TEAM & PARTNERS S.P.A.** Via Del Maglio 4B  
33170 - Pordenone (PN)  
Tel. 0434.247.736  
Web: www.engteam.it



(STRUTTURA OPERATIVA)



IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONI SPECIALISTICHE  
RELAZIONE TECNICA E ILLUSTRATIVA  
DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**



SCALA:

N. DOCUMENTO:

ANNO

N°COMMESSA

TIPOLOGIA

N. ELABORATO

FASE

REVISIONE

1 4

0 2 3

R E

0 3

E

2

REV.	DATA	OGGETTO REVISIONE	REDAZIONE	VERIFICA	CONTROLLO
1	OTT 2015	RECEPIMENTO OSSERVAZIONI VALIDATORE	P.S.	C.P.	
2	NOV 2016	AGGIORNAMENTO NORMATIVO	P.S.	C.P.	

**SISTEMA FOGNARIO PER ACQUE NERE A SERVIZIO DELLA FRAZIONE DI TRISCINA E COLLEGAMENTO  
AL DEPURATORE COMUNALE IN VIA ERRANTE VECCHIA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICA E ILLUSTRATIVA DEGLI IMPIANTI  
ELETTRICI**

**Indice**

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
1.1. Considerazioni preliminari .....	3
<b>2. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO STRADALE TIPO .....</b>	<b>5</b>
2.1. Impiantistica elettrica per gli impianti tipo "S2÷S6, S8-S9-S10, S13÷16" .....	5
2.2. Elementi guida per la formazione dei basamenti in CLS per posa armadi Stradali tipo "S2 ÷ S6, S8, S9, S10, 13, 14, 15, 16" .....	7
<b>3. CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI DI SOLLEV. STRADALE "S5"–"S4" .....</b>	<b>8</b>
3.1. Impianto "S5" .....	8
3.2. Impianto "S4" .....	8
<b>4. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI SOLLEV. "S7" .....</b>	<b>9</b>
<b>5. CONSISTENZA DELL'IMP. DI SOLLEV. "S1" .....</b>	<b>9</b>
<b>6. LINEE GUIDA PROGETTUALI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI IN GENERE .....</b>	<b>10</b>
6.1. Linee generali .....	10
6.2. Altre prescrizioni impiantistiche .....	11
<b>7. DATI PROGETTUALI DELL'IMP.TO ELETTRICO DEL SOLLEVAMENTO "TIPO" ALIMENTATO IN BASSA TENSIONE DALLA RETE PUBBLICA STRADALE .....</b>	<b>13</b>
7.1. Dati progettuali essenziali per impianti sollevamento stradali < tipo > privi di corpo fabbrica fuori terra (S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12-S13-S14-S15-S16) .....	13
7.2. Vincoli strutturali – ambientali .....	14
7.3. Dati del sistema di alimentazione e distribuzione elettrica .....	14
7.4. Considerazioni di carattere generale su impianti di terra dei siti con alimentazione BT – TT .....	15
7.5. Determinazione delle resistenze di terra utente degli impianti "tipo" alimentati in BT-TT .....	18
<b>8. DATI PROGETTUALI SINTETICI PER L'IMPIANTO "S1" .....</b>	<b>23</b>
8.1. Dati progettuali essenziali .....	23
8.2. Vincoli strutturali - ambientali .....	24
8.3. Dati del sistema di alimentazione e distribuzione elettrica .....	24
<b>9. ELEMENTI ANALITICI DELL'IMPIANTO "S1" .....</b>	<b>25</b>
9.1. Premesse .....	25
9.2. Scelte progettuali e descrizione delle opere .....	25
9.3. Precisazioni sul rifasamento e sul gruppo elettrogeno .....	27
9.4. Sistema di sgancio di emergenza degli impianti nella cabina MT/BT .....	27
9.5. Dimensionamento dell'impianto d'illuminazione nel rispetto delle norme EN 12464-1/ 2011 .....	28
9.6. Determinazione analitica della resistenza di terra (R <sub>e</sub> ) del sito .....	28
9.7. Dimensionamento dell'impianto di dispersione a terra ai sensi della n. CEI 99-3 .....	30
<b>10. CONSIDERAZIONI SUI CAVI ELETTRICI PREVISTI NEI VARI IMPIANTI .....</b>	<b>32</b>
10.1. Considerazioni generali .....	32
10.2. Protezione delle condutture elettriche .....	32

10.3.	Ulteriori precisazioni sulle condutture elettriche .....	34
10.4.	Coordinamento cavi-interruttori- correnti di c.to c.to .....	35
<b>11.</b>	<b>CONSIDERAZIONI IMPIANTISTICHE DI CARATTERE GENERALE .....</b>	<b>35</b>
11.1.	Caratteristiche generali degli impianti (sicurezza, disponibilità servizio, flessibilità, manutenibilità) 35	
11.2.	Descrizione delle misure di protezione contro i contatti indiretti.....	35
11.3.	Protezione contro i contatti diretti .....	36
11.4.	Norme tecniche di riferimento.....	36
<b>12.</b>	<b>PROTEZIONE DELLE LINEE CONTRO LE FULMINAZIONI ATMOSFERICHE .....</b>	<b>37</b>
12.1.	Considerazioni di carattere generale ed illustrazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD) – nei sistemi TT .....	37
12.2.	Considerazioni di carattere generale ed illustrazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD) – nei sistemi TN-S.....	38
12.3.	Valutazione della probabilità di fulminazione dei siti con strutture fuori terra (stazioni di sollevamento “S1” ed “S7”) .....	39
<b>13.</b>	<b>CONSIDERAZIONI FINALI ED ALLEGATI .....</b>	<b>40</b>

## 1. PREMESSA

### 1.1. Considerazioni preliminari

Come si desume dal progetto generale, gli impianti di sollevamento fognario, variamente dislocati, necessitano di adeguate elettropompe di spinta, di potenza da determinarsi in funzione delle portate e prevalenze previste a progetto.

Il progetto degli impianti elettrici a servizio di quelli fognari è stato uniformato sulla taglia delle più probabili potenze di targa delle pompe commerciali.

Come illustrato nella sottostante tabella A) le tipologie di elettropompe da alimentare possono essere raccolte nelle seguenti taglie: 0,3, 1,5, 2,6, 3, 4; 5,5; 7,5; 11; 18,5; 25; 75 kW (resi all'albero).

Per alcuni impianti è prevista una pompa in servizio e una di scorta, in altri casi due di servizio e una di scorta, in altri ancora due o tre pompe sempre pronte e in servizio.

I suddetti impianti fognari, con stazioni di rilancio/sollevamento, sono stati denominati da "S1" a "S16".

Il sollevamento "S1" è il più potente dovendo sollevare e trasferire a chilometri di distanza tutto il contributo fognario della zona di Triscina.

Infatti per esso il progetto prevede per ciascuna delle tre pompe un motore elettrico della potenza dell'ordine di 75 kW (resi all'albero). Va da sé che una tale potenza non può essere fornita dalla normale rete elettrica pubblica a bassa tensione (400/230 V). Infatti per detto impianto il progetto prevede la costruzione di un apposito complesso manufatto prefabbricato per ricavare la cabina dell'Ente distributore, quello del locale misure e quello della cabina di trasformazione MT/BT. (20/0,4 kV).

Quindi eccetto che per l'impianto "S1", tutti gli altri possono essere alimentati in bassa tensione da rete pubblica stradale. Infatti le loro potenze massime contemporanee si prevedono comprese tra poche frazioni di kW e i 55 kW (V.si succ. tab. A).

La presente relazione, le tavole grafiche progettuali e il computo metrico, contengono al loro interno tutte le indicazioni e tutti i riferimenti occorrenti per realizzare gli impianti elettrici a servizio di quelli di sollevamento stradale nelle varie tipologie riassunte nella sottostante tabella A).

Il progetto grafico e i documenti tecnico-economici afferenti, riportano nel dettaglio gli schemi tipo e

le linee guida per la costruzione di detti impianti e dei relativi quadri elettrici.

**Tab. A)**

**ELENCAZIONE DEI PARAMETRI SIGNIFICATIVI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI  
ATTINENTI I VARI SOLLEVAMENTI  
AL FINE DELLA DETERMINAZIONE DEI CARICHI  
E DELLE FORNITURE DI ENERGIA ELETTRICA**

Imp.	N° Pompe	P n mot. (kW)	P el mot. (kW)	Pt rete (kW)	pompe contemp.	V3f (V)	colleg. neutro	Cos. φ	In (A)	I rete (A)	Carico GE (kW)	K (***)	Stima Pn GE (kW elet.)	GE (kVA) I n (A)
S1	3	75	80,5	241,5	3	400		0,91	127,3	381,9	241,4+	1,6	400	500 722
	2 griglie	1,5	1,9	+3,8	2	400	TN-S	0,84	3,26	6,52	+3,8+			(2 p. in moto e 1 con avv. 3 In)
	Altri serv.	---	---	+2	1			0,8	3,6	3,6	+2= 247,3			
S2	2+1	11	12,5	25	2	400	TT/ TN-S	0,89	20,2	40,4	25	1,8	45	60 86 (1 p. in moto e 1 con avv. 3 In)
S3	1+1	11	12,5	12,5	1	400	TT/ TN-S	0,89	20,2	20,2	12,5	1,8	22,5	40 57 possibile avv. 2,8 In
S4	2+1	25	27,5	55	2	400	TT/ TN-S	0,90	44	88	55	1,8	99	125 180 (1 p. in moto e 1 con avv. 3 In)
S5	1+1	5,5	6,35	6,35	1	400	TT/ TN-S	0,89	10,5	10,5	//	//	//	//
S6	1+1	4	4,7	4,7	1	400	TT/ TN-S	0,88	7,7	7,7	11,05(*)	1,8	20	30 37,5 (1 p. in moto e 1 con avv. 2,8 In)
S7	1+1	7,5	8,6	8,6	1	400	TT/ TN-S	0,89	14,2	14,2	21,1	1,8	38	60 86
	1+1	11	12,5	12,5	1			0,89	20,2	20,2				1 p. in moto e 1 con avv. 3,5 In)
S8	1+1est +1inv	22 3	24,3 3,6	24,3	1 est 1 inv	400	TT/ TN-S	0,9	38,9	38,9	24,3	2	49	80 115 possibile avv. 2,9 In
S9	1+1est	22	24,3	24,3	1 est	400	TT/	0,9	38,9	38,9	24,3	2	49	80

	+1inv	3	3,6		1 inv		TN-S							115 possibile avv. 2,9 In
S10	1+1	2,6	3,43	3,43	1	400	TT	0,88	5,64	5,64	//	//	//	//
S11	1	/		0,3	1	400	TT	0,8	1	1	//	//	//	//
S12	1	/		0,3	1	400	TT	0,8	1	1	//	//	//	//
S13	1+1	2,6	3,43	3,43	1	400	TT	0,88	5,64	5,64	//	//	//	//
S14	1+1	2,6	3,43	3,43	1	400	TT	0,88	5,64	5,64	//	//	//	//
S15	1+1	2,6	3,43	3,43	1	400	TT	0,88	5,64	5,64	//	//	//	//
S16	1+1	5,5	6,35	6,35	1	400	TT	0,89	10,5	10,5	//	//	//	//

(\*) L'impianto S6 alimenta, tramite una linea lunga 610 m, anche l'impianto S5. Pertanto la potenza totale sulla rete e sul GE sarà di 11,05 kW (6,35+4,7).

(\*\*\*)  $K = 1,6 \div 2$  è il coefficiente minimo per determinare la potenza di targa del GE nota che sia la potenza del motore elettrico da servire, tale coefficiente è valido solo nel caso di avviamenti elettronici con "1 avv. dell'ordine di  $2,8 \div 3$  In"

Il progetto prevede che ciascuna pompa venga azionata da un avviatore graduale elettronico (soft-starter) così da limitare le elevate correnti di spunto all'avviamento e le brusche frenate al fermo macchina che spesso possono provocare dannosi colpi d'ariete.

Detti soft-starter saranno facilmente programmabili e facilmente gestibili in campo, provvisti di contattore di by-pass automatico integrato in grado (al raggiungimento del completo avviamento) di assumere il carico ponendo a riposo la circuiteria elettronica, ed equipaggiati di kit di connessione e ventola ausiliaria (per aumentarne gli avviamenti/ora).

Il progetto dei quadri elettrici prevede che le pompe abbiano la possibilità di avere il comando: - manuale locale, - automatico da interruttori di livello, - automatico dal sistema di telecontrollo.

## 2. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO STRADALE TIPO

### 2.1. Impiantistica elettrica per gli impianti tipo "S2÷S6, S8-S9-S10, S13÷16"

Nel caso di impianti a due o tre pompe, la consistenza dell'impiantistica elettrica prevista dal progetto è la seguente:

- Formazione del quadro di tipo "Q1" che protegge e seziona l'arrivo linea dal contatore di energia (a sua volta protetto contro le sovratensioni);
- Formazione del quadro di tipo "Q2" dedicato specificamente alla gestione, all'alimentazione, all'avviamento e frenatura delle elettropompe;
- Formazione del quadro tipo "Q3" utile alla gestione (protetto da sovratensione) della circuiteria ausiliaria per gli strumenti di misura e telecontrollo;
- Messa in opera di detti quadri all'interno di due armadi di vetroresina del tipo per impianti

- stradali di illuminazione pubblica, definiti nel progetto "VTR1" e "VTR2"; in detti armadi prenderanno posto e vi saranno cablati pure la centralina di telecontrollo che la centrale controllo livelli con sonde ad ultrasuoni o similari;
- Utilizzo delle comunicazioni via ponte radio per i segnali di telecontrollo verso la centrale consorziale;
  - Utilizzo di un' apposita nicchia di CLS armato prefabbricato per il contenimento del misuratore di energia elettrica, delle dimensioni tali di essere compatibile con le taglie dei contatori previsti; in altri casi tale nicchia viene ricavata fronte strada nella recinzione;
  - Ampio utilizzo, nei quadri elettrici, di protezioni differenziali di media ed alta sensibilità sia di tipo auto-ripristinabile che di tipo antiperturbazione o immune dagli effetti delle scariche atmosferiche, a monte di tutte le linee dirette alle utenze in campo di classe d'isol. 1<sup>^</sup>
  - I dispositivi differenziali sono previsti anche a monte dei montanti provenienti dal contatore di energia **che in uscita di ogni gruppo elettrogeno**;
  - Costruzione di speciale basamento di fondazione (di CLS armato), con vano di ispezione fuori terra, per il sostegno e l'ancoraggio degli armadi di vetroresina a protezione dei quadri elettrici e del contatore elettrico;
  - nb: solamente nel caso della stazione "S6" i quadri "Q1" e "Q2" si fondono in un unico quadro denominato "Q1/2" dato che la sua alimentazione proviene in condizioni "privilegiate" dal rispettivo quadro primario dell'impianto "S6" e a valle della commutazione rete/gruppo.
  - Formazione del locale impianto di dispersione a terra con dispersori verticali ed orizzontali;
  - Predisposizione di presa di corrente CEE 2P+T sul pannello fronte quadro "Q2";
  - Installazione di impianti di rifasamento centralizzato ed automatico per potenze installate pari o superiori a 30 kW;
  - Installazione di apparecchi di misura e controllo indicati sulle tavole e documenti tecnico-economici progettuali ed altre opere minori e di completamento.
  - Impiego di gruppo elettrogeno di emergenza: il progetto generale prevede di assicurare un'alimentazione sussidiaria agli impianti da S1 a S9 tramite appositi gruppi elettrogeni dedicati.

Preso atto di ciò e considerata la prevista tipologia di cofanatura protettiva che permette l'installazione al proprio interno solamente del quadro di avviamento automatico e dell'interruttore generale di macchina (mag-termico-differenziale con intervento magnetico a 3In) e che pertanto il quadro di commutazione "Q-COMM" deve essere disposto all'esterno della suddetta cofanatura acustica, ne discende che il progetto ha dovuto tener conto di tale situazione e di provvedere alla posa del suddetto "Q-COMM" in un apposito armadio stradale di vetroresina siglato "VTR3" da installarsi possibilmente nelle vicinanze sia del GE medesimo che dei quadri elettrici di gestione e protezione di cui sopra.

Nel caso di "S7" e di "S1" i "Q-COMM" vanno installati all'interno dei locali delle stazioni di sollevamento.

- Nel solo caso specifico dell'impianto "S6" il gruppo elettrogeno di servizio deve essere in grado anche di alimentare l'impianto "S5" (seppur lontano più di 600 m); in tal caso la potenza di targa del GE deve comprendere anche quella di quest'ultimo: V.si prec. tab. A).
- Nel caso particolare dell'imp. "S4", per motivi contingenti, il gruppo elettrogeno è stato previsto in un'area disabitata che dista circa 400 m dall'impianto di sollevamento medesimo;

## **2.2. Elementi guida per la formazione dei basamenti in CLS per posa armadi Stradali tipo "S2 ÷ S6, S8, S9, S10, 13, 14, 15, 16"**

- Il basamento di calcestruzzo armato (V.si tav. progetto) deve avere dimensioni e profondità idonee all'installazione di n.1 fino a 4 armadi in vetroresina;
- Gli armadi di vetroresina "VTR1" - "VTR2" - "VTR3" devono avere il proprio telaio di base annegato nel getto del CLS di fondazione, previa predisposizione di tubazioni, come da progetto;
- Al piede di ogni armadio VTR di progetto dovrà essere collocata la piastra di chiusura di fondo in grado di assicurare la tenuta stagna IP44 di tutto il volume interno all'armadio medesimo. Detta piastra di fondo sarà provvista di uscite pressa-cavo predisposte, date in opera chiuse con coni di PVC morbido da rimuovere in caso di necessità o di lavorazione;
- La parete verticale di fondo di ogni armadio di VTR porta-quadri dovrà essere attrezzata di robusta lamiera d'acciaio zincata per l'ancoraggio delle apparecchiature elettriche di cablaggio (barre DIN, apparecchi elettrici, telai, ecc.). Se del caso La Committenza può a suo insindacabile giudizio richiedere che detta lamiera verticale di fondo armadio venga sostituita con una robusta piastra di bachelite.
- All'interno del "VTR1" sarà da installare il quadro "Q-2" comando pompe, all'interno del "VTR2" saranno da installare i quadri "Q-1" e "Q-3" e le apparecchiature di telecontrollo e misura livelli. Nella tipologia "S5", i primi due quadri si fonderanno in un unico quadro "Q-1/2".
- Il sostegno per antenna trasmissione P. R. dovrà essere costituito da palo in acciaio inox da 2" lunghezza 2,5 metri fuori basamento (con l'estremità ricurva verso il basso), completo di filetto in testa per l'applicazione di un tubo da 1 ½" di prolunga da 1,5 m necessario allo staffaggio dell'antenna, il tutto ancorato al basamento di calcestruzzo con una guaina che collega il foro interno del palo, all'armadio, inoltre il palo dovrà essere collegato al collettore di terra con opportuno cavo di sezione almeno 6 mm<sup>2</sup> giallo-verde;

- L'ingresso della linea ENEL nel basamento per il contatore dovrà essere realizzato con idonea tubazione di polietilene ad alta densità Ø 110 mm;

### 3. CONSISTENZA DEGLI IMPIANTI DI SOLLEV. STRADALE "S5"–S4"

#### 3.1. Impianto "S5"

L'impianto "S5" si trova ad oltre 600 m dall'impianto più vicino dotato di gruppo elettrogeno di emergenza: "S6".

Per tale motivo quest'ultimo alimenterà con linea "privilegiata" il quadro "Q-1/2 S5".

Cioè il progetto prevede che gli impianti lontani vengano alimentati direttamente dall'impianto equipaggiato di G E senza dover installare sul posto il contatore elettrico. La calcolazione della linea di alimentazione tra i due impianti è stata effettuata tenendo conto della cdt dovuta alla corrente di regime dell'imp. "S5" (1 pompa da 5,5 kW – 10,5 A).

Per quanto attiene all'entità della corrente di c.to c.to alla fine della stessa linea, qualsiasi sia il suo valore o sorgente, sarà sempre e comunque compatibile con il dispositivo di interruzione automatica "combinato" (magneto-termico diff.) previsto dal Costruttore all'interno del GE di zona, perché la linea in questione (gomma 25 mm<sup>2</sup>) presenta un  $K^2 S^2$  il  $K^2 S^2$  (=12,78 MA<sup>2</sup>s) di oltre 100 volte superiore all'Energia specifica passante (0,1 MA<sup>2</sup>s) che in c.to c.to l'interruttore di macchina lascerebbe transitare prima di aprirsi (o per intervento magnetico o per intervento termico).

#### 3.2. Impianto "S4"

Per l'impianto "S4" la situazione contingente comporta che il suo gruppo elettrogeno sia da collocare a circa 400 m dalla stazione di sollevamento, a fronte di una corrente di linea dell'ordine di 88 A (impiego di cavi da 95 per le fasi e 50 mm<sup>2</sup> per il neutro). In tale situazione e in tale sito per non raddoppiare la linea elettrica è previsto che la commutazione avvenga in prossimità dell'impianto di sollevamento e che dal gruppo pervenga solo la linea da 95 mm<sup>2</sup> (V.si gli schemi elettrici d'impianto dai quali si nota che il Q-COMM è da installarsi nell'armadio di vetroresina VTR3 a fianco del VTR1 e VTR2 previsti sul marciapiedi prossimo alla stazione di sollevamento).

Per quanto attiene all'entità della corrente di c.to c.to alla fine della stessa linea, qualsiasi sia il suo valore, sarà sempre e comunque compatibile con il dispositivo di interruzione automatica "combinato" (magneto-termico-diff.) previsto dal Costruttore all'interno del corrispondente GE, perché la linea in questione (gomma 95 mm<sup>2</sup>) presenta un  $K^2 S^2$  il  $K^2 S^2$  (=184,5 MA<sup>2</sup>s) di oltre 300 volte superiore all'Energia specifica passante (0,5 MA<sup>2</sup>s) che in c.to c.to l'interruttore di macchina

lascerebbe transitare prima di aprirsi (o per intervento magnetico o per intervento termico).

Per il resto vale quanto più sopra enunciato in linea di principio, i cui dettagli sono riportati sulle tavole grafiche specifiche.

#### **4. CONSISTENZA DELL'IMPIANTO DI SOLLEV. "S7"**

Tale impianto prevede oltre alle pompe di rilancio, anche quelle del vuoto per un totale di 2+2 pompe. A differenza di quelli stradali, l'impianto "S7" è previsto all'interno di un'apposita centrale in parte fuori terra i cui locali dovranno essere illuminati elettricamente sia in condizioni ordinarie che in emergenza all'interno e all'esterno degli stessi.

I comandi luce saranno del tipo luminoso.

Per i livelli di illuminamento si rimanda alle norme EN 12464-1/2011, valide anche per l'impianto "S1" (e di seguito riportate).

Gli altri impianti minori sono descritti e rappresentati negli altri elaborati progettuali.

Per il sito in argomento il quadro tipo "Q1" viene sostituito dal quadro "sub-contatore" in cassetta da incasso fronte strada, sul muretto di cinta, mentre le apparecchiature del quadro tipo "Q1" vengono previste nel "Q2" così come quelle del "Q3".

La scelta tecnica prevista per i quadri di gestione delle pompe locali rimane inalterata e simile a quella già descritta per gli impianti stradali tipo, con la sola differenza che i quadri di competenza, in tal caso, sono previsti metallici e posti all'interno della centrale di sollevamento.

#### **5. CONSISTENZA DELL'IMP. DI SOLLEV. "S1"**

Tale impianto prevede tre pompe di rilancio di notevole potenza per il funzionamento contemporaneo e quindi abbisogna di una cabina di trasformazione. I locali della centrale verranno illuminati sia con lampade ordinarie che di emergenza, i comandi luce saranno del tipo luminoso; sarà pure illuminato con due lampioni l'area esterna, come descritto e rappresentato negli altri elaborati progettuali.

Per il sito in argomento il tipico quadro "Q1" viene sostituito dal quadro generale di bassa tensione presente nella cabina di trasformazione.

Le apparecchiature dei tipici quadri "Q2 e Q3" sono previste sostanzialmente all'interno del "Quadro Pompe" da installare al piano terra della centrale di sollevamento.

Per ulteriori informazioni si rimanda al successivo paragrafo "9" e alla documentazione progettuale.

## 6. LINEE GUIDA PROGETTUALI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI IN GENERE

### 6.1. Linee generali

I progetti dei vari impianti elettrici devono essere conformi alle seguenti linee guida generali cui l'Installatore dovrà adeguarsi nel costruire e realizzare l'opera assegnatagli:

- Norme di legge in materia di impianti elettrici, della sicurezza antinfortunistica nell'ambito dei cantieri e nei luoghi di lavoro;
- Norme CEI in materia di impianti di bassa tensione nei sistemi TT e TNS;
- Norme CEI in materia di quadri elettrici, linee in cavo, commutazione rete-alimentazione sussidiaria e cavidotti;
- Prescrizioni delle Ditte costruttrici del materiale elettrico ed elettronico;
- Prescrizioni dell'Ente Distributore dell'energia elettrica;
- Prescrizioni contenute nella sia nella documentazione fascicolare tecnico-economica e grafica progettuale,
- Impiego di materiali o prodotti, all'interno dei quadri elettrici, di un'unica Casa costruttrice di primaria grandezza conforme agli standard di altri similari quadri elettrici della Committenza presenti sul territorio;
- Limitazione delle sovratensioni, tramite scaricatori e spinterometri auto-ripristinabili a dischi di Cl. 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup>, all'ingresso delle linee elettriche generali;
- Limitazione delle sovratensioni, tramite scaricatori e spinterometri di Cl. 3<sup>a</sup>, sulle elettriche alimentanti le utenze elettroniche privilegiate (V.si il caso del Quadro strumenti "Q3");
- Adozione, all'arrivo linea, di protezioni differenziali a bassa sensibilità, ritardate di classe A e del tipo antipertubazione ed autorichiudibili (eccettuata quest'ultima funzione per gli interruttori scatolati);
- Adozione, a protezione dei circuiti utenza, di differenziali coordinati con quelli a monte, del tipo istantaneo, ad alta sensibilità, di classe A e antipertubazione;
- Adozione della tensione di sicurezza di 24 V a. c per tutti gli ausiliari dei quadri;
- Impiego di soft-starter con le seguenti caratteristiche specifiche:
  - facile programmazione anche in campo;
  - elevate caratteristiche tecniche;
  - commutatore di by-pass automatico integrato;
  - di almeno una taglia superiore a quella nominale della elettropompa da azionare (per portare a 20 gli avviamenti/ora);

- basso contenuto di armoniche di corrente durante l'esercizio di avviamento;
  - equipaggiato di kit per le connessioni;
  - equipaggiato di ventola ausiliaria per aumentare la capacità di avviamenti/ora.
- I cavi di collegamento installati in cavidotti interrati o no (potenza e segnali) devono essere del tipo FG7(O)R 0,6/1 kV. Cioè in materiale butile antifiama di sezione adeguata del tipo a doppio isolamento. Tutti i cavi dei segnali devono essere schermati.
- Impiego generalizzato, nell'esecuzione del cablaggio dei quadri elettrici, di conduttori di rame del tipo N07-VK di idonea sezione;
- Impiego di armadi stradali di vetroresina di idonee dimensioni di primaria Casa Costruttrice ed equivalenti a protezione dei quadri elettrici.

## 6.2. Altre prescrizioni impiantistiche

- Le eventuali giunzioni dei cavi di potenza e di segnale entro apposito pozzetto collegato alla vasca, devono essere realizzate tramite giunti elettrici stagni IP68 del tipo preconfezionato con gel.
- Sugli interruttori differenziali auto-richiudibili deve essere posta una chiara indicazione di avviso di pericolo.
- I quadri elettrici devono essere cablati come indicato sugli schemi di progetto con l'accortezza di scegliere le taglie e le tarature degli apparecchi sulla scorta delle tabelle esplicative A – B – C costituenti parte indispensabile della quadristica, e ciò in relazione a ciascuna serie di appartenenza.
- Nella morsettiera dei quadri dovranno essere predisposti i seguenti segnali per telecontrollo di tipo digitale (on-off) : - marcia elettropompe, - scatto termico elettropompe, - segnalazione livello max sollevamento, - mancanza tensione ENEL, - avaria misuratore Livello, - apertura porte del quadro "Q2", - comandi attuatori da centralina TLC (marcia-arresto vedi descrizione che segue), - ogni altro previsto dagli schemi di progetto allegati alla presente.
- Per tutte le utenze elettriche dovrà essere prevista, nella morsettiera del quadro, la possibilità di azionare e fermare, tramite i relè del telecontrollo (comando remoto), l'utenza desiderata; per la sicurezza degli operatori dovrà essere installato nel quadro comando pompe un selettore a chiave 0-1 per escludere il comando remoto (vedi schema elettrico di progetto).
- A tutte le funzionanti in automatico possa essere garantita l'alternanza del loro funzionamento con quelle di riserva, in modo da evitare che una elettropompa resti inattiva per molto tempo e nel caso che una di esse non si attivi, debba attivarsi un'altra elettropompa.

- I quadri elettrici dovranno essere conformi alle norme CEI 17-113 e 23-51 per quanto di competenza, con relativa certificazione.
- L'impianto di terra a servizio del sistema di sollevamento locale dovrà essere realizzato in conformità alla norma CEI 64-8 vigente ed eventualmente integrato se i dispersori di progetto non risultassero sufficienti per garantire la resistenza di terra prevista per garantire la relazione  $50 \leq R_E \cdot I_{dn}$ .
- A corredo dei sistemi elettrici di attivazione delle elettropompe, dovranno essere forniti anche: il contaore da pannello, selettore "manuale – 0 – automatico", amperometro analogico e spie di segnalazione marcia e guasto termico (vedi gli schemi tipo di progetto).
- Ogni quadro dovrà essere munito di una presa interbloccata 16A+T 230V tipo CEE IP55-65 alimentata da interruttore automatico differenziale 0,03 A istantaneo (vedi gli schemi tipo di progetto).
- I previsti quadri elettrici tipo Q1 – Q2 – Q3 ed ogni altro, dovranno essere realizzati come da schemi tipo di progetto.
- Tutta la quadristica e la componentistica dovrà essere interfacciabile col sistema di "TELECONTROLLO" che l'Amm.ne Comunale deciderà di adottare in corso d'opera, pur tenendo conto delle predisposizioni previste a tal riguardo nel progetto.
- La struttura metallica di supporto degli apparecchi da installare negli armadi di vetroresina stradali (propedeutica al cablaggio dei quadri tipo "Q2" e "Q-1/2" per il comando pompe all'interno dell'armadio "VTR1"), dovrà essere realizzata con montanti in barre d'acciaio inox e pannelli di chiusura in lamiera di alluminio di spessore non inferiore a 2,5 mm. Il quadro dovrà essere chiuso su ogni lato e posteriormente; i pannelli perimetrali dovranno essere asportabili a mezzo di viti. Le porte frontali, cieche in lamiera di alluminio anodizzato, saranno corredate di una chiusura a chiave triangolare o con magnete. Tutti i componenti elettrici saranno facilmente accessibili dal fronte mediante pannelli avvitati o incernierati. Sui pannelli anteriori saranno previste delle feritoie per consentire il passaggio degli organi di comando. Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide DIN o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno in lamiera d'acciaio zincato. L'ingresso dei cavi in detto quadro dovrà essere dal basso mediante pressacavi o altri sistemi di sigillatura da applicare sul pannello di chiusura inferiore dell'armadio stradale (V.si particolari sulle tavole di progetto).

## 7. DATI PROGETTUALI DELL'IMP.to ELETTRICO DEL SOLLEVAMENTO "TIPO" ALIMENTATO IN BASSA TENSIONE DALLA RETE PUBBLICA STRADALE

### 7.1. Dati progettuali essenziali per impianti sollevamento stradali < tipo > privi di corpo fabbrica fuori terra (S2-S3-S4-S5-S6-S7-S8-S9-S10-S11-S12-S13-S14-S15-S16)

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinazione d'uso dell'opera nel suo complesso</li> </ul>	Impianto fognario di sollevamento acque reflue stradali
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestazioni dell'impianto elettrico</li> </ul>	A servizio della forza motrice per l'azionamento di elettropompe di sollevamento e i relativi circuiti ausiliari e di telecontrollo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norme di riferimento impianti elettrici</li> </ul>	DLgs 81/2008, Legge n. 186/68, Norme CEI, Norme UNI, Norme CEI EN, Norme UNI EN
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificazione generale delle zone interessate dall'intervento: 1 – soprasuolo "zona quadri"</li> </ul>	1- luoghi con apparecchiature elettriche in armadi stradali con cavidotti interrati; per l'imp. "S7" vi sono anche quadri elettrici all'interno della centrale di sollevamento.
<ul style="list-style-type: none"> <li>2 – vasche/pozzetti interrati per alloggiamento Elettropompe, con o senza accumulo acque reflue stradali</li> </ul>	2- luoghi conduttori ristretti e confinati, con pericolo di asfissia ed elettrocuzione (V.si NOTA 1);
<ul style="list-style-type: none"> <li>3 – vasche/pozzetti interrati per accumulo acque reflue stradali privi di impianti elettrici</li> </ul>	3- luogo confinato con pericolo di asfissia ed annegamento

#### NOTA 1

L'attribuzione di "conduttori ristretti" ai suddetti luoghi è una scelta progettuale adottata per migliorare il livello di sicurezza prescindendo dalle eventuali procedure impositive che si potrebbero adottare per evitare agli operatori i pericoli di elettrocuzione, dato che nelle vasche le tubazioni di adduzione e di spinta sono previste in materiale isolante PEAD classificabili: masse entranti non conduttrici.

Una di tali procedure poteva essere quella che concedeva l'accesso alla vasca elettropompe solo dopo la messa fuori servizio dell'impianto elettrico tutto.

Classificando, le vasche con elettropompe, luoghi conduttori ristretti ne discende la necessità di installare i collegamenti equipotenziali supplementari EQS e i relativi conduttori (V.si NOTA 2 successiva).

## NOTA 2

La norma CEI 64-8/706 per i luoghi conduttori ristretti prescrive il collegamento equipotenziale supplementare "EQS" non perché non vi sia l'interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto verso terra (protezione contro i contatti indiretti), ma solamente perché tale collegamento "EQS" migliora la sicurezza quando si viene a contatto simultaneo tra due masse o tra una massa e una massa estranea. La massa è intesa come quella parte metallica di un apparecchio utente che, in caso di difetto d'isolamento principale, possa assumere il potenziale di linea  $U_0$  verso terra.

I corpi metallici presenti in un'area ben definita, quali ad es. tubi e strutture metalliche, entranti o presenti nella suddetta area, vengono considerati masse estranee, ovviamente conduttrici. Se l'area di cui trattasi è soggetta alla sezione 7 della CEI 64-8, le già citate masse estranee vanno sempre connesse alle masse delle apparecchiature elettriche ivi presenti, tramite l'impiego di un nodo equipotenziale in derivazione dal collettore di terra principale, utilizzando un apposito conduttore di protezione PE.

Per le precisazioni in merito al concetto di "protezione per interruzione automatica dell'alimentazione" V.si l'art. 413.1.1.1 ove si rammenta anche che la tensione tra una massa ed una massa estranea, contemporaneamente accessibili da una persona (tensione presunta di contatto "U") non debba essere superiore alla tensione di contatto limite convenzionale " $U_L$ " che ordinariamente è di 50 V per la corrente alternata (eccetto che in casi particolari previsti dalla medesima SEZ. 7. Pertanto, visto gli art. 413.1.1.1, 413.1.2.1, 413.1.2.2.1 e 413.1.2.2.3 il collegamento supplementare EQS è **ANCHE** richiesto in alcune sezioni della parte 7 della CEI 64-8 per migliorare la sicurezza **ANCHE** quando i dispositivi di protezione rispettano i tempi d'interruzione dell'alimentazione dell'apparecchio utente.

L'aver scelto di considerare le **vasche pompe** interrante, come luoghi conduttori ristretti, comporta l'adozione delle misure indicate, dove nello specifico il "nodo equipotenziale supplementare" **EQS** a progetto viene prescritto in bandella di acciaio inox AISI 316 20x2 mm senza giunzioni a vite, ma in un'unica pezzatura a più spezzoni saldati elettricamente.

## 7.2. Vincoli strutturali – ambientali

• Vincoli architettonici	Nessuno
• Vincoli del C.do VV.F., leggi e regolamenti di prevenzione incendi	Nei limiti previsti per le attività con gruppo elettrogeno
• Vincoli e rapporti con Terzi confinanti o proprietari	Presenti, in misura legata alle autorizzazioni e servitù elettriche e di impianto

## 7.3. Dati del sistema di alimentazione e distribuzione elettrica

• 1 <sup>a</sup> Alimentazione	Dalla locale rete elettrica pubblica di bassa tensione
• 2 <sup>a</sup> Alimentazione	Per la maggior parte dei casi, da linea

	sussidiaria proveniente da gruppo elettrogeno di emergenza locale o remoto
• Tensione b.t. /frequenza	400-230 V - 50 Hz – trifase
• $I_{cn}$	presunta $\leq 6-10-15$ kA (in ragione della potenza contrattuale)
• Densità massima ammessa sulle linee elettriche principali	$\leq 2\div 2,5$ A/mm <sup>2</sup>
• Massima c.d.t. ammessa a fondo linea	$\leq 4\%$ (impianti interni) $\leq 5\%$ (impianti all'esterno)
• Sezione minima ammessa per le linee di energia/segnale	1,5 mm <sup>2</sup> /1 mm <sup>2</sup>
• Sistema collegamento a terra del neutro	TT da rete pubblica TN-S da gruppo elettrogeno

#### 7.4. Considerazioni di carattere generale su impianti di terra dei siti con alimentazione BT – TT

Con l'esclusione dell'impianto di sollevamento "S1", tutti gli altri del progetto in epigrafe devono essere alimentati dalla rete pubblica stradale in BT a 400-230 V – trifase – 50 Hz – col neutro collegato a terra del tipo TT.

#### Dati sulla resistività dei terreni

TAB. 7.4.1

CONDIZIONI	DATI TECNICI
Tipo di terreno in Triscina e verso la costa	Formazione geologica TERRAZZI DEL TIRRENIANO consistenti in depositi sabbiosi a granulometria media – fine, color giallo ocra, localmente cementati a formare biocalcarenti. In corrispondenza della costa affiora il sistema dunale di Triscina (V.si la relazione geologica cap. 6, pagg. 24-25). Nel complesso area con substrato prevalentemente sabbioso con presenza di un livello freatico impostato su depositi arenitici alla profondità di circa 4,5-6,5 m dal p. d. c.  A conferma di ciò nell'abitato di Triscina esistono ancora pozzi privati a sezione libera.
Resistività caratteristica per i terreni sabbiosi	1-Sabbia secca 1.000 $\Omega$ m (*); 2-Sabbia normale 500-250 $\Omega$ m (*); 3-Sabbia e ghiaia bagnate 150-100 $\Omega$ m (*);

	4-Sabbia ed argilla bagnate 50 $\Omega$ m (*)
Non essendo state effettuate misure di contenuto d'acqua	Non ne è nota la percentuale contenuta nei campioni d'interesse, però è stata rilevata la presenza di un livello freatico alla profondità di 4,5-6,5 m e pozzi a sezione libera.  Per tale motivo è ragionevole ipotizzare che anche il substrato sabbioso sia "non secco", bensì umido.
Conclusioni che interessano la stima progettuale della resistività del sottosuolo per le profondità d'interesse	Per quanto sopra esposto il progetto considera congruo e sostenibile, prevede che il valore medio da attribuire alla resistività $\langle r \rangle$ sia il valore massimo del terreno tipo 3): 150 $\Omega$ m che è pari alla media del valore massimo tipo 3) e il minimo del terreno tipo 4) corretto di un fattore cautelativo $K=1,5$
NOTE GENERALI SUI DISPERSORI (naturali e intenzionali (**))  Elemento di dispersione costituito da ferri di armatura orizzontali e verticali del CLS armato costituente il blocco delle vasche di accumulo liquami e delle pompe.	Si considerano i ferri di armatura orizzontali e verticali del corpo vasche, che nel loro complesso formano un volume disperdente (elettricamente continui e legati tra loro a regola d'arte edile ed interconnessi alla rete di terra ), costituenti un ipotetico dispersore verticale interrato di lunghezza L e del diametro equivalente $Deq=2(A/3,14)^{1/2}$
Elemento di dispersione costituito da picchetto di profondità	Delle dimensioni indicate in progetto
Elemento di dispersione costituito da corda di rame nudo o tondino d'acciaio zincato da 10 mm, interrati	Delle dimensioni indicate in progetto

(\*) Letteratura tecnica: "ENPI" Ed. 1974, AA. Carescia/De Leonardo

(\*\*) Il progetto degli impianti di terra fonda le sue basi sulla considerazione che i ferri di armatura delle platee e quelli delle pareti in CLS verticali interrate (attinenti le vasche di accumulo e delle pompe), previa loro interconnessione secondo le regole dell'arte edile e i loro collegamento alla rete generale di terra e ai dispersori intenzionali (corde di rame nude da 35 mm<sup>2</sup>, tondini d'acciaio e picchetti di profondità) costituiscono di fatto un dispersore naturale, collegato in parallelo a quelli intenzionali (picchetti e dispersori orizzontali interrati). Tale ipotesi di lavoro trova giustificazione nel fatto accertato che il calcestruzzo interrato assume l'umidità del terreno in cui è immerso, tanto da poter affermare che i suoi ferri di armatura (ai fini della dispersione a terra) vengono a trovarsi in condizioni simili a quelli posati direttamente nel terreno circostante. V.si a tal proposito la definizione di dispersore che ne dà la norma CEI 64-8/2, art. 24.2 (commenti): < una parte conduttrice annegata nel calcestruzzo di una fondazione è considerata in contatto elettrico con la terra >. V.si anche la norma CEI 64-8/5 art. 542.2.1 che stabilisce: < il dispersore può essere costituito da ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno > e la Guida CEI 64-12.

Valutazione della resistenza di terra di alcuni dispersori "tipo"

Sulla scorta dei dati sopra indicati e considerando le formule di calcolo della resistenza di terra dei dispersori elementari e complessi, presenti nella letteratura tecnica, si perviene ai risultati riportati nella tabella seguente.

TAB. 7.4.2

DATI DEI DISPERSORI	FORMULE DI CALCOLO	Ω
<p><b>1) RESISTENZA</b> di un singolo dispersore a picchetto: da 50x5x3.000 mm</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L = profondità 3 m;</li> <li>- D = 0,05 m;</li> <li>- r = 150 Ω m;</li> </ul>	$R_{T1} =$ $= (r / 2^{*3,14*L}) * \ln(2L/D)$ (*)	<b>38,1</b>
<p><b>2) RESISTENZA</b> di un singolo dispersore lineare: interrato a 1 m, Cu 35 mm<sup>2</sup> (D=6,6 mm), lungo 10 m;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L = 10 m;</li> <li>- h = 1 m</li> <li>- D = 0,0066 m;</li> <li>- r = 150 Ω m;</li> </ul>	$R_{T2} =$ $= (r / 2^{*3,14*L}) * \ln(2L/D) *$ $* < 1 + [\ln(L/2h) / \ln(2L/D)] >$ (*)	<b>22,9</b>
<p><b>2') RESISTENZA</b> di un singolo dispersore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L = 10 m;</li> <li>- h = 1 m</li> <li>- D = 0,01 m;</li> <li>- r = 150 Ω m;</li> </ul>	$R'_{T2} =$ $= (r / 2^{*3,14*L}) * \ln(2L/D) *$ $* < 1 + [\ln(L/2h) / \ln(2L/D)] >$	<b>22,0</b>
<p><b>3) RESISTENZA</b> di un complesso interrato di ferri d'armatura (per CLS) verticali, elettricamente continui, delle seguenti dimensioni: base 4,6 x 4,6 m; profondità 3,2 m (VASCA INTERRATA "S7")</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L = 3,2 m</li> <li>- A = sezione 21,16 m<sup>2</sup> a cui corrisponde il Deq =</li> <li style="padding-left: 20px;">= 2(A/3,14)<sup>1/2</sup> = 5,19 m;</li> <li>- r = 150 Ω m;</li> </ul>	$R'_{T3} =$ $= (r / 2^{*3,14*L}) * \ln(2L/Deq)$ (*)	<b>1,56</b>
<p><b>4) RESISTENZA</b> di un complesso interrato di ferri d'armatura (per CLS) verticali, elettricamente continui, delle seguenti dimensioni: base 4, x 3,5 m; profondità 8,95 m (VASCHE INTERRATE "S8" &amp; "S9")</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L = 8,95 m</li> <li>- A = sezione 14 m<sup>2</sup> a cui corrisponde il Deq =</li> </ul>	$R_{T4} =$ $= (r / 2^{*3,14*L}) * \ln(2L/Deq)$ (*)	<b>3,84</b>

$= 2(A/3,14)^{1/2} = 4,22 \text{ m};$ $- r = 150 \Omega \text{ m};$		
<b>5)</b> Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 15 m e stacco da 4 m (VALE PER IMPIANTI IN POZZETTI PREFABBRICATI TIPO S 3-10-13-14-15-16") $- L =$ perimetro anello 15 m $- d =$ diametro del tondino dell'anello 0,01 m $- r = 150 \Omega \text{ m};$	$R_{T5} =$ $= (r / 3,14^2 D) * \ln(2 * 3,14 * D/d)$ $= (r / 3,14 L) * \ln(2 L/d)$  <b>(CEI 99-3)</b>	<b>25,48</b>
<b>5')</b> Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 20 m e stacco da 5 m (VALE PER IMPIANTO IN POZZETTI PREFABBRICATI TIPO "S 2-4") $- L =$ perimetro anello 20 m $- d =$ diametro del tondino dell'anello 0,01 m $- r = 150 \Omega \text{ m};$	$R'_{T5} =$ $= (r / 3,14^2 D) * \ln(2 * 3,14 * D/d)$ $= (r / 3,14 L) * \ln(2 L/d)$  <b>(CEI 99-3)</b>	<b>19,8</b>

(\*) Letteratura tecnica: "ENPI" Ed. 1974, AA. Caescia/De Leonardo

### 7.5. Determinazione delle resistenze di terra utente degli impianti "tipo" alimentati in BT-TT

<b>IMP. SOLLEVAMENTO "S2"</b>			<b>esito</b>
Dispensori	Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m; Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 20 m e stacco da 5 m	$R'_{T2} = 22,0 \Omega$ $R'_{T5} = 19,8 \Omega$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	$R_E = R'_{T2} // R'_{T5}$	<b>10,42 <math>\Omega</math></b>	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	<b>50 V</b>	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente $I_d$ nell'impianto	$I_d$	<b>0,5 A</b>	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	$U = 10,42 * 0,5$	<b>5,21 V</b>	<b>positivo</b>

<b>IMP. SOLLEVAMENTO "S3"</b>			<b>esito</b>
Dispensori	Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m;	$R'_{T2} = 22,0 \Omega$	

	Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 15 m e stacco da 5 m	$R_{T5}$ 25,48	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	$R_E = R'_{T2} // R_{T5}$	11,8 $\Omega$	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	50 V	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente Id nell'impianto	Id	0,3 A	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	$U = 11,8 * 0,3$	3,54 V	positivo

IMP. SOLLEVAMENTO "S4"			esito
Dispensori	1° Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m;  Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 20 m e stacco da 5 m  2° Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m;	$R'_{T2}$ 22,0 $\Omega$  $R'_{T5}$ 19,8 $\Omega$  $R'_{T2}$ 22,0 $\Omega$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	$R_E = R'_{T2} // R'_{T5} // R'_{T2}$	7,07 $\Omega$	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	50 V	
Protezione differenziale: massima taratura di Id (0,03-10 A)	Id	0,5 A	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	$U = 7,07 * 0,5$	3,5 V	positivo

IMP. SOLLEVAMENTO "S5 / S6"			esito
Dispensori	1° Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m (in "S5");  1° Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 15 m e stacco	$R'_{T2}$ 22,0 $\Omega$  $R_{T5}$ 25,48	

	da 5 m (in "S5"); 2° Dispersore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m (in "S6"); 2° Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 15 m e stacco da 5 m (in "S6");	$R'_{T2}$ 22,0 $\Omega$  $R_{T5}$ 25,48	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	$R_E = R'_{T2} // R'_{T2} // R_{T5} // R_{T5}$	<b>5,9 <math>\Omega</math></b>	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	<b>50 V</b>	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente Id nell'impianto	<b>Id</b>	<b>0,5 A</b>	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	<b><math>U = 5,9 * 0,5</math></b>	<b>2,95 V</b>	<b>positivo</b>

<b>IMP. SOLLEVAMENTO</b> <b>"S7"</b>			<b>esito</b>
Dispersori	Dispersore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), di lunghezza efficiente dell'ordine di 10 m su 20; VASCA INTERRATA in "S7" Complesso interrato di ferri d'armatura (per CLS) verticali, elettricamente continui	$R'_{T2}$ 22,0 $\Omega$  $R'_{T3} = 1,56 \Omega$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	a) $R_E = R'_{T2} // R'_{T3} = 1,45 \Omega$ b) $R_E = R'_{T2} // R''_{T3} = 7,43 \Omega$	<b>1,45 <math>\Omega</math></b> <b>7,43 <math>\Omega</math></b>	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	<b>50 V</b>	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente Id nell'impianto	<b>Id</b>	<b>0,5 A</b>	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	a) <b><math>U = 1,45 * 0,5</math></b> b) <b><math>U = 7,43 * 0,5</math></b>	<b>0,72 V</b> <b>3,71 V</b>	<b>positivo</b> <b>positivo</b>
<b>N. B. :</b> Se si volesse valutare la $R_{T3}$ col metodo della semplice rete magliata della platea (4,6x7,6 m), e quindi non considerando la proprietà disperdente delle armature verticali interrate, si avrebbe $R''_{T3} = r/2Deq = 11,24 \Omega$ al posto di 1,56 $\Omega$ . In tal caso la resistenza complessiva sarebbe $R_E = 22//11,24 = 7,43 \Omega$ .			

<b>IMP. SOLLEVAMENTO</b> <b>"S8"</b>			<b>esito</b>
---	--	--	--------------

Dispensori	Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m; VASCA INTERRATA in "S8" Complesso interrato di ferri d'armatura (per CLS) verticali, elettricamente continui	$R'_{T2} = 22,0 \Omega$  $R'_{T4} = 3,84$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	a) $R_E = R'_{T2} // R'_{T4}$ b) $R_E = R'_{T2} // R''_{T4}$	<b>3,26 <math>\Omega</math></b> <b>8,4 <math>\Omega</math></b>	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	<b>50 V</b>	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente Id nell'impianto	<b>Id</b>	<b>0,5 A</b>	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	a) $U = 3,26 * 0,5$ b) $U = 8,4 * 0,5$	<b>1,63 V</b> <b>4,2 V</b>	<b>positivo</b> <b>positivo</b>
<p>N. B. :</p> <p>Se si volesse valutare la <math>R_{T4}</math> col metodo della semplice rete magliata della platea (4x6,3 m), e quindi non considerando la proprietà disperdente delle armature verticali interrate, si avrebbe <math>R''_{T4} = r/2Deq = 13,25 \Omega</math> al posto di 3,84 <math>\Omega</math>. In tal caso la resistenza complessiva sarebbe <math>R_E = 22 // 13,25 = 8,4 \Omega</math>.</p>			

<b>IMP. SOLLEVAMENTO</b>			<b>esito</b>
<b>"S9"</b>			
Dispensori	Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m; VASCA INTERRATA in "S8" Complesso interrato di ferri d'armatura (per CLS) verticali, elettricamente continui	$R'_{T2} = 22,0 \Omega$  $R'_{T4} = 3,84$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	a) $R_E = R'_{T2} // R'_{T4}$ b) $R_E = R'_{T2} // R''_{T4}$	<b>3,26 <math>\Omega</math></b> <b>8,4 <math>\Omega</math></b>	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	<b>50 V</b>	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente Id nell'impianto	<b>Id</b>	<b>0,5 A</b>	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	c) $U = 3,26 * 0,5$ d) $U = 8,4 * 0,5$	<b>1,63 V</b> <b>4,2 V</b>	<b>positivo</b> <b>positivo</b>
<p>N. B. :</p> <p>Se si volesse valutare la <math>R_{T4}</math> col metodo della semplice rete magliata della platea (4x6,3 m), e quindi non considerando la proprietà disperdente delle armature verticali interrate, si avrebbe <math>R''_{T4} = r/2Deq = 13,25 \Omega</math> al posto di 3,84 <math>\Omega</math>. In tal caso la resistenza complessiva sarebbe <math>R_E = 22 // 13,25 = 8,4 \Omega</math>.</p>			

<b>Considerazioni sugli impianti</b>			<b>esito</b>
--------------------------------------	--	--	--------------

<b>di terra dei SOLLEVAMENTI "S10-13-14-15-16"</b>			
Dispensori	Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m;  Anello interrato di tondino acc. Zinc. $\Phi$ 10 mm, con perimetro circa 15 m e stacco da 4 m	$R'_{T2}=22,0 \Omega$  $R_{T5}=25,48\Omega$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	$R_E = R'_{T2} // R_{T5}$	11,8 $\Omega$	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	50 V	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente $I_d$ nell'impianto	$I_d$	0,3 A	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	$U = 11,8 * 0,3$	3,54 V	positivo

<b>Considerazioni sugli impianti di terra dei SOLLEVAMENTI "S11-12"</b>			<b>esito</b>
Dispensori	Dispensore lineare: interrato a 1 m, tondino acc. Zinc (D=10 mm), lungo 10 m;	$R'_{T2}=22,0 \Omega$	
<b>Resistenza complessiva d'impianto</b>	$R_E$	22,0 $\Omega$	
Tensione di contatto limite convenzionale	$U_L$	50 V	
Protezione differenziale: massimo valore della corrente $I_d$ nell'impianto	$I_d$	0,03 A	
Tensione di contatto presunta in caso di guasto con protez. differenziale	$U = 22 * 0,03$	0,66 V	positivo

#### NOTA CONCLUSIVA SUGLI IMP. DI DISPERSIONE A TERRA IN TERRENI SABBIOSI

I suddetti valori di tensione di contatto presunta ( $U < U_L$ ) sono calcolati senza tener conto della resistenza di terra dell'Ente distributore.

Se si volesse tenerne conto operativamente, cautelativamente si potrebbe procedere attribuendo alla  $R_N$  (resistenza di terra della rete del fornitore) un valore di almeno 20  $\Omega$ .

Anche in tal caso le tensioni presunte di contatto risulterebbero inferiori a  $U_L$  di 50 V, anche con dispositivi differenziali con  $I_{dn} = 0.5 - 0,3$  A (dato che in regime TT la resistenza del loop di guasto a terra si riduce sostanzialmente alla somma tra la resistenza di terra Utente  $R_E$  e quella della rete del fornitore  $R_N$ )

Il problema si presenta, invece, quando la rete del fornitore si caratterizza dall'aver una  $R_N$  prossima al limite stabilito dalla norma CEI 0-21 art. 5.1.2 (180  $\Omega$ ). In tal caso anche se  $R_E$  presentasse valori decimali, sarebbe impedito all'utente di utilizzare dispositivi di protezione differenziale di 300 o più mA, dato che  $U_L / 180 = 50/180 = 277$  mA. In tal caso la Norma impone l'utilizzo di dispositivi con  $I_{dn}$  da 100 e 30 mA del tipo selettivo. Soluzioni queste che possono indurre probabili e frequenti interventi intempestivi che possono minare la continuità dei servizi da erogare.

In tal senso si auspica che la DD LL tenga conto delle suddette considerazioni e si prodighi affinché in corso d'opera interceda presso l'Ente distributore al fine di ridurre al minimo la  $R_N$  della propria cabina MT/BT così da poter impiegare dispositivi differenziali, a monte degli impianti di progetto, con  $I_{dn}$  almeno di 300-500 mA.

## 8. DATI PROGETTUALI SINTETICI PER L'IMPIANTO "S1"

### 8.1. Dati progettuali essenziali

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Destinazione d'uso dell'opera nel suo complesso</li> </ul>	<p>Impianto fognario principale di sollevamento acque reflue stradali "S1"</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestazioni dell'impianto elettrico</li> </ul>	<p>A servizio della forza motrice per l'azionamento di elettropompe, nonché per la gestione della cabina di trasformazione MT/BT, del locale misure, illuminazione, forza motrice per i piccoli locali della centrale di sollevamento.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Norme di riferimento impianti elettrici</li> </ul>	<p>D.Lgs 81/2008, Legge n. 186/68, Norme CEI, Norme UNI, Norme CEI EN, Norme UNI EN</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classificazione generale delle zone interessate dall'intervento: <ul style="list-style-type: none"> <li>1 – cabina elettrica</li> <li>2 – locale al piano terra della centrale di sollevamento</li> <li>3 – locali al piano interrato (vasca pompe di sollevamento)</li> <li>4 – vasca interrata per accumulo acque reflue stradali priva di impianti elettrici</li> </ul> </li> </ul>	<p>1– luogo con rischio elettrocuzione;</p> <p>2– luogo ordinario con impianti e quadri elettrici, ma da trattare come se fosse un ambiente industriale;</p> <p>3– luogo conduttore ristretto e confinato, con pericolo di asfissia ed elettrocuzione;</p> <p>4 - luogo confinato con pericolo di asfissia ed annegamento</p>

Classificando, le vasche con elettropompe, luoghi conduttori ristretti ne discende la necessità di installare i collegamenti equipotenziali supplementari EQS e i relativi conduttori come descritto dalla nota NOTA 2 di pag. 14

## 8.2. Vincoli strutturali - ambientali

• Vincoli architettonici	Nessuno
• Vincoli del C.do VV.F., leggi e regolamenti di prevenzione incendi	Limitatamente alla presenza del gruppo elettrogeno
• Vincoli e rapporti con Terzi confinanti o proprietari	Presenti, in misura legata alle autorizzazioni e servitù elettriche e di impianto

## 8.3. Dati del sistema di alimentazione e distribuzione elettrica

• 1 <sup>a</sup> Alimentazione	Da locale rete MT e cabina di trasformazione MT/BT da 400 kVA (Pass. 246,5 kW) -
• 2 <sup>a</sup> Alimentazione	Da linea sussidiaria proveniente dal locale gruppo elettrogeno di emergenza della potenza nominale di 500 kVA (400 kW) – 400 V – TN-S – (Pass. 246,5 kW)
• Correnti di c.to c.to	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BT, a valle del trasformatore ≤ 10,5 kA</li> <li>• BT, lato G.E. (presunta) = 2,16 kA</li> <li>• Subtransitoria I<sub>k</sub> = 7,22 kA</li> </ul>
• Densità massima ammessa sulle linee elettriche principali	≤ 2 A/mm <sup>2</sup>
• Massima c.d.t. ammessa a fondo linea	≤ 4%
• Sezione minima ammessa per le linee di energia/segnale	1,5 mm <sup>2</sup> / 1 mm <sup>2</sup>
• Sistema collegamento a terra del neutro	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Da cabina MT/BT = TN-S;</li> <li>• Da Gruppo elettrogeno &lt;in isola&gt; = TN-S.</li> </ul>
• Eliminazione dei contatti indiretti con alimentazione da cabina MT-BT (TN-S)	• Adottando protezioni differenziali
• Eliminazione dei contatti indiretti con alimentazione da gruppo elettrogeno di emergenza (TN-S) <gruppo elettrogeno in isola>	• Adottando protezioni differenziali

## 9. ELEMENTI ANALITICI DELL'IMPIANTO "S1"

### 9.1. Premesse

Detto impianto è previsto all'interno di una larga rotatoria e sarà composto da diversi fabbricati con varie funzioni: - Locale cabina utente; - Locale misure; - Locale cabina Ente Distributore; - Locale sala macchine; Platea con gruppo elettrogeno di emergenza (all'aperto).

L'area della centrale sarà recintata e dotata di un'illuminazione esterna comandabile, in caso di necessità, dal personale preposto alle manutenzioni.

La potenza elettrica prevista in centrale si riferisce alle "pompe" + "carichi minori".

L'impianto di spinta sarà costituito da tre elettropompe di servizio della potenza dell'ordine di 75 kW cad. (80,5 kW assorbiti dalla rete) per un totale assorbimento di 241,5 kW.

Scheda riepilogativa 9.1

- Pompe di spinta	3 x80,5 kW	241,5 kW
- Carichi minori e utenze generali di servizio	5 kW	5 kW
- Potenza attiva/apparente assorbita da rete in regime ordinario		246,5 kW/259,5 kVA
Fattore di potenza minimo verso rete		0,95
Fattore di potenza dell'impianto		0,87-0,9
Potenza di targa del trasformatore/coeff. utilizzazione	400 kVA	64%
Tensioni nominali del trasformatore		20 / 0,4 kV Dyn 11
Potenza attiva / apparente in emergenza		246,5 kW/283 kVA

### 9.2. Scelte progettuali e descrizione delle opere

A fronte di una potenza contemporanea di tale entità la taglia più idonea per un trasformatore di alimentazione è quella di 400 kVA e che per ovvi motivi ambientali dev'essere a secco o inglobato in resina epossidica. Infatti, considerato un  $\cos\phi$  medio di 0,95, la potenza apparente dell'impianto

è di 258 kVA che è pari al 64 % della potenza di targa del trasformatore e quindi prossimo al punto di massimo rendimento di quest'ultimo. Per contro l'alternativa era quella di scegliere un trasformatore di taglia 315 kVA che avrebbe comportato un suo utilizzo al 82 %, o uno da 500 kVA con maggiori costi ed ingombri, che avrebbe lavorato al 51%.

Le principali opere previste per l'impianto S1, sono sinteticamente le seguenti:

- Cabina di consegna MT omologata ENEL, monoblocco prefabbricato di cls;
- Cabina di trasformazione dell'utente, monoblocco prefabbricato di cls;
- Locale misure di energia elettrica, monoblocco prefabbricato di cls;
- Quadro di media tensione "Q-MT" ( $V_n=24$  kV) ai sensi della CEI 0-16, con interruttore generale, scaricatori di media tensione ed interruttore di protezione trasformatore;
- Dispositivo "Data Logger"

Ai sensi della norma CEI 0-16, lo schema adottato dal progetto per l'apertura automatica dell'interruttore generale del quadro di media tensione (per guasti verso terra a valle del punto di fornitura) prevede l'utilizzo del relè 51N dotato del dispositivo "data logger" che permette all'utenza di impiegare sistemi di sgancio a lancio di corrente piuttosto che di minima tensione (utilizzando come sorgente di emergenza un UPS dedicato).

- Sicurezza impiantistica tramite il contatto di trascinamento  $I_{MT} \rightarrow I_{BT}$

Come si può notare dalle tavole grafiche, il progetto prevede, sull'interruttore  $I_{MT}$  del trasformatore, un interblocco elettrico di sicurezza (contatto di fine corsa), al fine di far aprire in sequenza obbligata il corrispondente interruttore sul lato BT (contatto di trascinamento). Tale sistema è adottato per evitare in modo assoluto che una ipotetica, quanto improbabile, tensione di eccitazione eventualmente presente sul lato BT del trasformatore (da UPS o da GE) possa energizzare il trasformatore stesso e porre in tensione il suo primario, potendosi così creare delle situazioni di potenziale pericolo per le persone o per le cose specialmente durante le ispezioni e i controlli.

- UPS per le alimentazioni delle apparecchiature CEI 0-16;
- Trasformatore MT/BT isolato in resina da 400 kVA – 20.000/400 V – Dyn 11;
- Impianto di dispersione a terra unico (utente / ente distributore).
- Quadro generale di bassa tensione "Q-GEN-BT";
- Armadio di rifasamento automatico da 80 kVAR a 6 soglie;
- Quadro pompe "Q-POMPE" e quadro per il telecontrollo, in centrale;
- Gruppo elettrogeno 500 kVA completo di proprio quadro di commutazione, cofanato e insonorizzato per posa all'aperto;
- Impianto di distribuzione della forza motrice con canalizzazioni porta-cavi;
- Impianti di illuminazione ordinaria in tutti i locali;
- Impianti di illuminazione di emergenza in tutti i locali e all'esterno degli stessi;

- Impianto di illuminazione dell'area esterna con due lampioni.

Ovviamente, anche per le tre pompe in argomento di elevata potenza è previsto l'avviamento e la frenatura tramite i soft-starter.

Per ulteriori delucidazioni e precisazioni tecnico-economiche sull'intervento in argomento, si rimanda alla consultazione di tutti i documenti tecnico-contabili di progetto.

### **9.3. Precisazioni sul rifasamento e sul gruppo elettrogeno**

Dato che il  $\cos\phi$  medio dei motori è previsto dell'ordine di 0,85-0,87, con il funzionamento da trasformatore è d'obbligo introdurre il rifasamento automatico o puntuale pompa per pompa. Ciò dev'essere evitato in caso di funzionamento da gruppo elettrogeno al fine di non sovraccitarlo.

#### Dimensionamento del gruppo di rifasamento

Le attuali prescrizioni normative sul contenimento dei consumi energetici hanno comportato l'obbligo di rifasare gli impianti a  $\cos\phi \geq 0,95$  contro il precedente 0,9. Considerato che in regime ordinario la potenza elettrica presunta e prevedibile è al massimo di 246,5 kW (V.si prec. scheda 9.1) con  $\cos\phi$  medio dell'ordine di 0,87, ne consegue che per rifasare il suddetto carico necessita una potenza capacitiva dell'ordine di 63 kVAR.

$$[P_c = P * (\tan\phi_1 - \tan\phi_2) = 245 * (0,566 - 0,328) = 58 \text{ kVAR}]$$

Considerato che la potenza induttiva a vuoto del trasformatore da 400 kVA (in resina da 20/0,4 kV) è dell'ordine di 5 kVAR e che quella al 64% del suo carico è di circa 9 kVAR, ne discende che ai predetti 58 kVAR vanno a sommarsi 5+9 kVA capacitivi per un totale di  $58+14 = 72$  kVAR.

In definitiva il rifasatore automatico dev'essere della taglia  $\geq 80$  kVAR (eventualmente espandibile).

### **9.4. Sistema di sgancio di emergenza degli impianti nella cabina MT/BT**

Il progetto prevede l'installazione di un pulsante che dovrà agire sulla bobina di apertura dell'interruttore generale del Q-MT e pertanto l'azionamento sarà del tipo intenzionalmente "a lancio di corrente" prelevando energia dall'UPS locale. In parallelo al contatto "NO" di detto pulsante sarà da inserire un macro-led verde protetto da idonea resistenza limitatrice o apposito circuito elettronico che garantisca il controllo visivo ed immediato della continuità elettrica della linea di sgancio. Il pulsante in questione sarà corredato di idoneo cartello di avviso ed istruzione "questo pulsante, se premuto, pone fuori servizio la cabina elettrica, manovrare solo in caso di necessità".

## 9.5. Dimensionamento dell'impianto d'illuminazione nel rispetto delle norme EN 12464-1/2011

Per i locali degli impianti "S1" ed "S7" l'illuminazione ordinaria è progettata in conformità alle norme EN 12464-1 del 2011, assicurando livelli di illuminamento non inferiori a quelli indicati in tabella.

ESTRATTO DALLA EN 12464-1 del 2011

<b>DESTINAZIONE DEI LOCALI</b>	<b>D'USO</b>	<b>Lux (E<sub>m</sub>)</b>	<b>UGR<sub>L</sub></b>	<b>R<sub>A</sub></b>	
a) Locali impianti, sala interruttori		200 (*)	25	60	

(\*) In particolare, per il locale cabina utente, il progetto prevede un illuminamento nettamente superiore al minimo normato per garantire maggiore sicurezza durante gli interventi in condizioni di emergenza. Il progetto prevede, per i corpi illuminanti, alimentatori elettronici come prescritto dalla succitata norma.

Per assicurare la massima continuità di servizio, l'impianto di illuminazione ordinaria sarà equipaggiato di lumi a tenuta stagna IP65-66 con all'interno cablato in fabbrica il "KIT LUCE SICUREZZA". Il numero e l'ubicazione di detti "KIT" sarà tale da garantire in condizioni di emergenza, non solo il facile raggiungimento delle uscite e delle uscite di sicurezza, ma per "S1" anche l'operatività materiale delle squadre d'intervento all'interno della cabina di trasformazione.

Per la determinazione dei valori di illuminamento in condizione di emergenza, v.si norma UNI EN 1838.

## 9.6. Determinazione analitica della resistenza di terra (R<sub>E</sub>) del sito

### Dati sulla resistività dei terreni e dimensione dei dispersori naturali

<b>CONDIZIONI</b>	<b>DATI TECNICI</b>
Tipo di terreno nell'area lungo la provinciale 81, comprendente l'impianto di sollevamento "S1"	Prevalentemente calcarenitico con intercalazioni sabbiose (V.si la relazione geologica)
Resistività caratteristica per tale tipo di terreno (calcareniti – tufi calcarei)	Calcarenite secca 200 Ω m (*) Calcarenite umida/bagnata 20 Ω m (*)
Non essendo state effettuate misure di contenuto d'acqua	Non ne è nota la percentuale contenuta nei campioni d'interesse, però è stata rilevata la presenza di un acquifero a falda libera il cui serbatoio è un complesso sabbioso/calcarenitico (V.si la relazione geologica)  Per tale motivo è ragionevole ipotizzare che anche la calcarenite a permeabilità secondaria sia "non secca",

	bensi umida.
Conclusioni che interessano la stima della resistività del sottosuolo sino alla profondità di 4,55 m	Il valore medio da attribuire alla resistività $\langle r \rangle$ (calcolata tra i valori a secco e a umido), corretta dal coefficiente cautelativo $k = 1,3$ è pari a circa $150 \Omega \text{ m}$
1° elemento di dispersione: ferri di armatura orizzontali e verticali del CLS armato costituente il blocco delle vasche di accumulo liquami e delle pompe.	Si considerano i ferri di armatura orizzontali e verticali del corpo vasche, che nel loro complesso formano un volume disperdente (essendo elettricamente continui e legati tra loro a regola d'arte edile ed interconnessi alla rete di terra con tondino d'acciaio zincato $\varnothing 10 \text{ mm}$ ), costituenti un ipotetico dispersore verticale interrato $L=4,55 \text{ m}$ del diametro equivalente $Deq=6,4 \text{ m}$ (dimensioni del volume di interesse $h=4,55 \text{ m}$ con base $5 \times 6,5 \text{ m}$ )
2° elemento di dispersione: rete magliata di armatura della platea di CLS di fondazione della stazione di sollevamento, con esclusione del corpo vasche trattato al precedente punto 1°.	Si considerano i ferri di armatura orizzontali che nel loro complesso formano una rete disperdente (essendo elettricamente continui e legati tra loro a regola d'arte edile ed interconnessi alla rete di terra con tondino d'acciaio zincato $\varnothing 10 \text{ mm}$ ),  Dimensioni di riferimento della rete disperdente: $7,5 \times 5 \text{ m}$ , pari a un'area $A = 37,5 \text{ m}^2$ e un diametro equivalente $Deq = 6,9 \text{ m}$ .
3° elemento di dispersione: rete magliata di armatura della platea di CLS di fondazione dei corpi cabine	Si considerano i ferri di armatura orizzontali che nel loro complesso formano una rete disperdente (essendo elettricamente continui e legati tra loro a regola d'arte edile ed interconnessi alla rete di terra con corda di rame nuda da $35 \text{ mm}^2$ ),  Dimensioni di riferimento della rete disperdente: $11 \times 3,46 \text{ m}$ , pari a un'area $A = 38,06 \text{ m}^2$ e un diametro equivalente $Deq = 6,963 \text{ m}$

(\*) Letteratura tecnica: "ENPI" Ed. 1974, AA. Carescia/De Leonardo

### Valutazione della resistenza di terra

Sulla scorta dei dati sopra indicati e considerando le formule della norma CEI 99-3 e quelle della letteratura tecnica, si perviene ai risultati riportati nella seguente tabella.

DATI DEI DISPERSORI	FORMULE DI CALCOLO	$\Omega$
<p>RESISTENZA del 1° elemento di dispersione costituito da un complesso interrato di ferri d'armatura (per CLS) verticali, elettricamente continui, delle seguenti dimensioni: base <math>5 \times 6,5 \text{ m}</math>; profondità <math>4,55 \text{ m}</math> (VASCA INTERRATA DI "S1")</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- L = profondità <math>4,55 \text{ m}</math>;</li> <li>- A = sezione <math>41,40 \text{ m}^2</math> a cui corrisponde il <math>Deq = 2(A/3,14)^{1/2} = 6,4 \text{ m}</math>;</li> <li>- r = <math>150 \Omega \text{ m}</math>;</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><math>R_{T1} =</math>  <math>= (r / 2 \cdot 3,14 \cdot L) \cdot \ln(2L/Deq)</math></p> <p style="text-align: center;">(*)</p>	<b>1,84</b>

<p>RESISTENZA del 2° elemento di dispersione (rete magliata della platea con esclusione del corpo vasche)</p> <p>- A = area rete 37,5 m<sup>2</sup>;</p> <p>- r = 150 Ω m;</p> <p>- Deq = <math>2(A/3,14)^{1/2} = 6,9</math> m diametro equivalente della rete magliata;</p>	<p style="text-align: center;"><math>R_{T2} = r/2Deq</math></p> <p style="text-align: center;"><b>CEI 99-3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>10,87</b></p>
<p>RESISTENZA del 3° elemento di dispersione (rete magliata corpo cabine)</p> <p>- A = area rete 38,06 m<sup>2</sup>;</p> <p>- r = 150 Ω m;</p> <p>- Deq = <math>2(A/3,14)^{1/2} = 6,963</math> m diametro equivalente della rete magliata;</p>	<p style="text-align: center;"><math>R_{T3} = r/2Deq</math></p> <p style="text-align: center;"><b>CEI 99-3</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>10,77</b></p>
<p>RESISTENZA DI TERRA TEORICA COMPLESSIVA</p> <p>Data l'interconnessione tra i ferri delle platee e le armature verticali, si può ipotizzare (in prima approssimazione) che tutti gli elementi disperdenti siano in parallelo tra loro, ottenendo una resistenza di terra teorica complessiva di 1,37 Ω.</p>	<p style="text-align: center;"><math>R_{T1} // R_{T2} // R_{T3}</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>1,37</b></p>
<p>RESISTENZA DI TERRA DI PROGETTO</p> <p>Tenendo conto che:</p> <p>1 - non tutti gli elementi disperdenti sono di fatto indipendenti e che quindi il calcolo del parallelo delle loro resistenze è un dato approssimato per difetto;</p> <p>2 - e che per contro nell'area di interesse sussistono elementi disperdenti intenzionali come gli anelli di terra in corda di rame e picchetti di profondità di cui non è stato determinato il contributo favorevole alla riduzione della resistenza di terra globale;</p> <p style="text-align: center;">tutto ciò premesso</p> <p>si ritiene legittimo attribuire alla <math>R_E</math> (resistenza di terra complessiva dell'impianto del sito) un valore cautelativo di 1,55 Ω.</p>	<p style="text-align: center;"><math>R_E</math></p>	<p style="text-align: center;"><b>1,55</b></p>

(\*) Letteratura tecnica: "ENPI" Ed. 1974, AA. Caescia/De Leonardo

### 9.7. Dimensionamento dell'impianto di dispersione a terra ai sensi della n. CEI 99-3

Come già enunciato nei paragrafi precedenti, il progetto dell'impianto di terra fonda le sue basi sulla considerazione che i ferri di armatura delle platee e quelli delle pareti in CLS verticali interrati (attinenti le vasche di accumulo e delle pompe), previa loro interconnessione secondo le regole dell'arte edile e i loro collegamento alla rete generale di terra e ai dispersori intenzionali (corde di

rame nude da 35 mm<sup>2</sup>, tondino d'acciaio zincato da 10 mm e picchetti di profondità) costituiscono di fatto un dispersore naturale, collegato in parallelo a quelli intenzionali (picchetti e dispersori orizzontali interrati). Tale ipotesi di lavoro trova giustificazione nel fatto accertato che il calcestruzzo interrato assume l'umidità del terreno in cui è immerso, tanto da poter affermare che i suoi ferri di armatura (ai fini della dispersione a terra) vengono a trovarsi in condizioni simili a quelli posati direttamente nel terreno circostante. V.si a tal proposito la definizione di dispersore che ne dà la norma CEI 64-8/2, art. 24.2 (commenti): < una parte conduttrice annegata nel calcestruzzo di una fondazione è considerata in contatto elettrico con la terra >. V.si anche la norma CEI 64-8/5 art. 542.2.1 che stabilisce: < il dispersore può essere costituito da ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno > e la Guida CEI 64-12.

Nel caso in epigrafe, in assenza sia dei parametri effettivi attinenti la resistività del terreno, che quelli della rete MT locale, quali: la corrente di guasto semplice a terra e il ritardo delle protezioni a monte, per dar corso comunque alla calcolazione delle condizioni minime a cui deve soddisfare l'impianto di dispersione in questione, il progetto ha seguito le linee guida più sotto riportate in conformità alla norma CEI 99-3.

### TABELLA

Illustrativa della procedura di progettazione dell'impianto di terra, ai sensi dell'art. 5.4.3 della CEI 99-3

Stimata la resistenza di terra ( $R_E$ ) della rete MT, con le formule indicate in 9.6	$R_E = 1,55 \Omega$ ;
Ipotizzato che la rete MT locale sia con il neutro collegato a terra attraverso bobina di Petersen, si può stimare la seguente corrente di guasto monofase a terra	$I_{gmt} = I_F = 50 \text{ A}$ , con tempi di ritardo delle protezioni $t_r \gg 10 \text{ s}$ ;
Considerato la $U_E = EPR$ (tensione totale di terra)	$= Z_E * I_E$ ;
Considerato cautelativamente la $Z_E$	$= R_E = 1,55 \Omega$ ;
Considerato cautelativamente la corrente di guasto $I_{gmt}$	$= I_F = I_E = 50 \text{ A}$ ;
(let. g) Calcolata la $U_E = EPR = R_E * I_{gmt}$	$U_E = (1,55) * 50 = 77,5 \text{ V}$
(let. h) Dedotta, dalla fig. 4 della CEI 99-3 per $t_r \gg 10 \text{ s}$ , la $U_{TP}$ (tensione di contatto ammissibile) pari a	<b>80 V</b> ;
(let. i) Si considera il progetto conforme alla nome CEI 99-3, essendo $U_E = EPR$ minore di $U_{TP}$ perché $77,5 < 80$ e perché è pure accertato (V.si tab. 2 di pag. 29) che, in BT con neutro collegato in TN e $t_r > 5 \text{ s}$ , sono soddisfatte le seguenti relazioni:	- $U_E = EPR \leq F * U_{TP}$ (con $F = 1$ ), - $U_E = EPR \leq 250 \text{ V}$ .

## 10. CONSIDERAZIONI SUI CAVI ELETTRICI PREVISTI NEI VARI IMPIANTI

### 10.1. Considerazioni generali

Come si può notare dagli schemi dei quadri e dalla distinta cavi riportata sul computo metrico di progetto, la cavetteria prevista è sostanzialmente tutta del tipo in cavo isolato e protetto FG7OR 0,6/1kV idoneo fino alla tensione di esercizio 750 V.

La cavetteria prevista dal progetto in epigrafe è idonea per sezione, c.d.t., natura e posa, ai carichi e alle sollecitazioni stimate, nel rispetto delle linee guida generali e specifiche delle norme impianti (CEI 64-8 ed altre aventi pertinenza). A tal riguardo vedasi gli allegati elaborati di calcolo.

Come risulta dagli elaborati grafici di progetto in epigrafe, il calcolo della sezione dei cavi dal punto di vista tecnico, dinamico, delle sovracorrenti di corto circuito di vario tipo a monte e a valle, ha tenuto conto delle condizioni d'impiego, della temperatura presunta locale nei periodi più caldi, la presenza di armoniche e quant'altro prescritto dalle norme CEI.

Anche i conduttori di terra-equipotenziali e di protezione, oggetto delle opere in epigrafe e rientranti nei limiti dell'incarico di progettazione di cui trattasi, sono stimati con larghi criteri di abbondanza ai fini della sicurezza impiantistica ed antinfortunistica.

### 10.2. Protezione delle condutture elettriche

I conduttori e i cavi d'impianto sono stati calcolati per essere protetti contro le sovracorrenti ed i cortocircuiti ai sensi della CEI 64-8 Cap. 43, fatti salvi i casi previsti in 473.1.4.

#### Protezione contro i sovraccarichi:

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata come prescritto dalle Norme CEI 64.8/4 433.2, in particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ): V.si anche NB che segue.

I dispositivi da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) e devono soddisfare inoltre una corrente di sicuro funzionamento ( $I_f \leq 1,45 I_z$ ).

Devono quindi essere soddisfatte le seguenti due relazioni:

- 1)  $I_b < I_n < I_z$
- 2)  $I_f \leq 1,45 I_z \rightarrow (I_n \leq I_z)$  che riconduce alla 1).

dove:

**$I_b$**  corrente di impiego del circuito

**$I_n$**  corrente nominale del dispositivo di protezione

**$I_z$**  portata in regime permanente della conduttura

**$I_f$**  corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

**NB**

Accertato che ordinariamente per costruzione  $I_f \leq 1,45 I_n$ ,  
la relazione 2) si può scrivere in questo modo:  $1,45 I_n \leq 1,45 I_z$   
ne consegue:  $I_n \leq I_z$

#### Protezione contro il cortocircuito:

Tutti i dispositivi di protezione contro i cortocircuiti devono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presente nel punto di installazione. La Norma acconsente all'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (Norme CEI 64-8, art. 434.3.1); in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante  $I^2t$  lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette. Tale facoltà non viene concessa nello sviluppo del progetto elettrico in epigrafe.

Tutte le correnti di cortocircuito che si presentino in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte entro un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile, tale prescrizione è rappresentata dalla formula:

$$I^2t < k^2 S^2$$

dove:

**t** è la durata in secondi del tempo di interruzione;

**S** è la sezione  $\text{mm}^2$  del conduttore/cavo isolato interessato;

**I** è la corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

**K** è una costante il cui valore dipende dal tipo di materiale costituente l'isolante dei conduttori e dalle temperature massime ammesse durante il servizio ordinario e durante il c.to c.to per gli stessi conduttori (143 per le gomme ad alto modulo e 115 per il PVC).

#### Coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti:

Unico dispositivo: se un dispositivo contro i sovraccarichi è in accordo con le prescrizioni di cui sopra ed ha un potere di interruzione non inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di

cortocircuito della conduttura situata a valle di quel punto.

Dispositivi distinti: in questo caso si applicano separatamente le prescrizioni di cui sopra, le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate in modo tale che l'energia  $I^2t$  lasciata passare dal dispositivo contro i cortocircuiti non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

Per il calcolo delle correnti di cortocircuito si è usato il metodo descritto dalla norma CEI 11-25 (sostanzialmente considerando un coefficiente correttivo 1,1 per il calcolo delle correnti di c.to c.to a monte, e 0,8 per quelle a valle di linee lunghe e articolate).

### 10.3. Ulteriori precisazioni sulle condutture elettriche

Il colore dei manti isolanti deve rispondere alle specifiche norme CEI 64-8 - UNEL con morsetti colorati preisolati, siglati come da schema che l'Installatore dovrà consegnare a fine lavori.

Per le scelte operate nella valutazione delle sezioni dei cavi (V.si gli allegati alla presente) le cadute di tensione industriale (in regime permanente in assenza di transitori) risulteranno al di sotto del massimo ammesso della Norme CEI per gli impianti all'interno (4%) e del 5% per quelli all'esterno, data la bassa densità di corrente prevista e le limitate lunghezze in gioco.

Per quanto attiene alla calcolazione della sezioni dei cavi che, per motivi logistici-ambientali devono alimentare impianti di sollevamento "derivati" (quali l'imp. "S5", derivato dal "Q-1/S6) si precisa che detta calcolazione è stata effettuata tenendo in considerazione:

- il regime ordinario (ovvero quello che considera una sola pompa in servizio per ciascun impianto);
- il regime transitorio durante l'avviamento graduale con corrente di spunto limitata a  $2I_n$ ;
- il regime transitorio durante l'avviamento graduale con corrente di spunto eventualmente limitata a  $3xI_n$ .

Come si può notare dai fogli di calcolo allegati, anche in quest'ultima ipotesi di avviamento a  $3xI_n$  la caduta di tensione industriale (c.d.t.i.) risulta sempre non superiore al 5-6% limite questo che assicura comunque sempre la tenuta delle ancore dei teleruttori e relè ausiliari vari e non contrasta con la normativa CEI.

In definitiva i cavi adottati dal progetto (per l'alimentazione di stazioni lontane dal punto di fornitura e dal GE, quali "S4" & "S5") permettono l'avviamento regolare dei motori interessati anche nella ipotesi di  $I_{avv} = 3xI_n$ .

## 10.4. Coordinamento cavi-interruttori- correnti di c.to c.to

Si rimanda alla consultazione delle tabelle allegate, ove sono riportate le valutazioni più significative.

## 11. CONSIDERAZIONI IMPIANTISTICHE DI CARATTERE GENERALE

### 11.1. Caratteristiche generali degli impianti (sicurezza, disponibilità servizio, flessibilità, manutenibilità)

- Condizioni di sicurezza : verranno garantite impiegando:
  - ⇒ cavetteria non propagante l'incendio in tubazioni PVC interrate o a vista all'interno dei quadri elettrici;
  - ⇒ circuiti elettrici di distribuzione tutti protetti da differenziali ad alta e media sensibilità sia in regime di neutro TT che TN-S;
  - ⇒ la continuità di servizio verrà garantita compatibilmente con la selettività tra gli interruttori in cascata previsti per i circuiti di maggior priorità.
- Manutenibilità: verrà assicurata per tutti i componenti elettrici degli impianti, dato che gli stessi sono previsti rispondenti alle norme CEI e/o marchio equivalente, installati in condizioni ordinarie a vista o incassati, facilmente sfilabili o facilmente rimovibili con appositi attrezzi.

### 11.2. Descrizione delle misure di protezione contro i contatti indiretti

Il progetto prevede l'impiego delle seguenti misure:

- Interruzione automatica dell'alimentazione con protezioni differenziali (sia nel caso di alimentazione da rete TT che GE TN-S): nei quadri elettrici largo impiego di protezioni m-t-diff. ad alta/media sensibilità e ad intervento istantaneo e/o ritardato a seconda dei casi.

NB:

tutti i GE sono equipaggiati, al loro interno, di quadro di avviamento automatico e di interruttore generale di macchina del tipo automatico magnetotermico-differenziale o del tipo elettronico.

Tale premessa è doverosa perché tutte le linee in uscita dai GE saranno protette sia contro il corto c.to (a monte che a valle della linea) che contro i contatti indiretti per interruzione automatica dell'alimentazione ad opera di dispositivi differenziali a partire già dal punto di consegna (GE). L'interruttore di macchina sarà scelto e appositamente calibrato per soddisfare a tali esigenze durante il funzionamento in isola e in condizioni di emergenza e comunque non prima di aver interpellato il Distributore di zona in merito all'entità della resistenza di terra delle proprie cabine di distribuzione di rete  $R_n$  ai fini della determinazione della resistenza globale dell'anello di guasto semplice a terra e della corrispondente  $I_{dn}$  da assegnare a tutte le protezioni differenziali, comprese quelle degli interruttori di macchina dei GE.

- Distribuzione del PE: le tipologie e le sezioni sono indicate sulle Tavole progettuali, nel rispetto delle Norme CEI 64-8; esso verrà distribuito a tutte le utenze con sola esclusione di quelle a doppio isolamento.
- Impianto di dispersione a terra locale: previsto per ogni sito con l'impiego di dispersori intenzionali (picchetti e dispersori orizzontali interrati) ed eventuale dispersore di fatto / naturale di resistenza compatibile con le correnti delle protezioni differenziali per l'interruzione automatica dell'alimentazione in caso di guasto.
- Linee principali: cassetteria a doppio isolamento ovvero rinforzata, protetta da interruttori m-t-diff. a media ed alta sensibilità per la rete distributiva FM (utilizzo di cavi esclusivamente FG7OR - 0,6/1 kV).
- Eventuali frutti elettrici: in resina isolante, prese con alveolo di messa a terra.

### **11.3. Protezione contro i contatti diretti**

Il progetto prevede che il grado minimo di tenuta meccanica degli involucri delle cassette di giunzione, dei quadri elettrici e delle apparecchiature similari, non sia inferiore a IP44 in senso generale e che le parti nude in tensione di ogni apparecchiatura vengano protette da ripari ed involucri isolanti, mentre l'accesso alle medesime parti possa avvenire o per distribuzione dell'isolamento protettivo o a mezzo di attrezzi specifici. Oltre a ciò, l'elevata sensibilità prevista per i differenziali, nei quadri terminali, costituisce protezione addizionale.

Per le giunzioni sotto il livello di campagna il grado di protezione meccanica non deve essere inferiore a IP68.

### **11.4. Norme tecniche di riferimento**

- CEI 0-16 e 0-21
- CEI 11-17 Linee in cavo
- Il CEI 11-25 (1992) Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- CEI 17-3 /17-50 Contattori destinati alla manovra di circuiti a tensione non superiore ai 1000 V in corrente alternata ed a 1200 V in corrente continua
- CEI 17-5 (1992) Apparecchiatura a bassa tensione. Parte 2°: interruttori automatici
- CEI 17-113 Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione
- CEI 22-32 UPS
- CEI 23-51 Centrali elettriche

- CEI 20-22 Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI 20-45 Prova dei cavi non propaganti resistenti all'incendio per 3 h
- CEI 28-5 Grado di isolamento
- CEI 37-12 Limitatori di sovratensione
- CEI 64-8 Impianti elettrici nei sistemi BT
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri codice IP
- CEI 99-3 Impianti di terra
- EN 12464-1/2011 Illuminazione nei locali di lavoro
- UNI 18-38 Illuminazione di emergenza nei luoghi di lavoro
- Legge n. 186/1968 Regola dell'arte
- DM n. 37/2008 Dichiarazione di conformità
- D.Lgs n. 81/2008 Sicurezza nei luoghi di lavoro.

## 12. PROTEZIONE DELLE LINEE CONTRO LE FULMINAZIONI ATMOSFERICHE

### 12.1. Considerazioni di carattere generale ed illustrazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD) – nei sistemi TT

Nel caso di fornitura diretta di energia elettrica in BT, da linea della rete pubblica (in cavo interrato o cavo aereo), il fenomeno della fulminazione diretta del cavo di alimentazione o delle linee di segnale è da ritenersi evento eccezionale seppur possibile.

Tenuto conto che è anche possibile la fulminazione indiretta dello stesso cavo, in generale il Progettista prevede, all'arrivo linea lato contatore di energia, un dispositivo limitatore di tensione (SPD) di 1° livello, o di 1° e 2° abbinati, atto a prevenire i danni derivanti dal fenomeno di fulminazione diretta-indiretta, sia all'interno che all'esterno dell'unità immobiliare.

Tale dispositivo dovrà avere potere di scarica  $\geq 15$  kA riferito ad un'onda 8/20 ms, tensione d'innescò inferiore alla minima tensione di tenuta degli isolamenti da proteggere (quindi inferiore a 1,2-1,3 kV, - linee di segnale escluse) e tensione residua superiore alla tensione massima di cresta del sistema su cui è inserito.

Il fenomeno della fulminazione diretta non è mai sottovalutabile quando si tratta di linea aerea. In tal caso si dovrà installare in arrivo un SPD (limitatore di tensione) con potere di scarica adeguato a prescindere dal fatto che sulla linea siano già stati installati limitatori di tensione dell'ente

distributore. La tensione infatti che sollecita gli isolamenti delle apparecchiature durante la fase d'intervento del limitatore dell'ente distributore è in genere ancora troppo alta.

Per la scelta delle caratteristiche degli SPD occorrerà confrontare l'energia specifica tollerata dallo stesso con quella del fulmine relativo al livello di protezione desiderato espresso dalla Categoria (o livello) d'impianto scelta, tenendo presente che nel peggiore dei casi il limitatore sarà attraversato da una corrente pari al 60% della corrente di fulmine. Anche in questo caso la tensione d'innescò dovrebbe risultare inferiore alla minima tensione di tenuta degli isolamenti da proteggere (linee di segnale escluse) e la tensione residua superiore alla tensione massima di picco del sistema su cui il limitatore è inserito.

In entrambi i casi gli SPD, se di tipo privo degli spinterometri e quindi privo di spinterometri autoestinguenti, dovranno essere inseriti a valle di un interruttore magneto-termico-differenziale (a protezione contro i contatti indiretti anche nel caso di malfunzionamento del limitatore di tensione): il dispositivo differenziale a monte degli SPD, dovrà essere insensibile alle correnti impulsive.

I cavi di collegamento al limitatore di tensione dovranno essere il più corti possibile al fine di diminuire la tensione sollecitante l'isolamento (la caduta di tensione induttiva sui cavi di collegamento a limitatore innescato sommata alla tensione residua del dispositivo può compromettere infatti la protezione offerta dal limitatore stesso).

Le linee di segnale, poiché sono circuiti di categoria zero, appartengono ad apparecchiature spesso delicate e presentano tenute piuttosto modeste inferiori alle apparecchiature di potenza. Esse dovranno essere protette singolarmente con limitatori di tensione a tensione di innescò costante e tensione residua modesta (3° livello). Il potere di scarica degli stessi potrà essere pure modesto data l'ampiezza e il contenuto energetico associati alla fulminazione indiretta che presumibilmente può attendersi.

I dispositivi per le sovratensioni dovranno essere installati sia sulla linea di telecomunicazioni che sul collegamento con l'antenna del ponte radio.

## **12.2. Considerazioni di carattere generale ed illustrazione dei dispositivi di protezione contro le sovratensioni (SPD) – nei sistemi TN-S**

In generale valgono, anche in tale configurazione impiantistica, le considerazioni tecniche sugli SPD e sulle modalità e probabilità di fulminazione diretta e indiretta più sopra illustrate.

Però, nel caso specifico con attinenza alla centrale in epigrafe, la presenza di un trasformatore MT-

BT all'ingresso dell'impianto di energia, attenua di molto i danni da fulminazione diretta ed indiretta introdotta dalla linea di alimentazione MT. Tanto più che nel caso in argo memento, sono previsti anche appositi SPD sul lato MT entro un apposito scomparto/cella metallica del "Q-MT".

Tutto ciò premesso e tenuto conto che anche gli impianti elettrici di energia interni alla ai locali sono scarsamente esposti alle fulminazioni indirette e che la civetteria è prevista all'interno di canalette metalliche, si conviene che il rischio di danni per sovratensione atmosferica su apparecchiature elettriche siano limitati e non influenti in modo significativo sulla continuità di servizio degli impianti in epigrafe.

### 12.3. Valutazione della probabilità di fulminazione dei siti con strutture fuori terra (stazioni di sollevamento "S1" ed "S7")

Come si può notare dalle allegate Relazioni per la Valutazione dei rischi derivanti dalle scariche atmosferiche, ai sensi delle CEI 81-10, attinenti le stazioni di sollevamento "S1" ed "S7", appare evidente che entrambi i fabbricati risultino "autoprotetti" ai fini del rischio "R1" (per danni alle persone) dato che quello calcolato è nettamente inferiore al limite tollerato di  $10^{-5}$ .

Infatti risulta che in entrambi i casi l'entità del danno per **rischio di tipo 1 e 2** è nettamente inferiore a quello normato e considerato accettabile:

- nel caso della stazione di sollevamento S1 →  $5,58 \cdot 10^{-10}$  contro  $10^{-5}$ ;
- nel caso delle cabine in S1 →  $1,14 \cdot 10^{-10}$  contro  $10^{-5}$ .
- nel caso della stazione S7 →  $7,66 \cdot 10^{-11}$  contro  $10^{-5}$ ;

Analogamente per il **rischio di tipo 2**:

- nel caso della stazione di sollevamento S1 →  $5,58 \cdot 10^{-4}$  contro  $10^{-3}$ ;
- nel caso delle cabine in S1 →  $1,58 \cdot 10^{-4}$  contro  $10^{-3}$ .
- nel caso della stazione S7 →  $2,55 \cdot 10^{-6}$  contro  $10^{-3}$ ;

Nonostante ciò il progetto prevede che all'arrivo di ogni linea elettrica di energia sia presente una quaterna di scaricatori di sovratensione di 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> soglia, a maggior garanzia della continuità del servizio pubblico erogato dagli impianti di sollevamento. Tale scelta è stata effettuata di routine anche per tutti gli altri impianti di sollevamento (da S2 a S16).

### 13. CONSIDERAZIONI FINALI ED ALLEGATI

Ulteriori considerazioni di valutazione progettuale sono rinviate ai documenti allegati alla presente:

- fogli di calcolo delle linee elettriche;
- calcoli illuminotecnici;
- relazioni sulle protezioni da scariche atmosferiche;
- tabelle di verifica del coordinamento cavi-interruttori-lcc-l<sup>2</sup>;
- n° 3 certificati rilasciati in data 01-09-2015 da TUTTONORMEL, con coordinate geografiche relative ai luoghi d'interesse: "S1", "S7", "S2".

Nomefile : NUOVO.MR1

### Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

### Linea FFF

Denominazione: TRISC\_ "S1" CAVO  
 G E - Q GEN BT  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 722 A  
 CosPHI carico: 0,90  
 Sfase: 2 X 185 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 10 m  
 dVmax amm: 1 %

### Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

Sfase: 2 X 185 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 729,11 A dVcavo 0,23 %  
 Sezione PE: 1 X 185 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFF

Denominazione: TRISC\_ "S1" CAVO  
 Q GEN BT - Q\_ POMPE  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 578 A  
 CosPHI carico: 0,90  
 Sfase: 2 X 185 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 15 m  
 dVmax amm: 1 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 2 X 185 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 729,11 A dVcavo 0,28 %  
**Sezione PE:** 1 X 185 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFF

Denominazione: TRISC\_ "S1" CAVO  
TRAFO - Q GEN BT

Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 578 A  
CosPHI carico: 0,95  
Sfase: 2 X 185 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 10 m  
dVmax amm: 1 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
N.Posa 64-8: 31  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 40 °C  
Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 2 X 185 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 607,15 A dVcavo 0,18 %  
**Sezione PE:** 1 X 185 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFF

Denominazione: TRISC\_ "S1" CAVO  
POMPA 1  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 127,3 A  
CosPHI carico: 0,91  
Sfase: 1 X 95 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 22 m  
dVmax amm: 1 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
N.Posa 64-8: 31  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 3  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 40 °C  
Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 95 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 171,35 A dVcavo 0,31 %  
**Sezione PE:** 1 X 50 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TNS

**Linea FFF**

Denominazione: TRISC\_ "S1" CAVO  
POMPA 2  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 127,3 A  
CosPHI carico: 0,91  
Sfase: 1 X 95 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 24 m  
dVmax amm: 1 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
N.Posa 64-8: 31  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 3  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 40 °C  
Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 95 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 171,35 A dVcavo 0,34 %  
**Sezione PE:** 1 X 50 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFF

Denominazione: TRISC\_CAVO PER  
RIFASATORE 80 KVAR  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 115 A  
CosPHI carico: 1  
Sfase: 1 X 70 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 5 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
N.Posa 64-8: 31  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 40 °C  
Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 70 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 202,02 A dVcavo 0,08 %  
**Sezione PE:** 1 X 35 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFF

Denominazione: TRISC\_ "S1" CAVO  
 POMPA 3  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 127,3 A  
 CosPHI carico: 0,91  
 Sfase: 1 X 95 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 26 m  
 dVmax amm: 1 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
 N.Posa 64-8: 31  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 3  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 40 °C  
 Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 95 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 171,35 A dVcavo 0,37 %  
**Sezione PE:** 1 X 50 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC-IMP "S2"  
 CAVO GE\_Q-COM  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 40,4 A  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 5 m  
 dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 151,19 A dVcavo 0,07 %  
 Sneutro: 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC-IMP "S2"  
 CAVO POMPE 1-2-3  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 20,2 A  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 10 m  
 dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 2  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 6 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 55,43 A dVcavo 0,3 %  
**Sneutro:** 1 X 6 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC-IMP "S3"  
 CAVO KWh\_Q-1  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 20,2 A  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 8 m  
 dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 0,8  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 16 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 118,64 A dVcavo 0,09 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC "S4" DA GE

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 88 A  
 CosPHI carico: 0,9  
 Sfase: 1 X 95 mm<sup>2</sup>  
 Lugh. cavo: 400 m  
 dVmax amm: 4 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Uni / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 95 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 316,04 A dVcavo 3,94 %  
**Sneutro:** 1 X 50 mm<sup>2</sup>  
**Sezione PE:** 1 X 50 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 230 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FN

Denominazione: TRISC - CAVO SEGNALE  
 S4\_GE\_2x(5x4 mm<sup>2</sup>)

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 4 A  
 CosPHI carico: 0,6  
 Sfase: 1 X 4 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 400 m  
 dVmax amm: 5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

Sfase: 1 X 4 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 66,14 A dVcavo 4,87 %  
 Sneutro: 1 X 4 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC - CAVO SERVIZI  
S4\_GE\_4x25 mm<sup>2</sup>  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 16 A  
CosPHI carico: 0,8  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 400 m  
dVmax amm: 3 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N. Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 151,19 A dVcavo 2,15 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC-IMP "S3"  
 CAVO GE\_Q-COM  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 20,2 A  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 8 m  
 dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 16 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 118,64 A dVcavo 0,09 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
**Sezione PE:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC IMP - S6\_S5  
CAVO ALIM "S5"

Tipo/Design.:  
I<sub>b</sub> (impiego): 10,5 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 610 m  
dVmax amm: 5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> I<sub>z</sub> (portata) 151,19 A dVcavo 2,37 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC-IMP. "S7"  
CAVO POMPE 1-2  
Tipo/Design.:  
I<sub>b</sub> (impiego): 20,2 A  
CosPHI carico: 0,89  
Sfase: 1 X 10 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 20 m  
dV<sub>max</sub> amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 34A  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 2  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 40 °C  
Ksicurezza: 1

---

Sfase: 1 X 10 mm<sup>2</sup> I<sub>z</sub> (portata) 43,68 A dV<sub>cavo</sub> 0,36 %  
Sneutro: 1 X 10 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC-IMP. "S7"  
 CAVO POMPE V. 1-2  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 14,2 A  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 10 m  
 dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 34A  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 2  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 40 °C  
 Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 6 mm<sup>2</sup>      Iz (portata) 32,03 A      dVcavo 0,21 %  
**Sneutro:** 1 X 6 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC-IMP. "S7"  
 CAVO Q-SC\_Q-1/2

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): ~~34,4 A~~ 38  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 22 m  
 dVmax amm: 1 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 16 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 118,64 A dVcavo 0,42 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC - CAVO POMPE  
 S4\_ 4x25 mm<sup>2</sup>  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 44 A  
 CosPHI carico: 0,9  
 Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 5 m  
 dVmax amm: 0,3 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 13  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 3  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 40 °C  
 Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 94,76 A dVcavo 0,08 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC-IMP. "S7" CAVO  
 Q-COMM\_Q1/2 PRIV

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 86 A *in emerg.*  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 35 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 6 m  
 dVmax amm: 1 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 31  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 2  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 40 °C  
 Ksicurezza: 1

---

**Sfase:** 1 X 35 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 93,18 A dVcavo 0,13 %  
**Sneutro:** 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
**Sezione PE:** 1 X 25 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC-IMP. "S7"  
 CAVO GE\_Q-COMM

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 86 A *in emerg.*  
 CosPHI carico: 0,89  
 Sfase: 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 6 m  
 dVmax amm: 1 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 16 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 118,64 A dVcavo 0,29 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC\_ IMP. S8 CAVO  
DA Q-1 A Q-COMM  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 6 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 4  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 1.00 secco

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 93,59 A dVcavo 0,08 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC\_ IMP. S8 CAVO  
DA Q-COMM A Q-2  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 3 m  
dVmax amm: 0,5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 4  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 1.00 secco

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 93,59 A dVcavo 0,04 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC\_IMP. S8 CAVO  
DA GE A Q-COMM  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 15 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 151,19 A dVcavo 0,21 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

## Linea FFF

Denominazione: TRISC "S8" CAVO  
POMPA 3  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 6 A  
CosPHI carico: 0,88  
Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 8 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 69,29 A dVcavo 0,07 %

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC\_ IMP. S9 CAVO  
 DA Q-1 A Q-COMM  
 Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 38,9 A  
 CosPHI carico: 0,9  
 Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 7 m  
 dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 4  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 1.00 secco

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 93,59 A dVcavo 0,1 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TNS

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC "S8" CAVO DA  
 Q-COMM A Q-2

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 38,9 A  
 CosPHI carico: 0,9  
 Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 3 m  
 dVmax amm: 0,5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 2  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 1  
 Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 120,95 A dVcavo 0,04 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
**Sezione PE:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC\_IMP. S9 CAVO  
DA GE A Q-COMM  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 5 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 2  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 120,95 A dVcavo 0,07 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
 Frequenza: 50 Hz  
 Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC-IMP S10-----16  
 CAVO KWh\_Q-1

Tipo/Design.:  
 Ib (impiego): 10,5 A  
 CosPHI carico: 0,88  
 Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup>  
 Lungh. cavo: 7 m  
 dVmax amm: 0,5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
 N.Posa 64-8: 61  
 N. Passerelle: 1  
 N. tot. circuiti: 1  
 Mod. Posa: Posa ravvicinata  
 Temperatura: 20 °C  
 Ksicurezza: 0,8  
 Mod. Posa: 1.00 secco

---

**Sfase:** 1 X 6 mm<sup>2</sup>      Iz (portata) 66 A      dVcavo 0,1 %  
**Sneutro:** 1 X 6 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

**Linea FFFN**

Denominazione: TRISC-IMP S10-----16  
CAVO Q-1\_Q-2

Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 10,5 A  
CosPHI carico: 0,88  
Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 5 m  
dVmax amm: 0,5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 3  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 0,8  
Mod. Posa: 1.00 secco

---

**Sfase:** 1 X 6 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 46,2 A dVcavo 0,07 %  
**Sneutro:** 1 X 6 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

**Linea FFF**

Denominazione: TRISC "S9" CAVO  
POMPE 1-2  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 20 m  
dVmax amm: 0,5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 2  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 16 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 94,91 A dVcavo 0,44 %

Nomefile : NUOVO.MR1

**Dati Generali Impianto**

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

**Linea FFF**

Denominazione: TRISC "S9" CAVO  
POMPA 3  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 6 A  
CosPHI carico: 0,88  
Sfase: 1 X 6 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 20 m  
dVmax amm: 0,5 %

**Caratteristiche Cavo**

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 1  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 6 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 69,29 A dVcavo 0,17 %

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TNS

## Linea FFFN

Denominazione: TRISC "S9" CAVO DA  
Q-COMM A Q-2

Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 25 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 3 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 2  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 25 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 120,95 A dVcavo 0,04 %  
**Sneutro:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
**Sezione PE:** 1 X 16 mm<sup>2</sup>

Nomefile : NUOVO.MR1

## Dati Generali Impianto

Tensione Nominale: 400 V  
Frequenza: 50 Hz  
Sistema di Neutro: TT

## Linea FFF

Denominazione: TRISC "S8" CAVO  
POMPE 1-2  
Tipo/Design.:  
Ib (impiego): 38,9 A  
CosPHI carico: 0,9  
Sfase: 1 X 16 mm<sup>2</sup>  
Lungh. cavo: 8 m  
dVmax amm: 0,5 %

## Caratteristiche Cavo

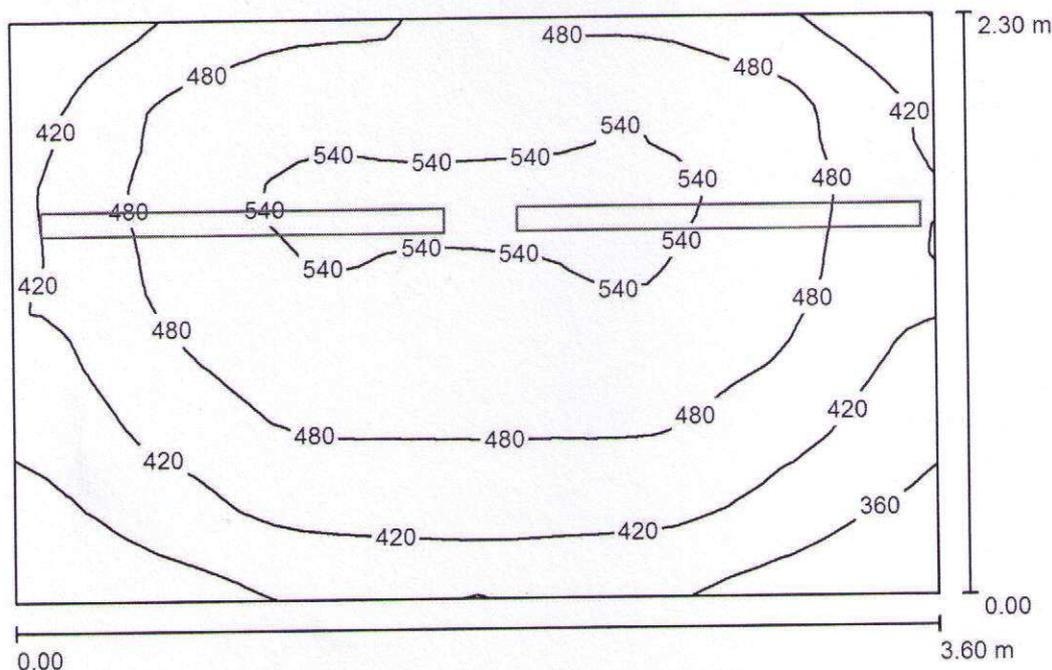
Cavo: Cu / EPR / Multi / guaina  
N.Posa 64-8: 61  
N. Passerelle: 1  
N. tot. circuiti: 2  
Mod. Posa: Posa ravvicinata  
Temperatura: 20 °C  
Ksicurezza: 1  
Mod. Posa: 0.85 normale

---

**Sfase:** 1 X 16 mm<sup>2</sup> Iz (portata) 94,91 A dVcavo 0,17 %

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S1 - LOC. CABINA UTENTE / Output pagina singola



Altezza locale: 2.400 m, Altezza di montaggio: 2.400 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	464	303	556	0.653
Pavimento	27	342	262	388	0.768
Soffitto	68	351	189	928	0.539
Pareti (4)	68	374	177	1466	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

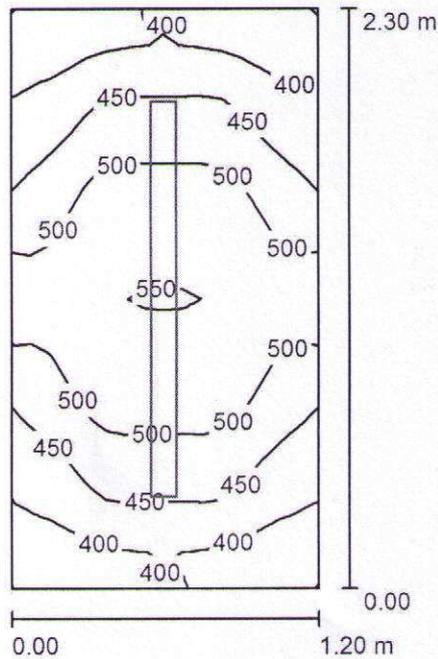
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
			Totale: 7957	Totale: 10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $13.29 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.28 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**STAZIONE S1 - LOC. MISURE / Output pagina singola**



Altezza locale: 2.400 m, Altezza di montaggio: 2.400 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	465	347	551	0.746
Pavimento	27	286	238	318	0.831
Soffitto	68	497	264	960	0.532
Pareti (4)	68	407	145	1067	/

Superficie utile:	UGR	Longitudinale-	Trasversale	verso l'asse lampade
Altezza: 0.850 m	Parete sinistra 18	18	15	
Reticolo: 32 x 16 Punti	Parete inferiore 18	18	15	
Zona margine: 0.000 m	(CIE, SHR = 0.25.)			

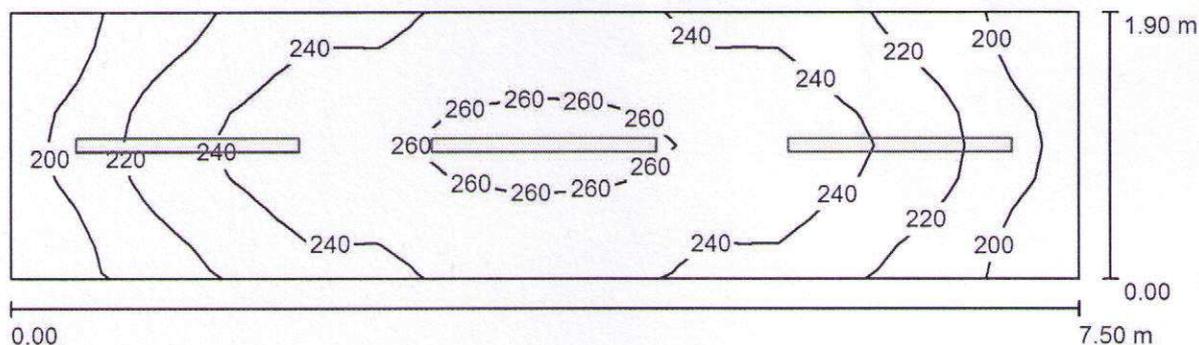
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			3979	5200	55.0

Potenza allacciata specifica:  $19.93 \text{ W/m}^2 = 4.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $2.76 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S1 - ZONA QUADRI ELETTRICI / Output pagina singola



Altezza locale: 4.050 m, Altezza di montaggio: 4.050 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	233	184	264	0.791
Pavimento	8	181	144	205	0.793
Soffitto	68	290	174	818	0.600
Pareti (4)	68	243	76	609	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 8 Punti  
Zona margine: 0.000 m

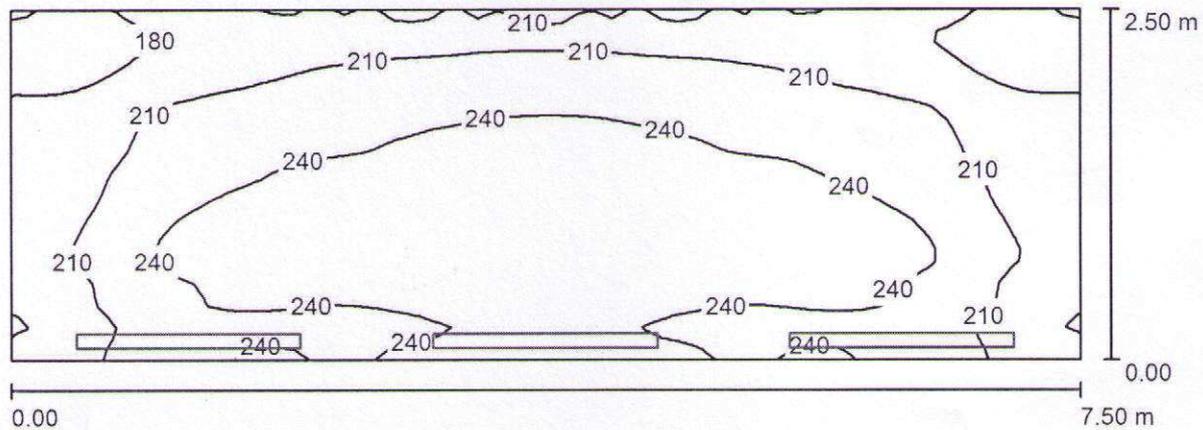
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	3	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			11936	15600	165.0

Potenza allacciata specifica:  $11.58 \text{ W/m}^2 = 4.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.25 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S1 - AREA RESTROSTANTE SERBATOI / Output pagina singola



Altezza locale: 6.000 m, Altezza di montaggio: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	224	160	268	0.714
Pavimento	8	177	136	201	0.767
Soffitto	68	75	59	85	0.777
Pareti (4)	68	160	55	3401	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 64 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

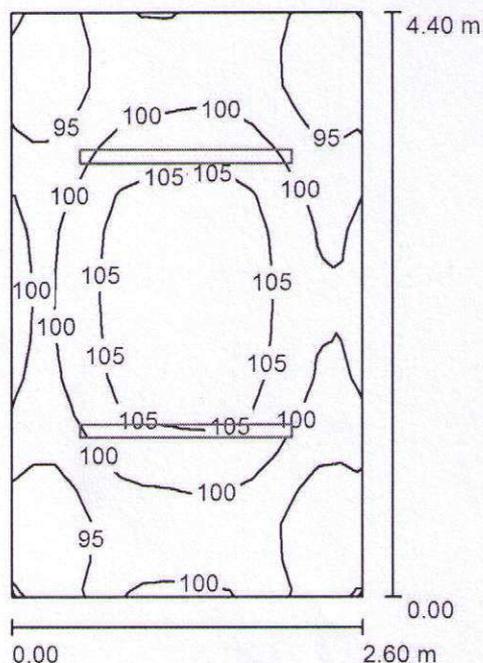
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	3	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			11936	15600	165.0

Potenza allacciata specifica:  $8.80 \text{ W/m}^2 = 3.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.75 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S1 - AREA GRIGLIATA / Output pagina singola



Altezza locale: 6.000 m, Altezza di montaggio: 6.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	100	86	109	0.858
Pavimento	2	100	86	109	0.867
Soffitto	68	240	148	790	0.617
Pareti (4)	68	164	41	520	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.000 m  
Reticolo: 16 x 16 Punti  
Zona margine: 0.000 m

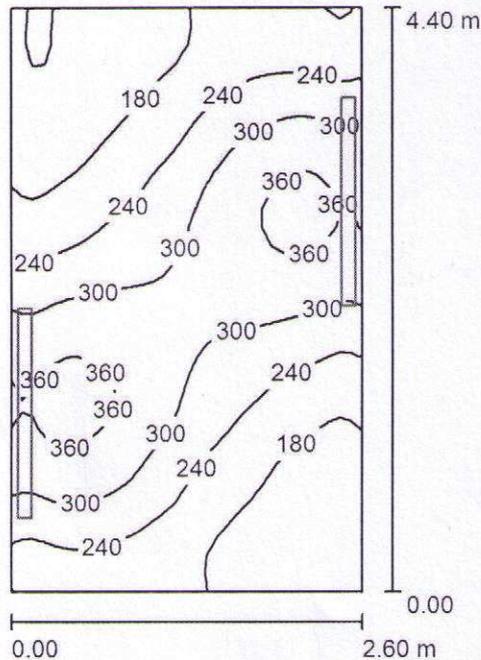
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $9.62 \text{ W/m}^2 = 9.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.44 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S1 - VASCA POMPE / Output pagina singola



Altezza locale: 2.250 m, Altezza di montaggio: 2.250 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	250	112	383	0.448
Pavimento	8	190	120	235	0.632
Soffitto	6	197	68	1598	0.347
Pareti (4)	68	224	76	4877	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

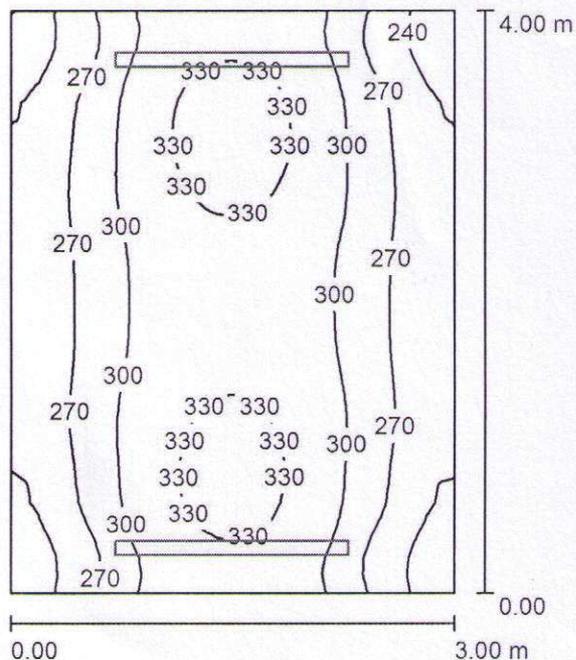
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $9.62 \text{ W/m}^2 = 3.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.44 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

**STAZIONE S7 - ZONA QUADRI / Output pagina singola**



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	291	212	341	0.730
Pavimento	8	224	179	253	0.800
Soffitto	68	230	117	1014	0.508
Pareti (4)	68	246	108	1781	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

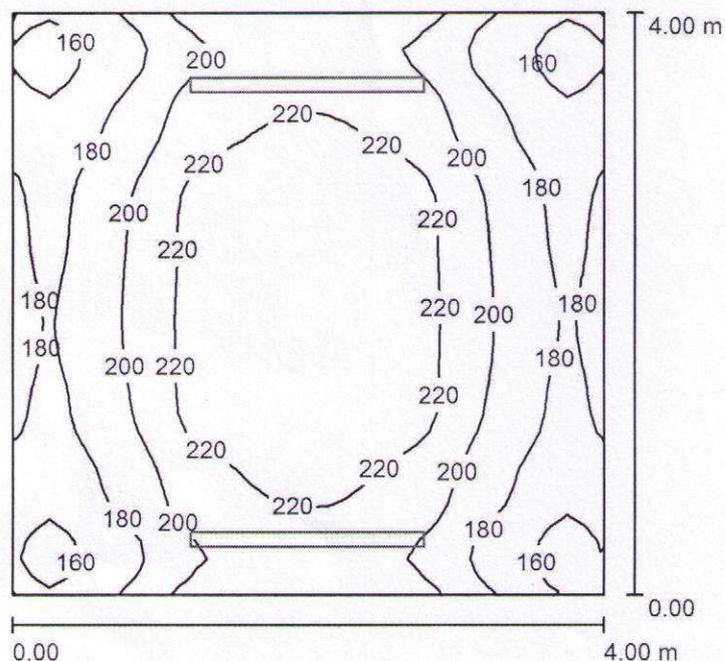
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $9.17 \text{ W/m}^2 = 3.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.00 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S7 - ZONA GRIGL. SUPERIORE (PARAPETTI) / Output pagina singola



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	200	144	237	0.720
Pavimento	19	200	148	237	0.744
Soffitto	68	179	92	883	0.511
Pareti (4)	68	201	101	1433	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.000 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

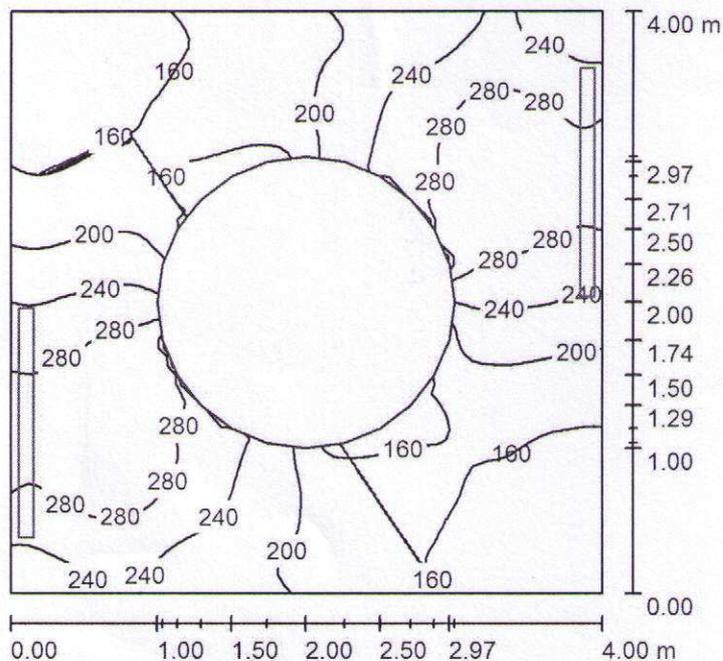
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $6.88 \text{ W/m}^2 = 3.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

STAZIONE S7 - ZONA GRIGL. INFERIORE (SERBATOIO) / Output pagina singola



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	215	120	318	0.558
Pavimento	8	129	11	230	0.088
Soffitto	80	204	70	2033	0.341
Pareti (4)	68	213	58	5089	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 64 x 64 Punti  
Zona margine: 0.000 m

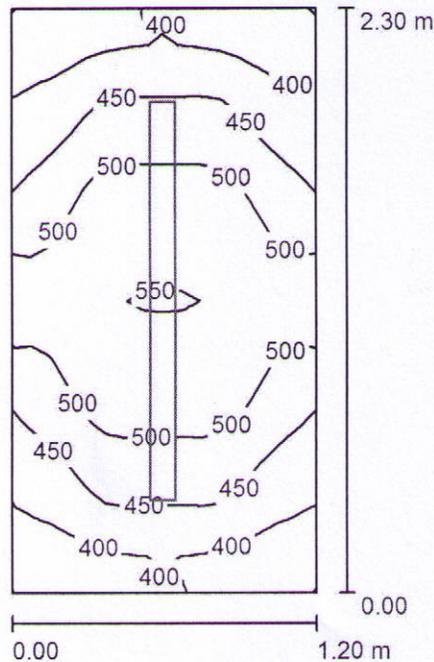
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $6.88 \text{ W/m}^2 = 3.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S1 - LOC. MISURE / Output pagina singola



Altezza locale: 2.400 m, Altezza di montaggio: 2.400 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	465	347	551	0.746
Pavimento	27	286	238	318	0.831
Soffitto	68	497	264	960	0.532
Pareti (4)	68	407	145	1067	/

**Superficie utile:**

Altezza:	0.850 m
Reticolo:	32 x 16 Punti
Zona margine:	0.000 m

**UGR**

	Longitudinale-	Trasversale	verso l'asse lampade
Parete sinistra	18	15	
Parete inferiore	18	15	
(CIE, SHR = 0.25.)			

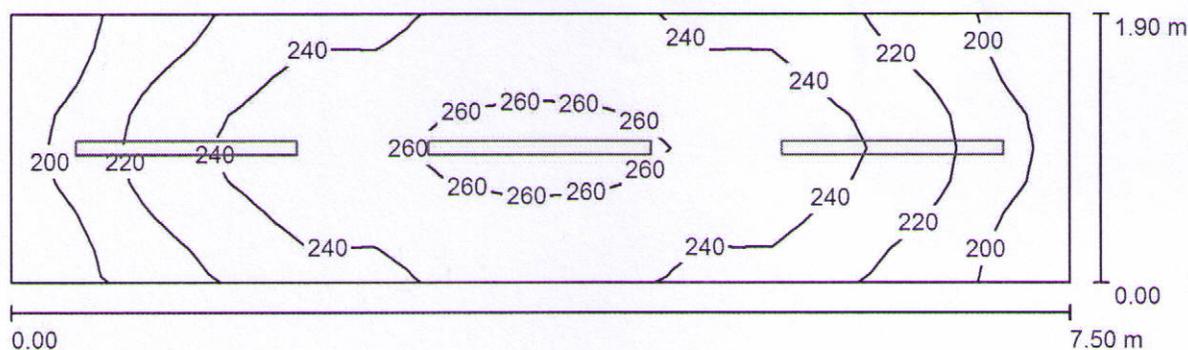
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
			Totale: 3979	Totale: 5200	55.0

Potenza allacciata specifica:  $19.93 \text{ W/m}^2 = 4.29 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $2.76 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S1 - ZONA QUADRI ELETTRICI / Output pagina singola



Altezza locale: 4.050 m, Altezza di montaggio: 4.050 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	233	184	264	0.791
Pavimento	8	181	144	205	0.793
Soffitto	68	290	174	818	0.600
Pareti (4)	68	243	76	609	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 8 Punti  
Zona margine: 0.000 m

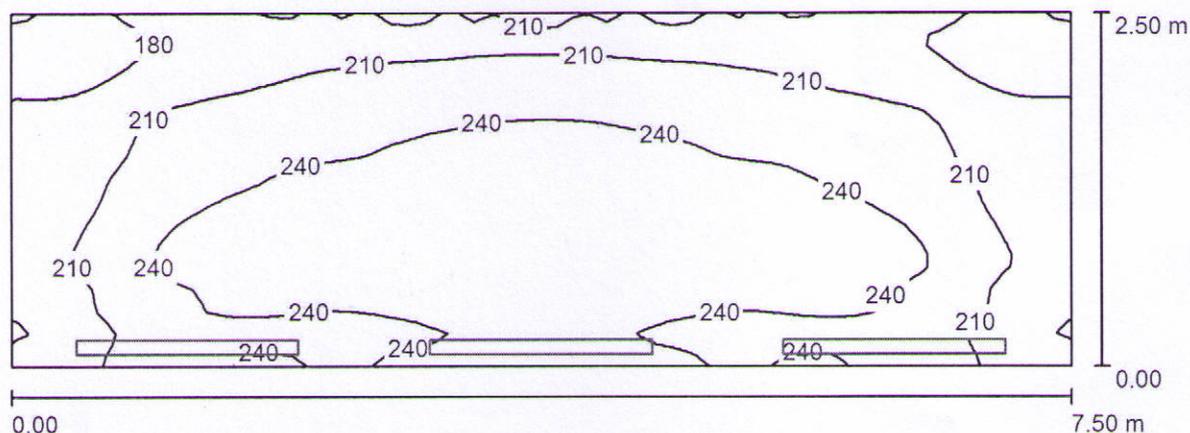
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	3	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			11936	15600	165.0

Potenza allacciata specifica:  $11.58 \text{ W/m}^2 = 4.96 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $14.25 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S1 - AREA RESTROSTANTE SERBATOI / Output pagina singola



Altezza locale: 6.000 m, Altezza di montaggio: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:54

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	224	160	268	0.714
Pavimento	8	177	136	201	0.767
Soffitto	68	75	59	85	0.777
Pareti (4)	68	160	55	3401	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 64 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

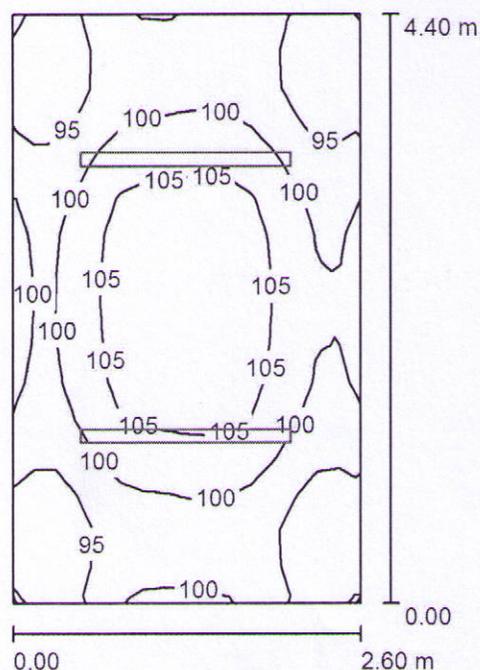
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	3	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			11936	15600	165.0

Potenza allacciata specifica:  $8.80 \text{ W/m}^2 = 3.93 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $18.75 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S1 - AREA GRIGLIATA / Output pagina singola



Altezza locale: 6.000 m, Altezza di montaggio: 6.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	100	86	109	0.858
Pavimento	2	100	86	109	0.867
Soffitto	68	240	148	790	0.617
Pareti (4)	68	164	41	520	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.000 m  
Reticolo: 16 x 16 Punti  
Zona margine: 0.000 m

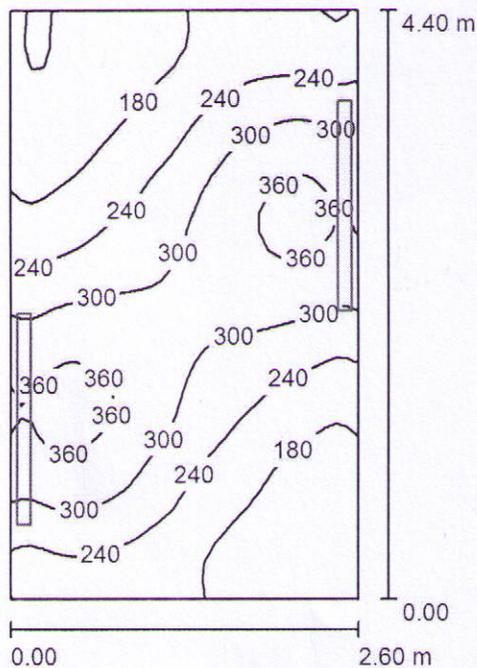
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $9.62 \text{ W/m}^2 = 9.63 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.44 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S1 - VASCA POMPE / Output pagina singola



Altezza locale: 2.250 m, Altezza di montaggio: 2.250 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:57

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	250	112	383	0.448
Pavimento	8	190	120	235	0.632
Soffitto	6	197	68	1598	0.347
Pareti (4)	68	224	76	4877	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

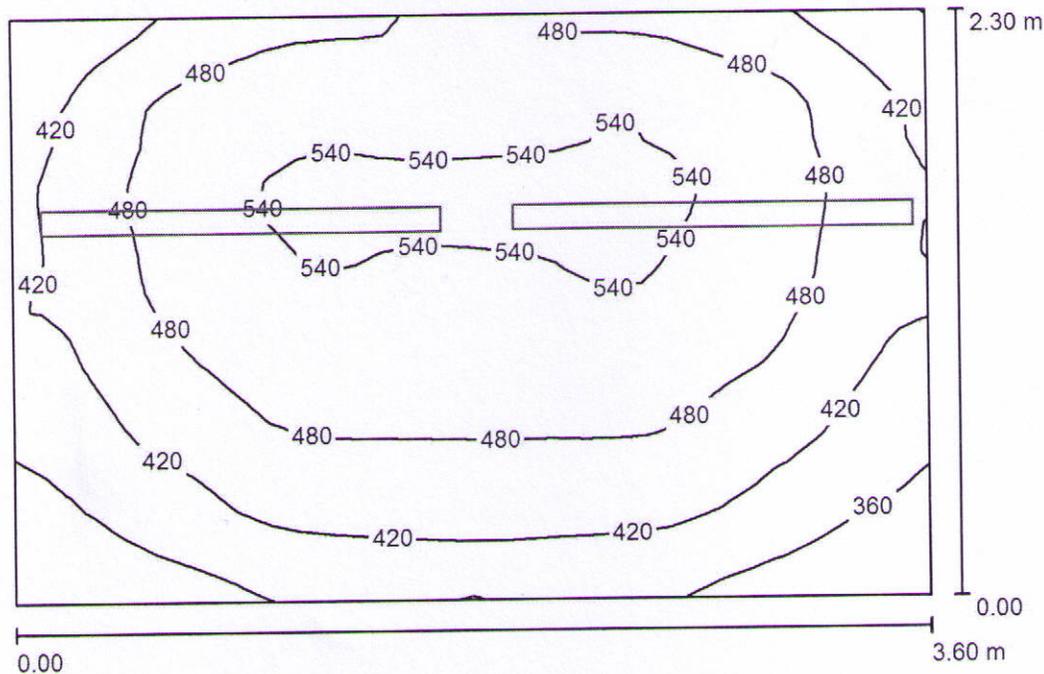
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $9.62 \text{ W/m}^2 = 3.84 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $11.44 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S1 - LOC. CABINA UTENTE / Output pagina singola



Altezza locale: 2.400 m, Altezza di montaggio: 2.400 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:30

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	464	303	556	0.653
Pavimento	27	342	262	388	0.768
Soffitto	68	351	189	928	0.539
Pareti (4)	68	374	177	1466	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

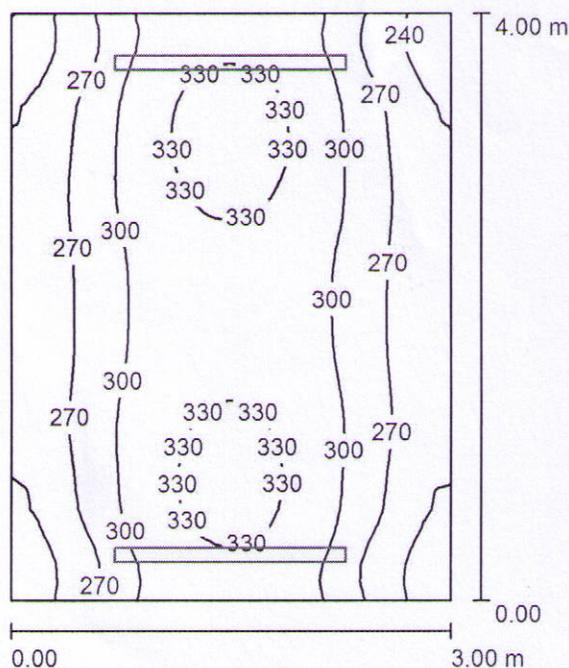
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
			Totale: 7957	Totale: 10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $13.29 \text{ W/m}^2 = 2.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $8.28 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

## STAZIONE S7 - ZONA QUADRI / Output pagina singola



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	291	212	341	0.730
Pavimento	8	224	179	253	0.800
Soffitto	68	230	117	1014	0.508
Pareti (4)	68	246	108	1781	/

**Superficie utile:**

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

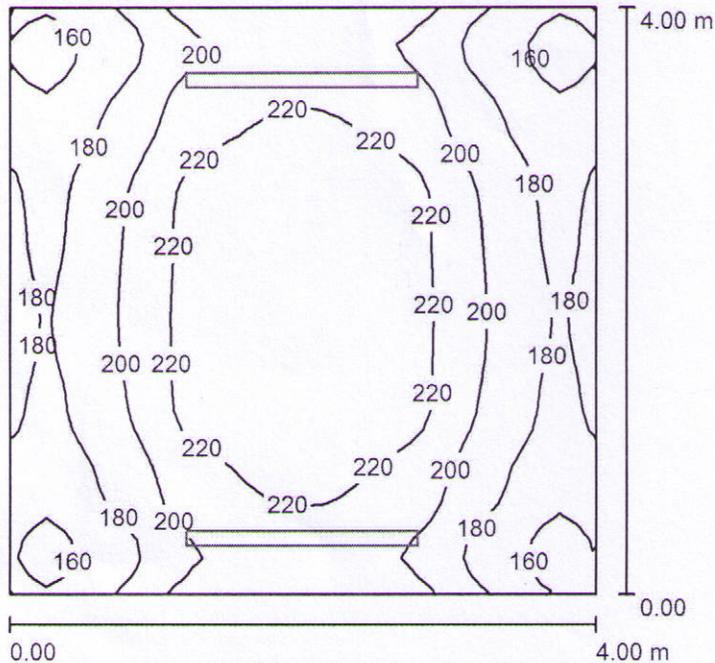
**Distinta lampade**

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $9.17 \text{ W/m}^2 = 3.15 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $12.00 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S7 - ZONA GRIGL. SUPERIORE (PARAPETTI) / Output pagina singola



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	200	144	237	0.720
Pavimento	19	200	148	237	0.744
Soffitto	68	179	92	883	0.511
Pareti (4)	68	201	101	1433	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.000 m  
Reticolo: 32 x 32 Punti  
Zona margine: 0.000 m

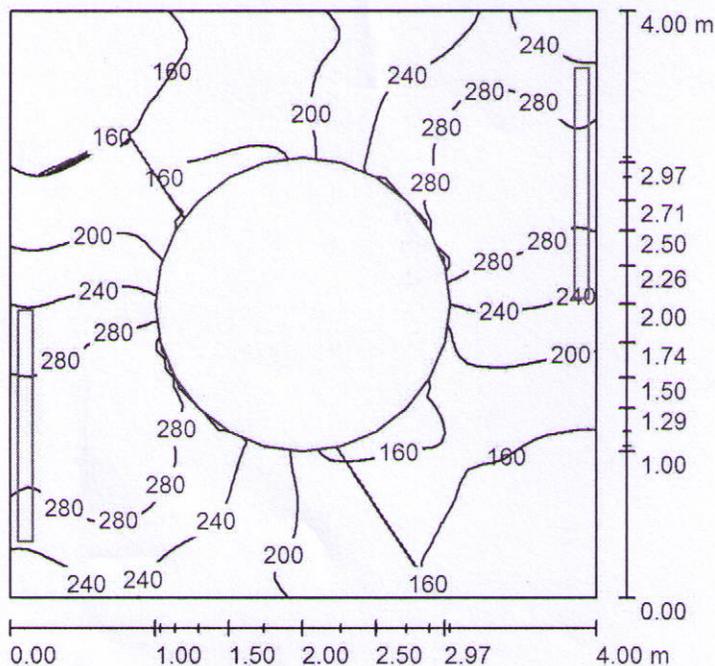
#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $6.88 \text{ W/m}^2 = 3.44 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

Redattore  
Telefono  
Fax  
e-Mail

### STAZIONE S7 - ZONA GRIGL. INFERIORE (SERBATOIO) / Output pagina singola



Altezza locale: 2.800 m, Altezza di montaggio: 2.800 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:52

Superficie	$\rho$ [%]	$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$
Superficie utile	/	215	120	318	0.558
Pavimento	8	129	11	230	0.088
Soffitto	80	204	70	2033	0.341
Pareti (4)	68	213	58	5089	/

#### Superficie utile:

Altezza: 0.850 m  
Reticolo: 64 x 64 Punti  
Zona margine: 0.000 m

#### Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	$\Phi$ (Lampada) [lm]	$\Phi$ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	3F Filippi 5222 3F Linda Inox 1x58 HF (1.000)	3979	5200	55.0
Totale:			7957	10400	110.0

Potenza allacciata specifica:  $6.88 \text{ W/m}^2 = 3.19 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$  (Base:  $16.00 \text{ m}^2$ )

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

**Valutazione del rischio  
e scelta delle misure di protezione**

## SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Febbraio 2014;
- CEI 81-30  
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).  
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"  
Febbraio 2014.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

## **4. DATI INIZIALI**

### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_g = 1 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **4.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 10,7    B (m): 5    H (m): 4,5    Hmax (m): 4,5

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;
- rischio R2;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ENERGIA
- Linea di segnale: TELECONTROLLO

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

## **5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 4,32E-10

RB: 0,00E+00

RU(ELETTRICO): 2,47E-12

RV(ELETTRICO): 0,00E+00

RU(TELECONTROLLO): 1,23E-10

RV(TELECONTROLLO): 0,00E+00

Totale: 5,58E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,58E-10

#### **6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 5,58E-10$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

### **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### **6.2.1 Calcolo del rischio R2**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura  
RB: 0,00E+00  
RC: 1,05E-05  
RM: 6,83E-07  
RV(ELETTRICO): 0,00E+00  
RW(ELETTRICO): 6,00E-08  
RZ(ELETTRICO): 1,80E-06  
RV(TELECONTROLLO): 0,00E+00  
RW(TELECONTROLLO): 3,00E-06  
RZ(TELECONTROLLO): 1,50E-04  
Totale: 1,66E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 1,66E-04

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo  $R2 = 1,66E-04$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$

## **7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 5,58E-10$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo  $R2 = 1,66E-04$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2  
SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E'  
NECESSARIA.

Data 01/09/2015

Timbro e firma

## 9. APPENDICI

### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 10,7    B (m): 5    H (m): 4,5    Hmax (m): 4,5  
Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 1

### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) L = 15

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

Caratteristiche della linea: TELECONTROLLO

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 15

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

### APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )

Pericoli particolari: nessuno ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: ELETTRICO

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Impianto interno: TELECONTROLLO

Alimentato dalla linea TELECONTROLLO

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 36

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,11E-07

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 0,00E+00

Rischio 2

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 0,00E+00

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2) LC = LM = LW = LZ = 1,00E-02

Rischio 4

Valore dei muri (€): 100000

Valore del contenuto (€): 1000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 120000

Valore totale della struttura (€): 221000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 5,43E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 0,00E+00

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

## APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile FT = 0,1

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente rf alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente rt alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Struttura

FS1: 1,05E-03

FS2: 6,83E-05

FS3: 3,12E-04

FS4: 1,52E-02

Totale: 1,66E-02

## **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

### Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 1,05E-03 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 3,96E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,05E-03

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 3,96E-01

### Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

#### ENERGIA

AL = 0,000600 km<sup>2</sup>

AI = 0,060000 km<sup>2</sup>

#### TELECONTROLLO

AL = 0,000600 km<sup>2</sup>

AI = 0,060000 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

#### ENERGIA

NL = 0,000300

NI = 0,030000

#### TELECONTROLLO

NL = 0,000300

NI = 0,030000

## **APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

### Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (ELETTRICO) = 1,00E+00

PC (TELECONTROLLO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (ELETTRICO) = 1,28E-04

PM (TELECONTROLLO) = 4,44E-05

PM = 1,72E-04

PU (ELETTRICO) = 2,00E-02

PV (ELETTRICO) = 2,00E-02

PW (ELETTRICO) = 2,00E-02

PZ (ELETTRICO) = 6,00E-03

PU (TELECONTROLLO) = 1,00E+00  
PV (TELECONTROLLO) = 1,00E+00  
PW (TELECONTROLLO) = 1,00E+00  
PZ (TELECONTROLLO) = 5,00E-01

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

**Valutazione del rischio  
e scelta delle misure di protezione**

## SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Febbraio 2014;
- CEI 81-30  
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).  
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"  
Febbraio 2014.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

## **4. DATI INIZIALI**

### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 1 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **4.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 5,05    B (m): 2,5    H (m): 2,6    Hmax (m): 2,6

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;
- rischio R2;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ENERGIA MT
- Linea di energia: ENERGIA BT
- Linea di segnale: TELECONTROLLO

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di

protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

## **5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 5,89E-11

RB: 0,00E+00

RU(ELETTRICO BT): 5,49E-13

RV(ELETTRICO BT): 0,00E+00

RU(TELECONTROLLO): 5,49E-11

RV(TELECONTROLLO): 0,00E+00

Totale: 1,14E-10

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 1,14E-10

#### **6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 1,14E-10$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

## **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### **6.2.1 Calcolo del rischio R2**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura  
RB: 0,00E+00  
RC: 3,22E-06  
RM: 4,23E-07  
RV(ELETTRICO BT): 0,00E+00  
RW(ELETTRICO BT): 3,00E-08  
RZ(ELETTRICO BT): 9,00E-07  
RV(TELECONTROLLO): 0,00E+00  
RW(TELECONTROLLO): 3,00E-06  
RZ(TELECONTROLLO): 1,50E-04  
Totale: 1,58E-04

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 1,58E-04

### **6.2.2 Analisi del rischio R2**

Il rischio complessivo  $R2 = 1,58E-04$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$

## **7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 1,14E-10$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo  $R2 = 1,58E-04$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-03$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## **8. CONCLUSIONI**

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2  
SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E'  
NECESSARIA.

Data 01/09/2015

Timbro e firma

## 9. APPENDICI

### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 5,05    B (m): 2,5    H (m): 2,6    Hmax (m): 2,6

Coefficiente di posizione: isolata (CD = 1)

Schermo esterno alla struttura: assente

Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 1

### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: ENERGIA BT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) L = 15

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: TELECONTROLLO

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m) L = 15

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Caratteristiche della linea: ENERGIA MT

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT

Lunghezza (m) L = 15

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): rurale

Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate:  $R \leq 1$  ohm/km

SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

### APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )

Pericoli particolari: nessuno ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )  
Schermatura di zona: assente  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: ELETTRICO BT

Alimentato dalla linea ENERGIA BT  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 2,5 kV  
Sistema di SPD - livello: I ( $PSPD = 0,01$ )

Impianto interno: TELECONTROLLO

Alimentato dalla linea TELECONTROLLO  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a  $0,5 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,01$ )  
Tensione di tenuta: 1,5 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 16  
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,83E-07$   
Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 2

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$   
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 1,00E-02$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 40000  
Valore del contenuto (€): 1000  
Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 50000  
Valore totale della struttura (€): 91000  
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 5,49E-05$   
Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv  
Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz  
Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

## APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile  $FT = 0,1$   
Non è stata considerata la perdita di animali  
Applicazione del coefficiente  $r_f$  alla probabilità di danno PEB e PB: no  
Applicazione del coefficiente  $r_t$  alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura  
FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura  
FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Struttura

FS1: 3,22E-04

FS2: 4,23E-05

FS3: 3,06E-04

FS4: 1,51E-02

Totale: 1,58E-02

## **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 3,22E-04 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 3,90E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 3,22E-04

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 3,90E-01

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

ENERGIA MT

AL = 0,000600 km<sup>2</sup>

AI = 0,060000 km<sup>2</sup>

ENERGIA BT

AL = 0,000600 km<sup>2</sup>

AI = 0,060000 km<sup>2</sup>

TELECONTROLLO

AL = 0,000600 km<sup>2</sup>

AI = 0,060000 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

ENERGIA MT

NL = 0,000060

NI = 0,006000

ENERGIA BT

NL = 0,000300

NI = 0,030000

TELECONTROLLO

NL = 0,000300

NI = 0,030000

#### **APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (ELETTRICO BT) = 1,00E+00

PC (TELECONTROLLO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (ELETTRICO BT) = 6,40E-05

PM (TELECONTROLLO) = 4,44E-05

PM = 1,08E-04

PU (ELETTRICO BT) = 1,00E-02

PV (ELETTRICO BT) = 1,00E-02

PW (ELETTRICO BT) = 1,00E-02

PZ (ELETTRICO BT) = 3,00E-03

PU (TELECONTROLLO) = 1,00E+00

PV (TELECONTROLLO) = 1,00E+00

PW (TELECONTROLLO) = 1,00E+00

PZ (TELECONTROLLO) = 5,00E-01

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

**Valutazione del rischio  
e scelta delle misure di protezione**

## SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Febbraio 2014;
- CEI 81-30  
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).  
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"  
Febbraio 2014.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

## **4. DATI INIZIALI**

### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale:

$$N_g = 1 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **4.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 3,6    B (m): 6,12    H (m): 0,2    Hmax (m): 0,2

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;
- rischio R2;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: POMPA 1
- Linea di energia: POMPA 2

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;

- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

## **5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 1,59E-12

RB: 0,00E+00

RU(ELETTRICO): 3,66E-12

RV(ELETTRICO): 0,00E+00

Totale: 5,25E-12

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 5,25E-12

#### **6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 5,25E-12$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

### **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### 6.2.1 Calcolo del rischio R2

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura  
RB: 0,00E+00  
RC: 8,70E-08  
RM: 6,27E-08  
RV(ELETTRICO): 0,00E+00  
RW(ELETTRICO): 2,00E-07  
RZ(ELETTRICO): 6,00E-06  
Totale: 6,35E-06

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 6,35E-06

### 6.2.2 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 6,35E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

## 7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 5,25E-12 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 6,35E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## 8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2  
SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E'  
NECESSARIA.

Data 01/09/2015

Timbro e firma

## 9. APPENDICI

## **APPENDICE - Caratteristiche della struttura**

Dimensioni: A (m): 3,6    B (m): 6,12    H (m): 0,2    Hmax (m): 0,2  
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25)  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 1

## **APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: POMPA 1  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m) L = 10  
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano

Caratteristiche della linea: POMPA 2  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m) L = 10  
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano

## **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Struttura  
Tipo di zona: interna  
Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )  
Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )  
Pericoli particolari: nessuno ( $h = 1$ )  
Protezioni antincendio: nessuna ( $r_p = 1$ )  
Schermatura di zona: assente  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: ELETTRICO  
Alimentato dalla linea POMPA 1  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,01$ )  
Tensione di tenuta: 2,5 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD = 1)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura  
Rischio 1  
Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 16  
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 1,83E-07  
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 0,00E+00

Rischio 2

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 1,00E-02$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 40000

Valore del contenuto (€): 1000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 30000

Valore totale della struttura (€): 71000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 4,23E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

#### **APPENDICE - Frequenza di danno**

Frequenza di danno tollerabile  $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente  $r_f$  alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente  $r_t$  alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Struttura

FS1:  $8,70E-06$

FS2:  $6,27E-06$

FS3:  $2,00E-05$

FS4:  $6,00E-04$

Totale:  $6,35E-04$

#### **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 3,48E-05 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 3,92E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 8,70E-06$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 3,92E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

POMPA 1

AL = 0,000400 km<sup>2</sup>

AI = 0,040000 km<sup>2</sup>

POMPA 2

AL = 0,000400 km<sup>2</sup>

AI = 0,040000 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

POMPA 1

NL = 0,000020

NI = 0,002000

POMPA 2

NL = 0,000020

NI = 0,002000

#### **APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (ELETTRICO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (ELETTRICO) = 1,60E-05

PM = 1,60E-05

PU (ELETTRICO) = 1,00E+00

PV (ELETTRICO) = 1,00E+00

PW (ELETTRICO) = 1,00E+00

PZ (ELETTRICO) = 3,00E-01

# **RELAZIONE TECNICA**

## **Protezione contro i fulmini**

**Valutazione del rischio  
e scelta delle misure di protezione**

## SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
  - 6.2 Rischio  $R_2$ 
    - 6.2.1 Calcolo del rischio  $R_2$
    - 6.2.2 Analisi del rischio  $R_2$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

## **1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO**

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Febbraio 2014;
- CEI 81-30  
"Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).  
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"  
Febbraio 2014.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

## **4. DATI INIZIALI**

### **4.1 Densità annua di fulmini a terra**

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di  $N_g$ "), vale:

$$N_g = 1 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### **4.2 Dati relativi alla struttura**

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 7,9    B (m): 4,6    H (m): 3,85    Hmax (m): 3,85

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: servizio - acqua

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita di servizio pubblico
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;
- rischio R2;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

### **4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne**

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ELETTRICA
- Linea di energia: ELETTRICA G.E.

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

### **4.4 Definizione e caratteristiche delle zone**

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di

protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

## **5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura

RA: 7,64E-11

RB: 0,00E+00

RU(ELETTRICO): 2,47E-13

RV(ELETTRICO): 0,00E+00

Totale: 7,66E-11

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 7,66E-11

#### **6.1.2 Analisi del rischio R1**

Il rischio complessivo  $R1 = 7,66E-11$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$

### **6.2 Rischio R2: perdita di servizi pubblici essenziali**

### 6.2.1 Calcolo del rischio R2

I valori delle componenti ed il valore del rischio R2 sono di seguito indicati.

Z1: Struttura  
RB: 0,00E+00  
RC: 1,86E-06  
RM: 5,04E-07  
RV(ELETTRICO): 0,00E+00  
RW(ELETTRICO): 6,00E-09  
RZ(ELETTRICO): 1,80E-07  
Totale: 2,55E-06

Valore totale del rischio R2 per la struttura: 2,55E-06

### 6.2.2 Analisi del rischio R2

Il rischio complessivo R2 = 2,55E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03

## 7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 7,66E-11 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Poiché il rischio complessivo R2 = 2,55E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-03 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## 8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1 R2  
SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E'  
NECESSARIA.

Data 01/09/2015

Timbro e firma

## 9. APPENDICI

## **APPENDICE - Caratteristiche della struttura**

Dimensioni: A (m): 7,9    B (m): 4,6    H (m): 3,85    Hmax (m): 3,85  
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza maggiore (CD = 0,25)  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km<sup>2</sup>) Ng = 1

## **APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche**

Caratteristiche della linea: ELETTRICA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) L = 15

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

Caratteristiche della linea: ELETTRICA G.E.

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m) L = 20

Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

## **APPENDICE - Caratteristiche delle zone**

Caratteristiche della zona: Struttura

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: cemento ( $r_t = 0,01$ )

Rischio di incendio: nessuno ( $r_f = 0$ )

Pericoli particolari: nessuno ( $h = 1$ )

Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: ELETTRICO

Alimentato dalla linea ELETTRICA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 0,2$ )

Tensione di tenuta: 2,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 36

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,11E-07

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischio 2

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R2)  $LC = LM = LW = LZ = 1,00E-02$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 65000

Valore del contenuto (€): 1000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 40000

Valore totale della struttura (€): 106000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4)  $LC = LM = LW = LZ = 3,77E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R4)  $LB = LV = 0,00E+00$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 2: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

#### **APPENDICE - Frequenza di danno**

Frequenza di danno tollerabile  $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

Applicazione del coefficiente  $r_f$  alla probabilità di danno PEB e PB: no

Applicazione del coefficiente  $r_t$  alla probabilità di danno PTA e PTU: no

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

FS3: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulle linee entranti nella struttura

FS4: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alle linee entranti nella struttura

Zona

Z1: Struttura

FS1:  $1,86E-04$

FS2:  $5,04E-05$

FS3:  $1,19E-06$

FS4:  $1,80E-05$

Totale:  $2,56E-04$

#### **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 7,44E-04 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 3,94E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 1,86E-04$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 3,94E-01$

Linee elettriche

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) e indiretta (AI) delle linee:

ELETTRICA

AL = 0,000600 km<sup>2</sup>

AI = 0,060000 km<sup>2</sup>

ELETTRICA G.E.

AL = 0,000800 km<sup>2</sup>

AI = 0,080000 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) e indiretta (NI) delle linee:

ELETTRICA

NL = 0,000030

NI = 0,003000

ELETTRICA G.E.

NL = 0,000040

NI = 0,004000

#### **APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta**

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (ELETTRICO) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (ELETTRICO) = 1,28E-04

PM = 1,28E-04

PU (ELETTRICO) = 2,00E-02

PV (ELETTRICO) = 2,00E-02

PW (ELETTRICO) = 2,00E-02

PZ (ELETTRICO) = 6,00E-03

**TABELLA COORDINAMENTO CAVI INTERRUTTORI - 1 -**

Imp. N°	I <sup>n</sup> <sub>k1</sub> GE (subtrans. monofase) kA	Cavi da GE mm <sup>2</sup>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> MA <sup>2</sup> s	I <sup>2</sup> t MA <sup>2</sup> s	Verifica K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> > I <sup>2</sup> t	Ib A In A Iz A	Interruttore GE (m-t-d) Taglia/Tarat. a bordo m.	Verifica In ≤ Iz	Icn, Icu > I <sup>n</sup> <sub>k1</sub>
S1	14,4 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 2,16)	2x185	2.799	≈2	Positiva	722 720 729	Scatolato Da 800A Reg. 720 A Im = 3In	Positiva	Positiva
S2	1,23 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,258)	25	12,78	≈0,1	Positiva	40,4  151	Scatolato Reg. 90 A Im = 3In	Positiva	Positiva
S3	1,1 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,171)	16	5,23	≈0,09	Positiva	20,2 63 118	63 A	Positiva	Positiva
S4	3,6 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,54)	95	184,55	≈0,2	Positiva	88 180 316	Scatolato Da 250 Reg.180 A	Positiva	Positiva
S4	3,6 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,54)	Linea serv Per GE 25	12,78	≈0,04	Positiva	16 16 151	Mod 4x16A/C	Positiva	Positiva
S5	Da "S6"	25	12,78	≈0,06	Positiva	10,5 32 151	Mod 4x32A/D	Positiva	Positiva
S6	0,75 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,112)								
S7	1,23 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,258)	16	5,23	≈0,1	Positiva	86  118	Scatolato Reg. 90 A Im = 3In	Positiva	Positiva
S7	1,23 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,258)	Da Q-COM a Q-1/2 privil. 35	25,05	≈0,1	Positiva	86  93	Scatolato Reg. 90 A/B	Positiva	Positiva
S8	2,3 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,345)	25	12,78	≈0,1	Positiva	38,9 115 151	Scatolato Reg. 115 A Im = 3In	Positiva	Positiva
S8	2,3 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,345)	da Q- COMM → Q-2 25	12,78	≈0,1	Positiva	38,9 115 120	Scatolato Reg. 115 A Im = 3In	Positiva	Positiva
S9	2,3 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,345)	25	12,78	≈0,1	Positiva	38,9 115 120	Scatolato Reg. 115 A Im = 3In	Positiva	Positiva
S9	2,3 (I <sup>n</sup> <sub>k</sub> 0,345)	da Q- COMM → Q-2 25	12,78	≈0,1	Positiva	38,9 115 120	Scatolato Reg. 115 A Im = 3In	Positiva	Positiva

**TABELLA COORDINAMENTO CAVI INTERRUTTORI - 2 -**

Imp. Nç	Ik rete	Cavi da kWh mm <sup>2</sup>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> MA <sup>2</sup> s	I <sup>2</sup> t MA <sup>2</sup> s	Verifica K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> > I <sup>2</sup> t	Ib A In A Iz B	Interruttore GE (m-t-d) Taglia/Tarat.	Verifica In ≤ Iz	Icn, Icu > Ik
S1	10,5 kA	Da trafo a Q-GEN-BT 2x185	2.799	1	Positiva	578 550 607	Scatolato 4x630 Reg. 550	Positiva	Positiva
S1	10,5 kA	Da Q-GEN-BT a RIFASAT. 1x70	100,2	0,4	Positiva	115 120 202	Scatolato 4x250 Rel 160 A Reg. = 120	Positiva	Positiva
S2	10 kA				Positiva			Positiva	Positiva
S3	10 kA	16	5,23	0,06	Positiva	20,2 50 118	Mod 4x50 A/D	Positiva	Positiva
S4	15 kA				Positiva			Positiva	Positiva
S5	/				Positiva			Positiva	Positiva
S6	10 kA				Positiva			Positiva	Positiva
S7	10 kA	16	5,23	0,07	Positiva	38 80 118	Mod 4x80 A/D	Positiva	Positiva
S8	10 kA								
S9	10 kA								
S10	10 kA	6	0,737	0,05	Positiva	5,6 25 66	Mod 4x25A/D	Positiva	Positiva
S13	10 kA	6	0,737	0,05	Positiva	5,6 25 66	Mod 4x25A/D	Positiva	Positiva
S14	10 kA	6	0,737	0,05	Positiva	5,6 25 66	Mod 4x25A/D	Positiva	Positiva
S15	10 kA	6	0,737	0,05	Positiva	5,6 25 66	Mod 4x25A/D	Positiva	Positiva
S16	10 kA	6	0,737	0,06	Positiva	10,5 32 66	Mod 4x32A/D	Positiva	Positiva

**TABELLA COORDINAMENTO CAVI INTERRUTTORI - 3 -**

Imp. N°	Ik rete	Cavi pompe mm <sup>2</sup>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> MA <sup>2</sup> s	I <sup>2</sup> t	Verifica K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> > I <sup>2</sup> t	Ib A In A Iz B	Interruttore GE (m-t-d) Taglia/Tarat.	Verifica In ≤ Iz	Icn, Icu > Ik
S1	10,5 kA	95	184,5	0,4	Positiva	127,3 130 171	4x250 Relè 112÷160 (RT=127,3 A)	Positiva	Positiva
S2	10 kA	6	0,737	0,07	Positiva	20,2 40 55	Mod 40A/C (RT=20,2 A)	Positiva	Positiva
S3	10 kA	//							
S4	15 kA	25	12,78	0,07	Positiva	44 80 94	Mod 80A/C (RT=44 A)	Positiva	Positiva
S5	/	//							
S6	10 kA	//							
S7	10 kA	10	2,04	0,07	Positiva	20,2 40 43	Mod 40A/C (RT=20,2 A)	Positiva	Positiva
S7	10 kA	Pompe Vuoto 6	2,04 0,737	0,06	Positiva	14,2 32 32	Mod 32A/C (RT=14,2 A)	Positiva	Positiva
S8	10 kA	16 P 1/2	5,23	0,09	Positiva	38,9 63 95	Mod 63 A/C (RT=38,9 A)	Positiva	Positiva
S8	10 kA	6 P 3	0,737	0,04	Positiva	6 16 69	Mod 16 A/C (RT=6 A)	Positiva	Positiva
S9	10 kA	16 P 1/2	5,23	0,09	Positiva	38,9 63 95	Mod 63 A/C (RT=38,9 A)	Positiva	Positiva
S9	10 kA	6 P 3	0,737	0,035	Positiva	6 16 69	Mod 16 A/C (RT=6 A)	Positiva	Positiva

## VALORE DI $N_G$ (CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$N_G = 1,00$  fulmini / (anno km<sup>2</sup>)

POSIZIONE IMPIANTO "S1"

Latitudine: 37,591155° N

Longitudine: 12,805211° E

### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- I valori di  $N_G$  inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di  $N_G$  forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

Data, 01 settembre 2015

## VALORE DI $N_G$ (CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 1,00 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE IMPIANTO "S2"

Latitudine: 37,584949° N

Longitudine: 12,805267° E

### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- I valori di  $N_G$  inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di  $N_G$  forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

Data, 01 settembre 2015

## VALORE DI $N_G$ (CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$N_G = 1,00$  fulmini / (anno km<sup>2</sup>)

POSIZIONE IMPIANTO "S7"

Latitudine: 37,581716° N

Longitudine: 12,805334° E

### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- I valori di  $N_G$  inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di  $N_G$  forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

Data, 01 settembre 2015