



**COSTRUZIONE DI UNA SALA POLIVALENTE A SERVIZIO
DEL CENTRO SPORTIVO PER IL CALCIO DI CAMERLONA**

Via Sant'Egidio - Ravenna

PROGETTO DEFINITIVO - ESECUTIVO



CUP: C65H18000420004

Segretario Generale
DOTT. PAOLO NERI

Sindaco
MICHELE DE PASCALE

Assessore ai LL.PP.
ROBERTO GIOVANNI FAGNANI

Capo Servizio: Ing. CLAUDIO BONDI

Capo Area: Ing. MASSIMO CAMPRINI

Responsabile Unico del Procedimento: ing. Luca Leonelli
Coordinatore della progettazione: ing. Elisabetta Canella
Coord. sicurezza in fase di prog.: ing. Elisabetta Canella
Progettisti opere edili: arch. Massimo Dalla Torre
geom. Antonio Giacinto
Progettista opere strutturali: ing. Andrea Ravaioli
Progettista impianti elettrici: ing. Massimo Bottacini
Progettista impianti termo-idraulici: ing. Domenico Galassini
Rilievo topografico: geom. Michele Minguzzi
Elaborazione grafica: U.E.G.

0	Emissione	M. Bottacini			OTTOBRE 2019
Rev.	Descrizione	Redatto:	Controllato:	Approvato:	Data:

ELABORATO:

**PROGETTO DI IMPIANTI ELETTRICI
RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO DI IMPIANTI ELETTRICI**

Codice Intervento: FASCICOLO 2019 / 06.05 / 70	Codice Edificio: D034	Codice Fase: DE	Codice Elaborato: IE1
Scala: 1:50	File: D034-2019_06.05_70-DE-IE1-R0	Data: OTTOBRE 2019	Revisione: R0

INDICE

GENERALITA'	3
LIMITI DI PROGETTO E FORNITURA	3
RIFERIMENTI NORMATIVI	3
DATI GENERALI DI PROGETTO	6
FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA E ANALISI DEI CARICHI	7
IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA	9
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	13
IMPIANTO FOTOVOLTAICO	14
ALLEGATI	15

GENERALITA'

Il progetto definitivo in oggetto riguarda il dimensionamento dell'impianto di alimentazione elettrica e servizi connessi per un immobile ad uso civile: si tratta di un edificio di nuova costruzione all'interno di un centro sportivo, da utilizzare come sala polivalente e composto da un unico piano fuori terra, per il quale si prevedono i seguenti impianti:

- rete di distribuzione principale in bassa tensione
- rete di distribuzione secondaria f.m. alle utenze
- illuminazione interna ordinaria e di emergenza
- illuminazione esterna
- antintrusione
- ricezione televisiva
- impianto di terra
- generatore fotovoltaico

LIMITI DI PROGETTO E FORNITURA

I criteri generali di impostazione del progetto sono volti al soddisfacimento dei seguenti requisiti:

- disponibilità delle dotazioni necessarie al compimento dei servizi richiesti dall'uso dell'edificio
- sicurezza della fornitura di energia elettrica
- efficienza degli impianti, in riferimento alla limitazione dei consumi di energia primaria e alla riduzione dei costi di esercizio e manutenzione.

Il progetto prevede le seguenti lavorazioni e forniture:

- distribuzione energia elettrica dal punto di connessione alla rete di distribuzione BT, completa di cavi, quadri di distribuzione, componenti di controllo e protezione e punti di presa e connessione agli utilizzatori
- impianto di alimentazione per illuminazione interna ordinaria e di emergenza
- impianto di alimentazione per illuminazione esterna
- impianto di antenna per la ricezione dei segnali televisivi con relativa distribuzione interna
- impianto di terra
- impianto di allarme
- opere esterne per la connessione e distribuzione
- impianto di generazione fotovoltaica

RIFERIMENTI NORMATIVI

Riferimenti legislativi:

- Decreto 22 gennaio 2008, n°37: Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- L. 18 ottobre 1977 n° 791 Attuazione direttiva CEE n.73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro determinati limiti di tensione
- L. 1° Marzo 1968 n° 186 Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici
- Regolamento UE 305/2011 (CPR) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 9 marzo 2011 che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio

- Legge 11 novembre 2014, n. 164 Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, recante misure urgenti per l'apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive
- D.Lgs. 10 luglio 2017 n°159 Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE

Normativa tecnica:

- CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI 0-21 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo
- CEI 17-13 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione per le apparecchiature di assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione non di serie (ANS)
- CEI 17-44 Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali
- CEI 17-71 Guida all'applicazione delle norme dei quadri di bassa tensione
- CEI 20-22 Cavi non propaganti l'incendio
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi; parte I - tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV
- CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- CEI 23-3 Interruttori automatici per la protezione delle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- CEI 23-8 Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori
- CEI 23-17 Tubi protettivi flessibili in PVC e accessori
- CEI 23-25 Tubi per installazioni elettriche
- CEI 23-26 Tubi per installazioni elettriche. Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori (Seconda edizione)
- CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico rigido
- CEI 23-32 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete
- CEI 23-39 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-46 Sistemi di tubi accessori per installazioni elettriche - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- CEI 23-48 Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-49 Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile
- CEI 23-54 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- CEI 23-55 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
- CEI 23-56 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

- CEI 23-58 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 23-56 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche - Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- CEI 23-58 Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua (Quinta edizione)
 - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali
 - Parte 2: Definizioni
 - Parte 3: Caratteristiche generali
 - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
 - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
 - Parte 6: Verifiche
 - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
 - Parte 8: Efficienza energetica degli impianti elettrici
- CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario
- CEI 64-50 Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici e trasmissione dati. Criteri generali
- CEI 70-1 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- CEI 306-22 Disposizioni per l'infrastrutturazione degli edifici con impianti di comunicazione elettronica
Linee guida per l'applicazione della Legge 11 novembre 2014, n. 164
- CEI EN 62305 Protezione delle strutture contro i fulmini
- CEI EN 60439 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)

DATI GENERALI DI PROGETTO

Sulla base delle indicazioni fornite dal committente relativamente alla destinazione all'uso dei locali, viene elaborato un progetto impiantistico di tipologia adeguata ai luoghi rispondenti a dette indicazioni. Le destinazioni d'uso dei locali sono quelle riportate sulle planimetrie di progetto. Qualsiasi successiva modifica dei dati progettuali comporterà una nuova verifica dell'impianto progettato.

DATI DI PROGETTO		NOTE
temperatura esterna considerata	-5°C ÷ + 40°C	
altitudine	inferiore a 1000 m s.l.m.	
clima	mediterraneo temperato	
tipo di terreno	dato non disponibile	
formazione di condensa	centrali tecnicologiche	
ambienti di installazione	ordinari	
presenza di polveri	no	
presenza di liquidi (acqua) *esposizione alla pioggia	locali: solo all'esterno del fabbricato	grado di protezione IPX4

DATI ELETTRICI PARTICOLARI	VALORI	NOTE
resistività elettrica media del terreno	50 Ω·m	da verificarsi in opera
alimentazione energia elettrica	in bassa tensione	
sistema elettrico	TT	trifase+neutro
corrente di corto-circuito presunta nel punto di consegna	15 kA	dato da verificare tramite indicazione ente fornitore
potenza impegnata	30 kW	potenza di calcolo: 32,4 kW
dispositivo di protezione a monte del circuito principale interessato	MT 63 A - C	Dispositivo Generale
corrente nominale regolata	45,63 A	
tensione nominale	3F+N – 400V – 50 Hz	
alimentazione di riserva	non prevista	
massima caduta di tensione *montanti e dorsali in genere *ai morsetti degli utilizzatori (illuminazione) *ai morsetti degli utilizzatori (forza motrice)	sino al 2% sino al 4% sino al 4%	

FORNITURA DI ENERGIA ELETTRICA E ANALISI DEI CARICHI

Si considera una fornitura in bassa tensione, meglio descritta in Allegato 2, sistema trifase di I categoria a 400 V - 50 Hz - 3 conduttori di fase + conduttore neutro, potenza impegnata 30 kW:

Tipo di fornitura:	Bassa tensione
Corrente di cortocircuito della rete:	15 kA
Tensione concatenata di fornitura:	400 V
Sistema fornitura e parametri di terra	
Sistema:	TT
Resistenza di terra impianto:	3,82 ohm
Parametri elettrici	
Potenza totale assorbita:	32,4 kW
Fattore di potenza:	0,89
Corrente totale di impiego:	52,7 A
Parametri di guasto lato fornitura	
Rd a 20°C:	4,62 mohm
Xd:	14,7 mohm
R0 a 20°C:	25,4 mohm
X0:	80,8 mohm
Ik:	15,8 kA
Ik1:	6,3 kA
Contributo alla corrente di cortocircuito di rete:	0,018 kA

I carichi vengono dettagliatamente definiti in sede di calcolo dell'impianto descritto negli allegati, si riporta la tabella riepilogativa delle potenze previste:

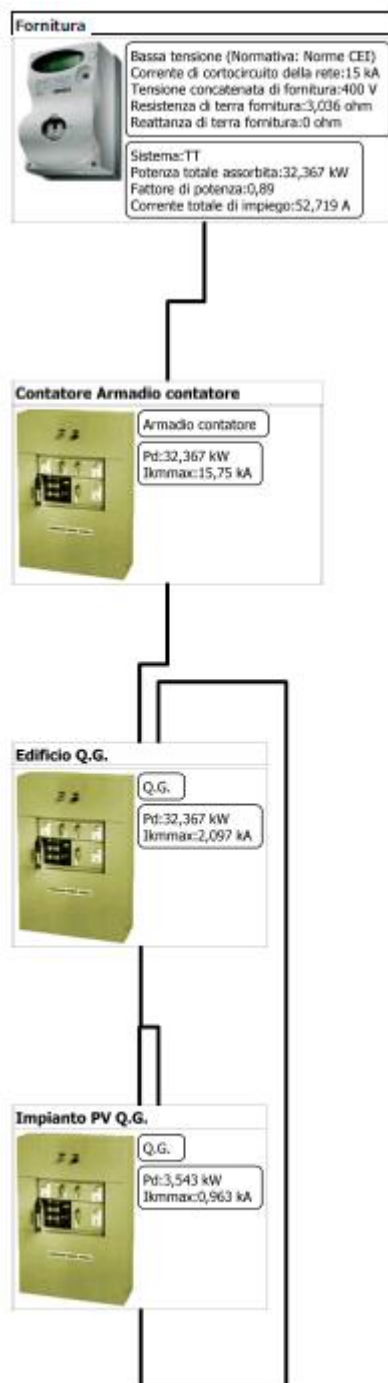
Sigla utenza	Sist.	Circuito	Vn [V]	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]
+Contatore.Armadio contatore						
DG	TT	3F+N (Distr.)	400	32,4	1	32,4
+Edificio.Q.G.						
Generale quadro	TT	3F+N (Distr.)	400	58,8	0,55	32,4
Parallelo FV	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
Unità clima	TT	3F+N (Term.)	400	7,5	1	7,5
PdC ACS	TT	L1-N (Term.)	231	2	1	2
Alim. Quadro pompe	TT	3F+N (Term.)	400	10	1	10
Angolo bar int/est	TT	3F+N (Term.)	400	15,6	0,9	14
Illuminazione	TT	L1-N (Term.)	231	0,8	1	0,8
Illuminazione est.	TT	L1-N (Distr.)	231	0,12	1	0,12
Cappa	TT	3F+N (Term.)	400	3	1	3
Quadri prese cucina	TT	3F+N (Term.)	400	62,4	0,4	24,9
Da GdM prodotta	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
(x6) Luce esterna L1	TT	L1-N (Term.)	231	0,02	1	0,02
DDG	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
+Impianto PV.Q.G.						
GdM produzione FV	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
Da DDG	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
A DDG	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
Inverter	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54
Cavi di stringa	IT	Corr. cont. (Distr.)	381,6	-3,66	1	-3,66
Campo FV	IT	Corr. cont. (Term.)	381,6	-3,66	1	-3,66

IMPIANTO DI DISTRIBUZIONE ENERGIA ELETTRICA

La distribuzione principale ha origine dal vano contatore esistente, posto in prossimità del confine dell'area. Dal vano contatore ha origine la linea montante di alimentazione in posa interrata sino al quadro generale posto in locale tecnico al piano terra.

Dal quadro generale si diramano le linee di alimentazione principali: alimentazione dell'impianto di distribuzione interna e collegamento all'impianto fotovoltaico.

Si riporta lo schema a blocchi dell'impianto:



La linea di connessione al contatore sarà in posa interrata entro cavidotto in polietilene corrugato a doppia parete, mentre la distribuzione interna è prevista in generale in posa sottotraccia entro tubo pieghevole in PVC corrugato, tranne la zona cucina dove la distribuzione è a vista in tubo rigido pvc IP40. Per l'impianto fotovoltaico si prevedono cavi isolati con guaina, che permettono la posa in aria a vista per realizzare i collegamenti di stringa, quindi in canale termoplastico rettangolare per il collegamento all'inverter.

I cavi elettrici saranno conformi al Regolamento CPR sui materiali da costruzione: nello specifico, sono previsti del tipo con classe di reazione al fuoco Eca-Cpa, adatta per edifici civili: le caratteristiche dei cavi sono riepilogate in Allegato 2.

Requisiti di sicurezza

I requisiti di sicurezza saranno relativi agli ambienti civili normali, con i relativi livelli di protezione previsti dalla norma CEI 64-8.

L'illuminazione di sicurezza è affidata a nr. 2 corpi illuminanti con lampade a led dotati di batteria tampone, di tipo estraibile e predisposti per l'accensione automatica in mancanza di tensione di rete con autonomia di 2 ore.

La protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante:

- isolamento delle parti attive, per le condutture
- involucri e barriere, per le apparecchiature di comando, protezione e manovra e gli apparecchi utilizzatori.

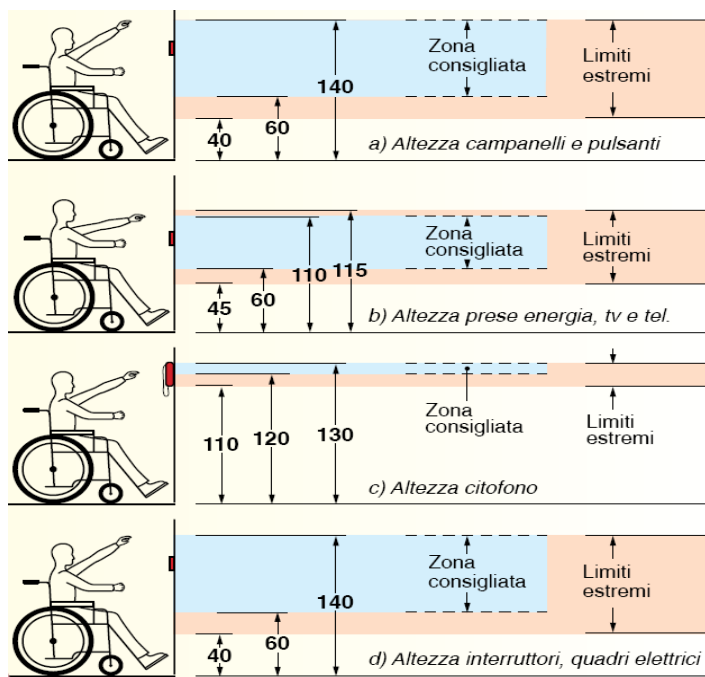
Protezione contro i contatti indiretti:

- mediante interruzione automatica del circuito ed impiego di dispositivi di protezione differenziale sui circuiti terminali e dove necessario per garantire gli opportuni tempi di intervento.

In Allegato 1 è riportata la relazione che illustra i criteri di calcolo, in Allegato 2 sono riportati le caratteristiche dei dispositivi di protezione dei circuiti e i risultati delle verifiche del calcolo di dimensionamento elettrico.

Installazione dei componenti

I componenti elettrici di comando, segnalazione e comunicazione saranno in generale del tipo ad incasso, con scatole di supporto adatte all'installazione in parete pesante, tranne nel locale cucina, dove la distribuzione è a vista. I componenti devono essere facilmente individuabili anche in condizioni di scarsa visibilità, posti ad un'altezza tra i 40 e 140 cm e protetti dal danneggiamento per l'urto, come richiesto dal D.M. 14.06.89 n°236:



Impianto di protezione contro i fulmini

Con l'applicazione delle procedure indicate dalla normativa tecnica, attualmente costituita dal gruppo di norme CEI EN 62305, l'edificio risulta autoprotetto riguardo al rischio di fulminazione diretta. Per ridurre il rischio da fulminazione indiretta si richiede l'installazione in quadro generale, immediatamente a valle dell'interruttore generale, di uno scaricatore di sovratensioni (SPD) trifase di tipo 2, con le seguenti caratteristiche:

- corrente di scarica massima I_{max} 20 kA
- corrente di scarica nominale 5 kA
- massima tensione operativa continua U_c 350 V
- livello di protezione tensione U_p 1,5 kV
- modalità di protezione comune o differenziale adattata al sistema di messa a terra TT
- configurazione cascata per protezione secondaria vicino ai carichi sensibili
- coordinazione e selettività con la versione selettiva, protezione differenziale di tipo "si"
- coordinazione con l'interruttore di disinnesco integrato: curva C, 25 A
- tenuta al cortocircuito 25 kA
- disconnessione termica di fine vita integrata
- indicazione locale e remota di sostituzione cartuccia
- conformità alle norme: IEC 61643-1 test classe 2, EN 61643-11 Tipo 2.

In Allegato 3 è riportata la relazione di valutazione del rischio da fulminazione.

Impianto di terra

Conduttori di protezione

I conduttori di protezione saranno costituiti da:

- anime di cavi multipolari

- conduttori nudi o cavi unipolari
- involucri metallici di apparecchiature costruite in fabbrica, quando sia assicurata la protezione contro il danneggiamento meccanico, chimico ed elettrochimico; sia assicurata una conduttanza almeno pari a quella risultante per il relativo conduttore di protezione; sia possibile effettuare connessioni nei punti predisposti per le derivazioni;
- rivestimenti metallici e armature di cavi, tubi protettivi e canali in metallo, quando sia assicurata la protezione contro il danneggiamento meccanico, chimico ed elettrochimico; sia assicurata una conduttanza almeno pari a quella risultante per il relativo conduttore di protezione;
- masse estranee di adeguate caratteristiche, purché sia assicurata la continuità elettrica e garantita la protezione meccanica, chimica ed elettrochimica; la conduttanza sia almeno uguale a quella del conduttore di protezione corrispondente; gli elementi non possano essere rimossi e siano stati previsti per l'impiego come conduttore di protezione.

La sezione minima dei conduttori di protezione viene scelta secondo quanto di seguito indicato solo se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale dei conduttori di fase (per calcolo particolare v. Norma CEI 64-8) :

Sezione conduttore di fase	Sezione dei conduttore di protezione
$\leq 16 \text{ mm}^2$	come sezione del conduttore di fase
$> 16 \text{ mm}^2 \text{ e } \leq 35 \text{ mm}^2$	uguale a 16 mm^2
$> 35 \text{ mm}^2$	come metà sezione dei conduttore di fase

Quando il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere inferiore a $2,5 \text{ mm}^2$ se con protezione meccanica, 4 mm^2 se non è dotato di protezione meccanica.

Conduttori equipotenziali

Per il collegamento delle strutture metalliche di sostegno al collegamento equipotenziale principale, a seconda che siano conduttori **equipotenziali principali** o conduttori **equipotenziali supplementari** devono avere le seguenti sezioni:

Conduttori equipotenziali principali :	sezione \geq a metà di quella del conduttore di protezione principale, con un minimo di 6 mm^2 (se il conduttore è in rame la sezione massima può essere 25 mm^2)
Conduttori equipotenziali supplementari :	<ul style="list-style-type: none">– sezione \geq a quella del conduttore di protezione di sezione minore se <i>connettono due masse</i> (parti conduttrici facenti parte dell'impianto elettrico).– sezione \geq a metà della sezione del conduttore di protezione della massa se <i>connettono una massa estranea</i> (parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico) <i>ad una massa</i>– sezione \geq $2,5 \text{ mm}^2$ se protetti meccanicamente, \geq 4 mm^2 se non protetti meccanicamente <i>quando connettono due masse estranee</i>– sezione \geq $2,5 \text{ mm}^2$ se protetti meccanicamente, \geq 4 mm^2 se non protetti meccanicamente <i>quando connettono una massa estranea all'impianto di terra o al conduttore di protezione</i>

Il collegamento equipotenziale supplementare può essere realizzato con masse estranee, purché sia assicurata la continuità elettrica e garantita la protezione meccanica, chimica ed elettrochimica; la conduttanza sia almeno uguale a quella del conduttore di protezione corrispondente e gli elementi non possano essere rimossi e siano stati previsti per tale impiego.

In sede esecutiva si dovrà rilevare il valore della resistività del terreno, per verificarne la compatibilità con i dati di progetto e provvedere eventualmente alla modifica delle caratteristiche dell'impianto di terra.

L'impianto di terra si prevede composto da nr. 1 picchetto in acciaio zincato, sezione a croce $50 \times 50 \times 5 \text{ mm}$, lunghezza 2 m , collegato da corda interrata in rame nudo intrecciato di sezione 35 mm^2 , a sua volta collegata all'armatura delle fondazioni.

Si riporta il riassunto del calcolo della resistenza di terra secondo CEI 64-8 e 64-12:

Riassunto parametri di calcolo impianto di terra secondo CEI 64-8 e 64-12

Tensione di terra	Ut =	50,00	V
Valore corrente di funzionamento del dispositivo automatico di protezione	Ia =	0,30	A
Limite resistenza di terra	Rt ≤	166,67	Ω
Resistività media terreno	ρ =	50,00	Ω m
<u>Componenti del sistema di dispersione</u>			
- picchetto in profilato di acciaio zincato:			
	Nr.	1,00	
	dimensioni: s =	5,00	mm
	w =	50,00	mm
	lunghezza infissione L =	2,00	m
- dispersori di fatto:			
	armatura fondazioni		
- conduttore di terra:			
	corda in rame di sezione S =	35,00	mm²
<u>Dispersore verticale</u>			
	Lunghezza di infissione L =	2,00	m
	Resistività media terreno ρ =	8,00	Ω m
	Resistenza dispersore	4,00	Ω
<u>Dispersione ad anello (edificio)</u>			
	Diametro dell'anello D =	15,14	m
	Resistività media terreno ρ =	400,00	Ω m
	Resistenza maglia	25,60	Ω
<u>Dispersione orizzontale</u>			
	Lunghezza corda interrata	5,00	m
	Resistività media terreno ρ =	8,00	Ω m
	Resistenza dispersore	3,20	Ω
	Resistenza di terra teorica Rt	1,66	Ω

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

In fase progettuale, il dimensionamento e la scelta dei corpi illuminanti sono stati eseguiti in base ai livelli di illuminamento minimi previsti dalla normativa di riferimento UNI EN 12464:

- cucina: $E_m \geq 500 \text{ lx}$ $U_{grL} \leq 22$ $R_a \geq 80$
- sala: $E_m \geq 500 \text{ lx}$ $U_{grL} \leq 19$ $R_a \geq 80$
- corridoi: $E_m \geq 100 \text{ lx}$ $U_{grL} \leq 28$ $R_a \geq 80$
- servizi: $E_m \geq 200 \text{ lx}$ $U_{gr} \leq 0,25$ $U_o \geq 0,40$ $R_a \geq 80$

Sono stati previsti corpi illuminanti con i seguenti requisiti:

- lampade a led ad elevato rendimento
- resa cromatica $R_a > 80$ (classe 1b)
- cablaggio con alimentatore elettronico, con corpi illuminanti in classe energetica A1/A2.

In allegato 5 si riposrta la relazione di calcolo illuminotecnico con schede tecniche dei corpi illuminanti.

Illuminazione esterna

L'illuminazione esterna viene realizzati con corpi luminosi installati a parete. I relativi dispositivi di comando sono centralizzati e possono essere azionati mediante interruttori crepuscolari o interruttori orari.

Gli impianti all'aperto sono alimentati con un proprio circuito e prevedono apparecchi d'illuminazione da esterno presentano un grado di protezione IP65.

L'illuminazione esterna deve risultare conforme alla normativa sull'inquinamento luminoso: in particolare deve risultare rispettato il divieto di emissione luminosa con angolo $> 90^\circ$ rispetto alla direzione verticale.

Illuminazione di sicurezza

Per l'illuminazione di sicurezza e di emergenza si prevedono n°2 corpi illuminanti del tipo torcia elettronica portatile con LED autonomi alimentati in 220V, con batteria al Ni-Cd autonomia 2 ora, installati in scatola portafrutto modulare.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Si prevede l'installazione di un impianto di generazione di energia elettrica tramite moduli fotovoltaici: l'impianto sarà composto da moduli in silicio monocristallino installati sulla copertura piana, per una potenza complessiva di 3,66 kWp. I moduli saranno installati tramite un sistema di supporto costituito da zavorre sagomate in calcestruzzi, sulle quali vengono imbullonati i morsetti fermamodulo.

Si stima una produzione di circa 4791 kWh/anno, che permettono di evitare l'emissione di 2,40 tCO₂ all'anno.

La relazione tecnica ed i risultati del calcolo di dimensionamento dell'impianto e della sua producibilità sono riportati nel documento D034-2019_06.05_70-DE-IE2-R0.

ALLEGATI

1. Criteri di calcolo e dimensionamento
2. Riepilogo e verifica dei risultati di calcolo elettrico
3. Protezione contro i fulmini - Analisi e valutazione dei rischi
4. Relazione dimensionamento impianto TV
5. Relazione di calcolo illuminotecnico

Allegato 1: RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

Calcolo delle correnti di impiego

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos \varphi}$$

nella quale:

- $k_{ca} = 1$ sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$ sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza $\cos \varphi$ è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di I_b vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned}\dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos \varphi - j \sin \varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 2\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{2\pi}{3} \right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi - 4\pi/3)} = I_b \cdot \left(\cos \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) - j \sin \left(\varphi - \frac{4\pi}{3} \right) \right)\end{aligned}$$

Il vettore della tensione V_n è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

nella quale $coeff$ è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle ($\square P_d$ a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan \varphi$$

per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ($\square Q_d$ a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos \varphi = \cos \left(\arctan \left(\frac{Q_n}{P_n} \right) \right)$$

Dimensionamento dei cavi

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la conduttura in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente I_b , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata I_z della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z \min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z \text{ min}}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45.

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

Integrale di Joule

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92

I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115

Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

Dimensionamento dei conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, possa avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se e conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

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

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

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

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

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

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm^2 , se in rame;
- 35 mm^2 , se in alluminio;

Calcolo della temperatura dei cavi

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned}
T_{cavo}(I_b) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right) \\
T_{cavo}(I_n) &= T_{ambiente} + \left(\alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right)
\end{aligned}$$

esprese in $^{\circ}\text{C}$.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente α_{cavo} è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

Cadute di tensione

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale

lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left(\left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$c.d.t(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

con:

- $k_{cdt}=2$ per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$ per sistemi trifase.

I parametri R_{cavo} e X_{cavo} sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai

corrispondenti parametri di guasto della utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0. Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mΩ:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos \phi_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos \phi_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos \phi_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos \phi_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos \phi_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos \phi_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos \phi_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos \phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare. Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos \varphi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos \varphi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \varphi_{cc})^2} - 1}$$

Corrente continua

Se la rete è alimentata in continua si devono conoscere:

- tensione di alimentazione espressa in V (fino a 380 kV, quindi bassa, media e alta tensione);
- corrente di cortocircuito della rete di fornitura espressa in kA.

Da questi valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cc} , in mΩ:

$$Z_{cc} = \frac{V_2}{I_{cc}}$$

Calcolo dispersori di terra

Di seguito sono riportate le formule utilizzate per il calcolo della resistenza di terra di diversi dispersori, di cui si tiene conto del tipo di terreno.

Impostata la resistività ρ del terreno, per ogni tipo di dispersore si devono inserire i parametri che lo definiscono.

Parametri:

- lunghezza L ;
- raggio del picchetto a ;
- distanza tra picchetti d ;
- profondità s ;
- raggio del filo a ;
- raggio anello r ;
- raggio piastra r ;
- lunghezze lati dispersori rettangolari a, b ;
- numero conduttori per lato na, nb .

Tipologie di dispersori:

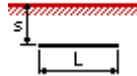
1) Picchetto verticale



per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a = a'/2$.

$$R_T = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot L}{a} - 1 \right)$$

2) Dispersore lineare

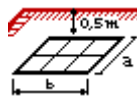


per avere s , il valore s' inserito in Ampère deve essere moltiplicato per 2: $s=2 \cdot s'$;
 per avere L , il valore L' inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $L=L'/2$;
 per avere a , il valore a' (diametro) inserito in Ampère deve essere diviso per 2: $a=a'/2$.

$$R_T = \frac{\rho}{4 \cdot \pi \cdot L} \cdot \left(\ln \frac{4 \cdot L}{a} + \ln \frac{4 \cdot L}{s} - 2 + \frac{s}{2 \cdot L} - \frac{s^2}{16 \cdot L^2} + \frac{s^4}{512 \cdot L^4} \dots \right)$$

Vincolo: $s' < L'$.

3) Maglia rettangolare



$$R_T = \rho \cdot \left(\frac{1}{4 \cdot r} + \frac{1}{\Sigma I} \right)$$

con

$\Sigma I = nb \cdot b + na \cdot a$ lunghezza totale dei conduttori costituenti la rete.

$$r = \sqrt{\frac{a \cdot b}{\pi}}$$

I riferimenti bibliografici delle formule sono:

- Lorenzo Fellin, Complementi di impianti elettrici, CUSL;
- M. Montalbetti, L'impianto di messa a terra, Editoriale Delfino, Milano.

Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti della utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\Delta T \cdot 0.004)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti dell'utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$\begin{aligned} R_{0cavoNeutro} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro} \\ X_{0cavoNeutro} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$\begin{aligned} R_{0cavoPE} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE} \\ X_{0cavoPE} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

dove le resistenze $R_{dvavoNeutro}$ e $R_{dcavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$\begin{aligned} R_{0sbarraNeutro} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro} \\ X_{0sbarraNeutro} &= 3 \cdot X_{dsbarra} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$\begin{aligned} R_{0sbarraPE} &= R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE} \\ X_{0sbarraPE} &= X_{dsbarra} + 3 \cdot (X_{anello_guasto} - X_{dsbarra}) \end{aligned}$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$\begin{aligned} R_d &= R_{dcavo} + R_{dmonte} \\ X_d &= X_{dcavo} + X_{dmonte} \\ R_{0Neutro} &= R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro} \\ X_{0Neutro} &= X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro} \\ R_{0PE} &= R_{0cavoPE} + R_{0montePE} \\ X_{0PE} &= X_{0cavoPE} + X_{0montePE} \end{aligned}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra* a *cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in mΩ) di guasto trifase:

$$Z_{k\min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutro\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro $I_{k1Neutromax}$, fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1Neutr \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr \min}}$$

$$I_{k1PE \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE \min}}$$

$$I_{k2 \max} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI EN 60909-0 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1Neutro} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutr \max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE \max}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \max}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 2.5 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
----------	-----------------------	---------------------

PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d\max} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze minime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$

$$I_{k1Neutro\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro\max}}$$

$$I_{k1PE\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\max}}$$

$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2\max}$$

Scelta delle protezioni

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;

- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km\ max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag\ max}$).

Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- la caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 S^2$$

ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- a) Le intersezioni sono due:
 - $I_{ccmin} \leq I_{inters\ min}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_a);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come I_b).
- b) L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
 - $I_{ccmin} \leq I_{inters\ min}$.
- c) L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
 - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti $K^2 S^2$ e I_z dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la

corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;

- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

Fornitura

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Tipo di fornitura:	Bassa tensione
--------------------	-----------------------

Corrente di cortocircuito della rete:	15 kA
---------------------------------------	--------------

Tensione concatenata di fornitura:	400 V
------------------------------------	--------------

Sistema fornitura e parametri di terra

Sistema:	TT
----------	-----------

Resistenza di terra impianto:	3,82 ohm
-------------------------------	-----------------

Parametri elettrici

Potenza totale assorbita:	32,4 kW
---------------------------	----------------

Fattore di potenza:	0,89
---------------------	-------------

Corrente totale di impiego:	52,7 A
-----------------------------	---------------

Parametri di guasto lato fornitura

Rd a 20°C:	4,62 mohm
------------	------------------

Xd:	14,7 mohm
-----	------------------

R0 a 20°C:	25,4 mohm
------------	------------------

X0:	80,8 mohm
-----	------------------

Ik:	15,8 kA
-----	----------------

Ik1:	6,3 kA
------	---------------

Contributo alla corrente di cortocircuito di rete:	0,018 kA
--	-----------------

Potenze impianto

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Sist.	Circuito	Vn [V]	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cos Ø	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	K tr.	Ptrasf [kVA]	Ptot [kVA]	Pdisp [kVA]
--------------	-------	----------	-----------	------------	-------	------------	-------	--------------	----------------	-------	-----------------	---------------	----------------

+ Contatore.Armadio contatore

DG	TT	3F+N (Distr.)	400	32,4	1	32,4	0,89	16,6	n.d.	1	36,4	43,6	7,26
----	----	---------------	-----	------	---	------	------	------	------	---	------	------	------

+ Edificio.Q.G.

Generale quadro	TT	3F+N (Distr.)	400	58,8	0,55	32,4	0,89	16,6	n.d.	1	36,4	43,6	7,26
Parallelo FV	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,62	1,08
Unità clima	TT	3F+N (Term.)	400	7,5	1	7,5	0,9	3,63	n.d.	1	8,33	11,1	2,75
PdC ACS	TT	L1-N (Term.)	231	2	1	2	0,9	0,969	n.d.	1	2,22	3,7	1,47
Alim. Quadro pompe	TT	3F+N (Term.)	400	10	1	10	0,9	4,84	n.d.	1	11,1	13,9	2,75
Angolo bar int/est	TT	3F+N (Term.)	400	15,6	0,9	14	0,9	7,55	n.d.	1	15,6	17,3	1,73
Illuminazione	TT	L1-N (Term.)	231	0,8	1	0,8	0,9	0,388	n.d.	1	0,889	1,39	0,497
Illuminazione est.	TT	L1-N (Distr.)	231	0,12	1	0,12	0,9	0,058	n.d.	1	0,133	1,39	1,25
Cappa	TT	3F+N (Term.)	400	3	1	3	0,9	1,45	n.d.	1	3,33	4,16	0,824
Quadri prese cucina	TT	3F+N (Term.)	400	62,4	0,4	24,9	0,9	30,2	n.d.	1	27,7	34,6	6,93
Da GdM prodotta	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,62	1,08
(x6) Luce esterna L1	TT	L1-N (Term.)	231	0,02	1	0,02	0,9	0,01	n.d.	1	0,133	0,231	0,098
DDG	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,62	1,08

+ Impianto PV.Q.G.

GdM produzione FV	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,62	1,08
Da DDG	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,62	1,08
A DDG	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,62	1,08
Inverter	TT	L1-N (Distr.)	231	-3,54	1	-3,54	1	0	n.d.	1	3,54	4,56	1,02
Cavi di stringa	IT	Corr. cont. (Distr.)	381,6	-3,66	1	-3,66				1	3,66	4,17	0,515
Campo FV	IT	Corr. cont. (Term.)	381,6	-3,66	1	-3,66				1	3,66	4,17	0,515

Legenda

Pn: potenza nominale dei carichi a valle dell'utenza.

Potenze impianto

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Sist.	Circuito	Vn [V]	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cos Ø	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	K tr.	Ptrasf [kVA]	Ptot [kVA]	Pdisp [kVA]
--------------	-------	----------	-----------	------------	-------	------------	-------	--------------	----------------	-------	-----------------	---------------	----------------

Coef.: coefficiente di contemporaneità (distribuzioni) o di utilizzo (terminali)

Pd: potenza di dimensionamento dell'utenza.

Qn: potenza reattiva dei carichi a valle dell'utenza

Qrif: potenza reattiva nominale di rifasamento locale di un'utenza terminale

K tr: coefficiente di trasferimento potenza a monte.

Ptrasf: potenza trasferita a monte.

Ptot: potenza massima utilizzabile.

Pdisp: potenza disponibile.

Verifiche

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.	CdtT I_b
--------------	--------------------------	-----	-------------------	-------------------------	---------------	------------

+ Contatore.Armadio contatore

DG	52,7<=63<=72 A	16>=15,8 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,84<=4 %
----	----------------	-------------	------------	--------------------------	------------	-----------

+ Edificio.Q.G.

Generale quadro	52,7<=63 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	2,84<=4 %
Parallelo FV	15,3<=20 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	2,5<=4 %
Unità clima	12<=16<=18 A	10>=2,11 kA	Verificato	160<371,5 A	Verificato	3,51<=4 %
PdC ACS	9,62<=16<=17,5 A	20>=1,06 kA	Verificato	160<493,9 A	Verificato	3,05<=4 %
Alim. Quadro pompe	16<=20<=28 A	10>=2,11 kA	Verificato	200<636,6 A	Verificato	3,01<=4 %
Angolo bar int/est	22,5<=25<=33,6 A	10>=2,11 kA	Verificato	250<581,9 A	Verificato	3,22<=4 %
Illuminazione	3,85<=6<=10,2 A	20>=1,06 kA	Verificato	60<363,7 A	Verificato	2,93<=4 %
Illuminazione est.	0,577<=6<=9,43 A	6>=1,06 kA	Verificato	60<691,3 A	Verificato	2,51<=4 %
Cappa	4,81<=6<=14,7 A	10>=2,11 kA	Verificato	60<383,9 A	Verificato	3,08<=4 %
Quadri prese cucina	40<=50<=62,3 A	10>=2,11 kA	Verificato	500<641,5 A	Verificato	3,27<=4 %
Da GdM prodotta	15,3<=20<=32,8 A		Verificato		Verificato	2,36<=4 %
(x6) Luce esterna L1	0,096<=1<=11,6 A		Verificato		Verificato	2,51<=4 %
DDG	15,3<=20<=32,8 A	20>=0,925 kA	Verificato	200<626,1 A	Verificato	2,15<=4 %

+ Impianto PV.Q.G.

GdM produzione FV	15,3<=20 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	2,36<=4 %
Da DDG	15,3<=20<=32,8 A		Verificato		Verificato	2,29<=4 %
A DDG	15,3<=20 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	2,15<=4 %
Inverter	15,3<=19,8 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	2,15<=4 %
Cavi di stringa	9,59<=10,9<=42 A		n.d.		Verificato	0,356<=4 %
Campo FV	9,59<=10,9 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	0,356<=4 %

Legenda

PdI: potere di interruzione o di cortocircuito della protezione

I_{magmax} : corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

Verifiche

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Coord. Ib<In<Iz	PdI	$K^2S^2>I^2t$	Sg. mag.<Imagmax	Contatti ind.	CdtT Ib
--------------	-----------------	-----	---------------	------------------	---------------	---------

$K^2S^2>I^2t$: verifica a cortocircuito della linea ("n.d." indica verifica non gestita)

Temperature di riferimento per il calcolo delle correnti minime di cortocircuito secondo: (CENELEC R064-003)

CdtT Ib: caduta di tensione totale alla corrente Ib

Cavetteria

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc [m]	Prx.	T [°C]	k	Iz [A]	K ² S ² [A ² s]	CdtT Ib [%]	CdtT In [%]
+ Contatore.Armadio contatore												
DG	4x16	FG16OH2R16 0,6/1 kV Cca-s3,d1,a3	EPR	RAME	90	1	20	1	72	5,235E+06	2,84	3,54
+ Edificio.Q.G.												
Unità clima	4x(1x2.5)+1G2.5	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	16	1	30	1	18	8,266E+04	3,51	4,48
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						18	8,266E+04		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						18	1,278E+05		
PdC ACS	2x(1x1.5)+1G1.5	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	5	2	30	1	17,5	2,976E+04	3,05	4,52
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						17,5	2,976E+04		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						17,5	4,601E+04		
Alim. Quadro pompe	4x(1x4)+1G4	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	5	1	30	1	28	2,116E+05	3,01	3,76
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						28	2,116E+05		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						28	3,272E+05		
Angolo bar int/est	4x(1x10)+1G10	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	20	2	30	0,8	33,6	1,323E+06	3,22	3,97
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						33,6	1,323E+06		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						33,6	2,045E+06		
Illuminazione	2x(1x1.5)+1G1.5	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	10	3	30	0,7	10,2	2,976E+04	2,93	4,23
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						10,2	2,976E+04		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						10,2	4,601E+04		
Illuminazione est.	2x(1x1.5)	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	1	4	30	0,6	9,43	2,976E+04	2,51	3,61
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						9,43	2,976E+04		
Cappa	4x(1x2.5)+1G2.5	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	15	3	30	0,7	14,7	8,266E+04	3,08	3,84
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						14,7	8,266E+04		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						14,7	1,278E+05		
Quadri prese cucina	4x(1x25)+1G16	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	30	3	30	0,7	62,3	8,266E+06	3,27	4,09
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						62,3	8,266E+06		

Cavetteria

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Formazione	Designazione	Isol.	Mat.	Lc [m]	Prx.	T [°C]	k	Iz [A]	K ² S ² [A ² s]	CdtT Ib [%]	CdtT In [%]
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						47,6	5,235E+06		
Da GdM prodotta	2x(1x6)+1G6	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	3	2	30	0,8	32,8	4,761E+05	2,36	3,35
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						32,8	4,761E+05		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						32,8	7,362E+05		
(x6) Luce esterna L1	2x(1x1.5)+1G1.5	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	1	2	30	0,8	11,6	2,976E+04	2,51	3,62
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						11,6	2,976E+04		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						11,6	4,601E+04		
DDG	2x(1x6)+1G6	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	3	2	30	0,8	32,8	4,761E+05	2,15	3,06
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						32,8	4,761E+05		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						32,8	7,362E+05		

+ Impianto PV.Q.G.

Da DDG	2x(1x6)+1G6	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC	RAME	1,63	2	30	0,8	32,8	4,761E+05	2,29	3,25
	Neutro:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						32,8	4,761E+05		
	PE:	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	PVC						32,8	7,362E+05		
Cavi di stringa	2x(1x4)	H1Z2Z2-K Eca	EPR	RAME	15	1	30	1	42	3,272E+05	-0,356	-0,408

Legenda

Lc: lunghezza cavo [m]
 Prx.: numero circuiti in prossimità
 T: temperatura ambiente [°C]
 k: coefficiente di declassamento cavo
 CdtT Ib: caduta di tensione totale alla corrente Ib
 CdtT In: caduta di tensione totale alla corrente In
 -[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze
 |C|: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze (neutri separati)
 C!: utilizza il Conduttore di un'altra utenza
 -[PE]: il PE dell'utenza è comune ad altre utenze
 PE!: utilizza il PE di un'altra utenza

Protezioni

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Tipo	Costruttore	Sigla	In [A]	Poli	Curva	Ith [A]	Imag [A]	Idn [A]	Diff	PdI [kA]	Norma
+ Contatore.Armadio contatore												
DG	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Compact NSA125E TM63D	63	4	E	63	1000			16	Icu-EN60947
+ Edificio.Q.G.												
Generale quadro	IMS	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iSW-NA 80A	80	4							
Parallelo FV	IMS	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iSW 40A	40	2							
SPD	SF	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	DF14 3NC	50	3N						80	
	F		CH 22 gG 40A	40								
Unità clima	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 16A	16	4	C	16	160	0,03	Gen	10	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,03 A	25	4							
PdC ACS	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 16A	16	2	C	16	160	0,03	Gen	20	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,03 A	25	2							
Alim. Quadro pompe	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 20A	20	4	C	20	200	0,03	Gen	10	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,03 A	25	4							
Angolo bar int/est	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 25A	25	4	C	25	250	0,03	Gen	10	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,03 A	25	4							
Illuminazione	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 6A	6	2	C	6	60	0,03	Gen	20	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,03 A	25	2							
Illuminazione est.	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 6A	6	2	C	6	60	0,3	Gen	6	Icn-EN60898
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 A 0,3 A	25	2							
Cappa	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 6A	6	4	C	6	60	0,03	Gen	10	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,03 A	25	4							
Quadri prese cucina	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 50A	50	4	C	50	500	0,03	Gen	10	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 A SI 0,03 A	63	4							
DDG	MT	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	iC60N-C - 20A	20	2	C	20	200	0,3	Gen	20	Icu-EN60947
	D	SCHNEIDER ELECTRIC Sp	Vigi iC60 AC 0,3 A	25	2							

Protezioni

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Tipo	Costruttore	Sigla	In [A]	Poli	Curva	Ith [A]	Imag [A]	Idn [A]	Diff	PdI [kA]	Norma
--------------	------	-------------	-------	-----------	------	-------	------------	-------------	------------	------	-------------	-------

Legenda

In: corrente nominale

Ith: corrente di taratura della termica

Imag: corrente di taratura dello sgancio magnetico

Idn: corrente di sgancio differenziale

PdI: potere di interruzione o di cortocircuito della protezione

Norma: norma alla quale si riferisce il potere di interruzione o di cortocircuito

Condizioni di guasto (trifase e fase-terra)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Imagmax [A]	Ikm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1(ft)max [kA]	Ip1(ft) [kA]	Ik1(ft)min [kA]	IkIT max [kA]	IkIT min [kA]
--------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------	------------	----------------	--------------------	-----------------	--------------------	------------------	------------------

+ Contatore.Armadio contatore

DG	751,9	15,8	2,11	2,1	31,2	1,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
----	-------	------	------	-----	------	-----	------	------	------	------	------

+ Edificio.Q.G.

Generale quadro	751,9	2,1	2,11	2,1	3,05	1,5	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Parallelo FV	751,7	1,04	1,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
SPD	767,9	2,11	2,11	2,11	2,12	1,52	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Unità clima	371,5	2,11	1	1	1,95	0,739	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PdC ACS	493,9	1,06	0,673	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Alim. Quadro pompe	636,6	2,11	1,74	1,74	2,2	1,26	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Angolo bar int/est	581,9	2,11	1,59	1,59	2,2	1,15	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Illuminazione	363,7	1,06	0,493	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Illuminazione est.	691,3	1,06	0,951	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cappa	383,9	2,11	1,04	1,04	1,44	0,764	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Quadri prese cucina	641,5	2,11	1,75	1,75	2,45	1,27	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Da GdM prodotta	696,7	1,04	0,981	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
(x6) Luce esterna L1	628,6	0,951	0,863	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DDG	626,1	0,925	0,879	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

+ Impianto PV.Q.G.

GdM produzione FV	696,7	0,963	0,981	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Da DDG	670,1	0,963	0,942	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A DDG	626,1	0,862	0,879	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Inverter	0	0,862	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cavi di stringa	4,7	0,01	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,005	0,005
Campo FV	4,7	0,01	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,005	0,005

Condizioni di guasto (trifase e fase-terra)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Imagmax [A]	Ikm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik max [kA]	Ip [kA]	Ik min [kA]	Ik1(ft)max [kA]	Ip1(ft) [kA]	Ik1(ft)min [kA]	IkIT max [kA]	IkIT min [kA]
--------------	----------------	-----------------	-----------------	----------------	------------	----------------	--------------------	-----------------	--------------------	------------------	------------------

Legenda

Imagmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

Ikm max: corrente di guasto massima a monte dell'utenza, serve per dimensionare il potere d'interruzione della protezione

Ikv max: corrente di guasto massima a valle dell'utenza, utile per dimensionare le barre interne di un quadro

Ik max, Ik min: correnti di guasto trifase permanenti a valle dell'utenza; Ip a monte dell'utenza

Ik1(ft)max, Ik1(ft)min: correnti di guasto fase-terra permanenti a valle dell'utenza; Ip(ft) a monte dell'utenza

IkIT max, IkIT min: correnti di secondo guasto trifase (monofase) a valle utenza

Temperature di riferimento per il calcolo delle correnti minime di cortocircuito secondo: (CENELEC R064-003)

Condizioni di guasto (bifase-terra, bifase e fase-neutro)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Imagmax [A]	Ikm max [kA]	Ik2(ft)max [kA]	Ip2 (ft) [kA]	Ik2(ft)min [kA]	Ik2 max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2 min [kA]	Ik1(fn)max [kA]	Ip1 (fn) [kA]	Ik1(fn)min [kA]
--------------	----------------	-----------------	--------------------	------------------	--------------------	-----------------	-------------	-----------------	--------------------	------------------	--------------------

+ Contatore.Armadio contatore

DG	751,9	15,8	n.d.	n.d.	n.d.	1,82	27	1,3	1,04	12,5	0,752
----	-------	------	------	------	------	------	----	-----	------	------	-------

+ Edificio.Q.G.

Generale quadro	751,9	2,1	n.d.	n.d.	n.d.	1,82	2,64	1,3	1,04	1,53	0,752
Parallelo FV	751,7	1,04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1,04	1,53	0,752
SPD	767,9	2,11	n.d.	n.d.	n.d.	1,83	1,89	1,32	1,06	1,53	0,768
Unità clima	371,5	2,11	n.d.	n.d.	n.d.	0,87	1,75	0,64	0,503	1,23	0,372
PdC ACS	493,9	1,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,673	1,16	0,494
Alim. Quadro pompe	636,6	2,11	n.d.	n.d.	n.d.	1,51	2,02	1,09	0,874	1,31	0,637
Angolo bar int/est	581,9	2,11	n.d.	n.d.	n.d.	1,38	2,02	1	0,796	1,31	0,582
Illuminazione	363,7	1,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,493	0,831	0,364
Illuminazione est.	691,3	1,06	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,951	0,831	0,691
Cappa	383,9	2,11	n.d.	n.d.	n.d.	0,899	1,32	0,661	0,52	0,934	0,384
Quadri prese cucina	641,5	2,11	n.d.	n.d.	n.d.	1,52	2,17	1,1	0,88	1,53	0,642
Da GdM prodotta	696,7	1,04	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,963	1,53	0,697
(x6) Luce esterna L1	628,6	0,951	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,863	0,78	0,629
DDG	626,1	0,925	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,862	1,36	0,626

+ Impianto PV.Q.G.

GdM produzione FV	696,7	0,963	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,963	1,41	0,697
Da DDG	670,1	0,963	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,925	1,41	0,67
A DDG	626,1	0,862	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0,862	1,27	0,626
Inverter	0	0,862	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0	1,27	0
Cavi di stringa	4,7	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0	0,01	0
Campo FV	4,7	0,01	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	0	0,01	0

Condizioni di guasto (bifase-terra, bifase e fase-neutro)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Imagmax [A]	Ikm max [kA]	Ik2(ft)max [kA]	Ip2 (ft) [kA]	Ik2(ft)min [kA]	Ik2 max [kA]	Ip2 [kA]	Ik2 min [kA]	Ik1(fn)max [kA]	Ip1 (fn) [kA]	Ik1(fn)min [kA]
--------------	----------------	-----------------	--------------------	------------------	--------------------	-----------------	-------------	-----------------	--------------------	------------------	--------------------

Legenda

Imagmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

Ikm max: corrente di guasto massima a monte dell'utenza, serve per dimensionare il potere d'interruzione della protezione

Ik2(ft)max, Ik2(ft)min: correnti di guasto bifase-terra permanenti a valle dell'utenza; Ip2(ft) a monte dell'utenza

Ik2 max, Ip2, Ik2 min: correnti di guasto bifase permanenti a valle dell'utenza

Ik1(fn)max, Ik1(fn)min: correnti di guasto fase-neutro permanenti a valle dell'utenza; Ip1(fn) a monte dell'utenza

Temperature di riferimento per il calcolo delle correnti minime di cortocircuito secondo: (CENELEC R064-003)

Condizioni di guasto (fase-neutro e fase-terra)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Imagmax [A]	Ikm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1(fn)max [kA]	Ip1 (fn) [kA]	Ik1(fn)min [kA]	Ik1(ft)max [kA]	Ip1(ft) [kA]	Ik1(ft)min [kA]	IkIT max [kA]	IkIT min [kA]
--------------	----------------	-----------------	-----------------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------	-----------------	--------------------	------------------	------------------

+ Contatore.Armadio contatore

DG	751,9	15,8	2,11	1,04	12,5	0,752	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
----	-------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------	------

+ Edificio.Q.G.

Generale quadro	751,9	2,1	2,11	1,04	1,53	0,752	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Parallelo FV	751,7	1,04	1,06	1,04	1,53	0,752	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
SPD	767,9	2,11	2,11	1,06	1,53	0,768	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Unità clima	371,5	2,11	1	0,503	1,23	0,372	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
PdC ACS	493,9	1,06	0,673	0,673	1,16	0,494	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Alim. Quadro pompe	636,6	2,11	1,74	0,874	1,31	0,637	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Angolo bar int/est	581,9	2,11	1,59	0,796	1,31	0,582	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Illuminazione	363,7	1,06	0,493	0,493	0,831	0,364	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Illuminazione est.	691,3	1,06	0,951	0,951	0,831	0,691	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cappa	383,9	2,11	1,04	0,52	0,934	0,384	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Quadri prese cucina	641,5	2,11	1,75	0,88	1,53	0,642	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Da GdM prodotta	696,7	1,04	0,981	0,963	1,53	0,697	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
(x6) Luce esterna L1	628,6	0,951	0,863	0,863	0,78	0,629	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
DDG	626,1	0,925	0,879	0,862	1,36	0,626	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

+ Impianto PV.Q.G.

GdM produzione FV	696,7	0,963	0,981	0,963	1,41	0,697	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Da DDG	670,1	0,963	0,942	0,925	1,41	0,67	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
A DDG	626,1	0,862	0,879	0,862	1,27	0,626	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Inverter	0	0,862	0,01	0	1,27	0	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Cavi di stringa	4,7	0,01	0,01	0	0,01	0	n.d.	n.d.	n.d.	0,005	0,005
Campo FV	4,7	0,01	0,01	0	0,01	0	n.d.	n.d.	n.d.	0,005	0,005

Condizioni di guasto (fase-neutro e fase-terra)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Imagmax [A]	Ikm max [kA]	Ikv max [kA]	Ik1(fn)max [kA]	Ip1 (fn) [kA]	Ik1(fn)min [kA]	Ik1(ft)max [kA]	Ip1(ft) [kA]	Ik1(ft)min [kA]	IkIT max [kA]	IkIT min [kA]
--------------	----------------	-----------------	-----------------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------	-----------------	--------------------	------------------	------------------

Legenda

Imagmax: corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

Ikm max: corrente di guasto massima a monte dell'utenza, serve per dimensionare il potere d'interruzione della protezione

Ikv max: corrente di guasto massima a valle dell'utenza, utile per dimensionare le barre interne di un quadro

Ik1(fn)max, Ik1(fn)min: correnti di guasto fase-neutro permanenti a valle dell'utenza; Ip1(fn) a monte dell'utenza

Ik1(ft)max, Ik1(ft)min: correnti di guasto fase-terra permanenti a valle dell'utenza; Ip(ft) a monte dell'utenza

IkIT max, IkIT min: correnti di secondo guasto trifase (monofase) a valle utenza

Temperature di riferimento per il calcolo delle correnti minime di cortocircuito secondo: (CENELEC R064-003)

Condizioni di guasto (impedenze)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Zk min [mohm]	Zk max [mohm]	Zk1(ft) min [mohm]	Zk1(ft) max [mohm]	Zk1(fn) min [mohm]	Zk1(fn) max [mohm]	ZIT min [mohm]	ZIT max [mohm]
+ Contatore.Armadio contatore								
DG	114,7	144,3	n.d.	n.d.	228,7	285,7	n.d.	n.d.
+ Edificio.Q.G.								
Generale quadro	114,7	144,3	n.d.	n.d.	228,7	285,7	n.d.	n.d.
Parallelo FV	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	228,8	285,9	n.d.	n.d.
SPD	114,7	144,3	n.d.	n.d.	228,7	285,7	n.d.	n.d.
Unità clima	241,5	296,9	n.d.	n.d.	482	590,6	n.d.	n.d.
PdC ACS	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	360,2	444,3	n.d.	n.d.
Alim. Quadro pompe	139,2	173,8	n.d.	n.d.	277,6	344,6	n.d.	n.d.
Angolo bar int/est	152,7	190,1	n.d.	n.d.	304,5	377	n.d.	n.d.
Illuminazione	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	492,5	603,3	n.d.	n.d.
Illuminazione est.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	255	317,5	n.d.	n.d.
Cappa	233,5	287,3	n.d.	n.d.	466,1	571,5	n.d.	n.d.
Quadri prese cucina	138,3	172,6	n.d.	n.d.	275,6	342	n.d.	n.d.
Da GdM prodotta	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	247,3	307,9	n.d.	n.d.
(x6) Luce esterna L1	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	281,2	349,1	n.d.	n.d.
DDG	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	275,8	341,7	n.d.	n.d.
+ Impianto PV.Q.G.								
GdM produzione FV	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	247,3	307,9	n.d.	n.d.
Da DDG	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	257,4	319,8	n.d.	n.d.
A DDG	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	275,8	341,7	n.d.	n.d.
Inverter	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	38487	38524	n.d.	n.d.
Cavi di stringa	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	38352	38352	76704	76704
Campo FV	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	38352	38352	76704	76704

Condizioni di guasto (impedenze)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Sigla utenza	Zk min [mohm]	Zk max [mohm]	Zk1(ft) min [mohm]	Zk1(ft) max [mohm]	Zk1(fn) min [mohm]	Zk1(fn) max [mohm]	ZIT min [mohm]	ZIT max [mohm]
--------------	------------------	------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-------------------	-------------------

Legenda

Zk min, Zk max: impedenze di guasto trifase permanenti a valle dell'utenza

Zk1(ft) min, Zk1(ft) max: impedenze di guasto fase-terra permanenti a valle dell'utenza

Zk1(fn) min, Zk1(fn) max: impedenze di guasto fase-neutro permanenti a valle dell'utenza

ZIT min, ZIT max: impedenze dell'anello di guasto (al secondo guasto) a valle utenza, per sistemi IT

Rapporto di verifica (Tabellare)

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Circuito			Apparecchiatura			Esame/Prova	
Nome utenza	Designazione	Formazione	Costruttore	Sigla prot.	In [A]	Esito	Commento
+ Contatore.Armadio contatore							
DG	FG16OH2R16 0,6/1 kV Cca-s3,d1,a3	4x16	SCHNEIDER	Compact NSA125E TM63D	63	Non applicabile	
+ Edificio.Q.G.							
Generale quadro	n.d.	n.d.	SCHNEIDER	iSW-NA 80A	80	Non applicabile	
Parallelo FV	n.d.	n.d.	SCHNEIDER	iSW 40A	40	Non applicabile	
SPD	n.d.	n.d.	SCHNEIDER	DF14 3NC	40	Non applicabile	
Unità clima	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	4x(1x2.5)+1G2.5	SCHNEIDER	iC60N-C - 16A	16	Non applicabile	
PdC ACS	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x1.5)+1G1.5	SCHNEIDER	iC60N-C - 16A	16	Non applicabile	
Alim. Quadro pompe	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	4x(1x4)+1G4	SCHNEIDER	iC60N-C - 20A	20	Non applicabile	
Angolo bar int/est	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	4x(1x10)+1G10	SCHNEIDER	iC60N-C - 25A	25	Non applicabile	
Illuminazione	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x1.5)+1G1.5	SCHNEIDER	iC60N-C - 6A	6	Non applicabile	
Illuminazione est.	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x1.5)	SCHNEIDER	iC60N-C - 6A	6	Non applicabile	
Cappa	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	4x(1x2.5)+1G2.5	SCHNEIDER	iC60N-C - 6A	6	Non applicabile	
Quadri prese cucina	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	4x(1x25)+1G16	SCHNEIDER	iC60N-C - 50A	50	Non applicabile	
Da GdM prodotta	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x6)+1G6	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
Luce esterna L1	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x1.5)+1G1.5	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
DDG	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x6)+1G6	SCHNEIDER	iC60N-C - 20A	20	Non applicabile	
+ Impianto PV.Q.G.							
GdM produzione FV	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
Da DDG	FS17 450/750V Cca-s3,d1,a3	2x(1x6)+1G6	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
A DDG	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
Inverter	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
Cavi di stringa	H1Z2Z2-K Eca	2x(1x4)	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	
Campo FV	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	Non applicabile	

Sovratemperatura quadro CEI 17-43

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro CEI 17-43

Zona / Quadro:	=Contatore+Armadio contatore
----------------	-------------------------------------

Ciente / Impianto:	/
Tipo di involucro:	

Altezza:	260 mm	Tipo di installazione:	Centrale a parete
Larghezza:	298 mm	Apertura di ventilazione:	No
Profondità:	140 mm	Numero di diaframmi orizzontali:	0

	Dimensioni (m x m)	Ao (m²)	Fattore di superficie b	Ao x b (m²)
Parte superiore	0,298x0,14	0,0417	1,4	0,06
Parte anteriore	0,298x0,26	0,0775	0,9	0,07
Parte posteriore	0,298x0,26	0,0775	0,5	0,04
Lato sinistro	0,14x0,26	0,0364	0,5	0,02
Lato destro	0,14x0,26	0,0364	0,5	0,02
Superficie di raffreddamento effettiva:				0,203

Con superficie raffreddamento effettiva Ae	
Superiore a 1,25 m²	Inferiore a 1,25 m²
$f = (h \wedge 1,35) / Ab$ (vedi 5.2.3)	$g = h / w$ (vedi 5.2.3)
	0,872

Apertura d'entrata aria:	0 cm²
Costante d'involucro:	2,089
Fattore d:	1
Potenza dissipata effettiva P(rispetto Ib)	30,9 W
$P \wedge x = P \wedge 0,804$:	15,8 W

Sovratemperatura dell'aria a metà altezza dell'involucro:	33,0 K
Fattore di distribuzione della temperatura c:	1,17
Sovratemperatura dell'aria nella parte superiore (interna) dell'involucro:	38,4 K

Sovratemperatura quadro CEI 17-43

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

Calcolo della sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro CEI 17-43

Zona / Quadro:	=Edificio+Q.G.
----------------	-----------------------

Ciente / Impianto:	/
Tipo di involucro:	

Altezza:	850 mm	Tipo di installazione:	Centrale o a parete
Larghezza:	400 mm	Apertura di ventilazione:	No
Profondità:	150 mm	Numero di diaframmi orizzontali:	0

	Dimensioni (m x m)	Ao (m²)	Fattore di superficie b	Ao x b (m²)
Parte superiore	0,40x0,15	0,06	1,4	0,08
Parte anteriore	0,40x0,85	0,34	0,9	0,31
Parte posteriore	0,40x0,85	0,34	0,5	0,17
Lato sinistro	0,15x0,85	0,1275	0,9	0,11
Lato destro	0,15x0,85	0,1275	0,9	0,11
Superficie di raffreddamento effettiva:				0,79

Con superficie raffreddamento effettiva Ae	
Superiore a 1,25 m²	Inferiore a 1,25 m²
$f = (h \wedge 1,35) / Ab$ (vedi 5.2.3)	$g = h / w$ (vedi 5.2.3)
	2,125

Apertura d'entrata aria:	0 cm²
Costante d'involucro:	0,76
Fattore d:	1
Potenza dissipata effettiva P(rispetto Ib)	68,3 W
$P \wedge x = P \wedge 0,804$:	29,8 W

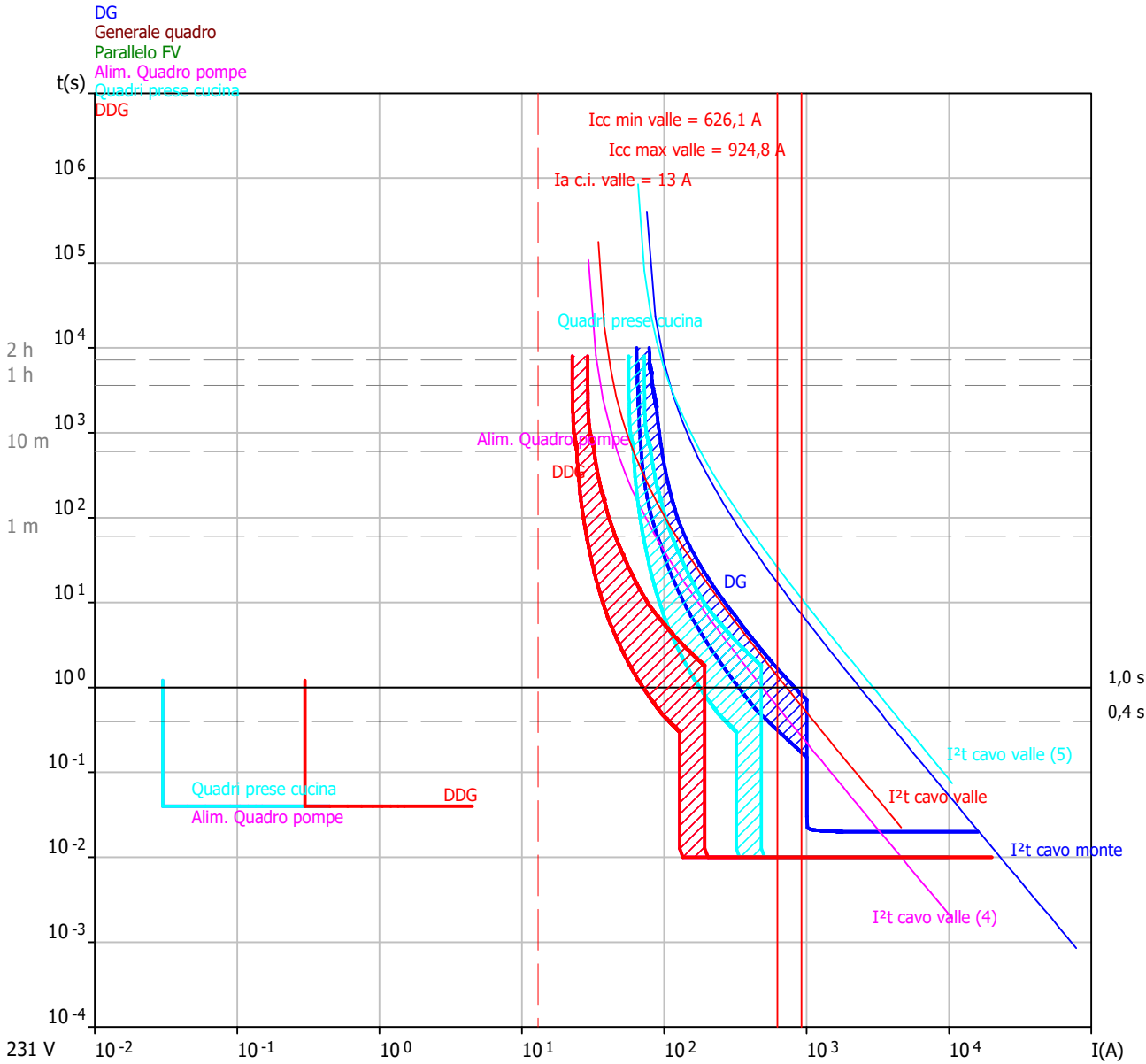
Sovratemperatura dell'aria a metà altezza dell'involucro:	22,7 K
Fattore di distribuzione della temperatura c:	1,25
Sovratemperatura dell'aria nella parte superiore (interna) dell'involucro:	28,3 K

Verifica di selettività

Data: 30/10/2019

Responsabile: Ing. Massimo Bottacini

	Monte:	Valle:
Utenza:	DG	DDG
Zona:	Contatore	Edificio
Quadro:	Armadio contatore	Q.G.
Tensione nominale utenza:	400 V	231 V
Sigla protezione:	Compact NSA125E TM63D	iC60N-C - 20A
Tipo protezione:	MT Curva E	MT+D Curva C
Corrente nominale:	63 A	20 A
Sgancio magnetico:	1000 A	200 A
Sgancio a: 1 s / 0,4 s:	825,5 A / 1008 A	192 A / 192 A
Icc minima:	751,9 A	626,1 A
Tempo di intervento:	0,171 s	0,01 s
Rapporto tra magnetiche:	5	
Selettività:	Totale	
Selettività amperometrica:	n.d.	
Selettività cronometrica:	0,161 s	



Allegato 3- PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

ANALISI E VALUTAZIONE DEI RISCHI

Struttura: Sala polivalente

Committente: Comune di Ravenna

Indirizzo: Via Sant'Egidio, Camerlona - RAVENNA (RA)

Ravenna, 31/10/2019

Il Tecnico
(Ing. Massimo Bottacini)

INDICE

INDICE	2
ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE	3
Normativa di riferimento	3
Definizioni	3
Simboli e abbreviazioni	4
Valutazione del rischio fulminazione	5
Metodo di valutazione	6
Componenti di rischio	7
Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)	10
Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)	10
Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)	10
Determinazione del rischio di perdita economica (R4)	11
Esito della valutazione	11
STRUTTURA	12
ZONE	14
Zona Z1 - "Zona 1"	14
LINEE	15
Linea L1 - "Linea 1"	15
IMPIANTI	16
Impianto I1 - "Impianto 1"	16
ESITO DELLA VALUTAZIONE	16
Perdite considerate e rischi tollerabili	16
Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1	16
Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x	16
Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x	16
Ammontare delle perdite di vite umane, L_x	17
Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x	17
Grafico delle componenti di rischio	17
CONCLUSIONI	18

ANALISI E VALUTAZIONE SCARICHE ATMOSFERICHE

Normativa di riferimento

Gli impianti sono realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle normative vigenti e, in particolare, dal D.M. 22 gennaio 2008, n. 37.

Per i calcoli e la valutazione del rischio si è fatto riferimento alla norma **CEI EN 62305-2** "Protezione contro il fulmine - Parte 2: Valutazione del rischio".

Definizioni

Fulmine su una struttura

Fulmine che colpisce una struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una struttura

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una struttura da proteggere da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Fulmine su una linea

Fulmine che colpisce una linea connessa alla struttura da proteggere.

Fulmine in prossimità di una linea

Fulmine che colpisce tanto vicino ad una linea connessa alla struttura da proteggere, da essere in grado di generare sovratensioni pericolose.

Danni ad esseri viventi

Danni, inclusa la perdita della vita, causati ad uomini o animali per elettrocuzione provocata da tensioni di contatto e di passo generate dal fulmine.

LEMP

Impulso elettromagnetico del fulmine, tutti gli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine che possono generare impulsi e campi elettromagnetici mediante accoppiamento resistivo, induttivo e capacitivo

LPL

Livello di protezione, numero, associato ad un gruppo di valori dei parametri della corrente di fulmine, relativo alla probabilità che i correlati valori massimo e minimo di progetto non siano superati in natura.

Misure di protezione

Misure da adottare nella struttura da proteggere per ridurre il rischio.

LP

Protezione contro il fulmine, sistema completo usato per la protezione contro il fulmine delle strutture, dei loro impianti interni, del loro contenuto e delle persone, costituito in generale da un LPS e dalle SPM.

Z_s

Zona di una struttura, parte di una struttura con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un gruppo unico di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

S_L

sezione di una linea, parte di una linea con caratteristiche omogenee, in cui può essere usato un unico gruppo di parametri per la valutazione di una componente di rischio.

LPS

Sistema di protezione contro il fulmine, impianto completo usato per ridurre il danno materiale dovuto alla fulminazione diretta della struttura.

SPM

Misure di protezione contro il LEMP, misure usate per la protezione degli impianti interni contro gli effetti del LEMP.

SPD

Limitatore di sovratensione, dispositivo che limita le sovratensioni e scarica le correnti impulsive; contiene almeno un componente non lineare.

Sistema di SPD

Gruppo di SPD adeguatamente scelto, coordinato ed installato per ridurre i guasti degli impianti elettrici ed elettronici.

Simboli e abbreviazioni

A_D	Area di raccolta dei fulmini su una struttura isolata.
A_{DJ}	Area di raccolta dei fulmini su una struttura adiacente.
A_I	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una linea.
A_L	Area di raccolta dei fulmini su una linea.
A_M	Area di raccolta dei fulmini in prossimità di una struttura.
B	Struttura.
C_D	Coefficiente di posizione.
C_{DJ}	Coefficiente di posizione di una struttura adiacente.
C_E	Coefficiente ambientale.
C_I	Coefficiente di installazione di una linea.
C_L	Costo annuo della perdita totale senza misure di protezione.
C_{LD}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini sulla linea stessa.
C_{LI}	Coefficiente dipendente dalla schermatura, dalle condizioni di messa a terra e di separazione di una linea per fulmini in prossimità della linea stessa.
C_T	Coefficiente di correzione per un trasformatore AT/BT sulla linea.
D1	Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
D2	Danno materiale.
D3	Guasto di impianti elettrici ed elettronici.
K_{S1}	Coefficiente relativo all'efficacia dell'effetto schermante della struttura.
K_{S2}	Coefficiente relativo all'efficacia di uno schermo interno alla struttura.
K_{S3}	Coefficiente relativo alle caratteristiche dei circuiti interni alla struttura.
K_{S4}	Coefficiente relativo alla tensione di tenuta ad impulso di un impianto interno.
L_F	Tipica percentuale di perdita per danni materiali in una struttura.
L_O	Tipica percentuale di perdita per guasto di impianti interni in una struttura.
L_T	Tipica percentuale di perdita per danni ad esseri viventi per elettrocuzione.
L1	Perdita di vite umane.
L2	Perdita di servizio pubblico.
L3	Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
L4	Perdita economica.
N_G	Densità di fulmini al suolo.
n_z	Numero delle possibili persone danneggiate (vittime o utenti non serviti).
n_t	Numero totale di persone (o utenti serviti).
P	Probabilità di danno.
P_A	Probabilità di danno ad esseri viventi per elettrocuzione (fulminazione sulla struttura).
P_B	Probabilità di danno materiale in una struttura (fulm. sulla struttura).
P_C	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla struttura).
P_M	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulmine in prossimità della struttura).
P_U	Probabilità di danno ad esseri viventi (fulm. sulla linea connessa).
P_V	Probabilità di danno materiale nella struttura (fulm. sulla linea connessa).
P_W	Probabilità di guasto di un impianto interno (fulm. sulla linea connessa).
P_X	Probabilità di danno nella struttura.
P_Z	Probabilità di guasto degli impianti interni (fulm. in prossimità della linea connessa).
P_{EB}	Probabilità che riduce P _U e P _V dipendente dalle caratteristiche della linea e dalla tensione di tenuta degli apparati in presenza di EB (equipotenzializzazione al fulmine).
P_{SPD}	Probabilità che riduce P _C , P _M , P _W e P _Z , quando sia installato un sistema di SPD.
P_{TA}	Probabilità che riduce P ^A dipendente dalle misure di protezione contro le tensioni di contatto e di passo.
r_t	Coefficiente di riduzione associato al tipo di superficie.
r_f	Coefficiente di riduzione delle perdite dipendente dal rischio di incendio.

r_p	Coefficiente di riduzione delle perdite correlato alle misure antincendio.
R_T	Rischio tollerabile, valore massimo del rischio che può essere tollerato nella struttura da proteggere.
R_A	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla struttura).
R_B	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla struttura).
R_C	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. sulla struttura).
R_M	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità della struttura).
R_U	Componente di rischio (danno ad esseri viventi – fulm. sulla linea connessa).
R_V	Componente di rischio (danno materiale alla struttura – fulm. sulla linea connessa).
R_W	Componente di rischio (danno agli impianti – fulm. sulla linea connessa).
R_Z	Componente di rischio (guasto di impianti interni – fulm. in prossimità di una linea).
R1	Rischio di perdita di vite umane nella struttura.
R2	Rischio di perdita di un servizio pubblico in una struttura.
R3	Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile in una struttura.
R4	Rischio di perdita economica in una struttura.
S	Struttura.
S1	Sorgente di danno (fulm. sulla struttura).
S2	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della struttura).
S3	Sorgente di danno (fulm. sulla linea).
S4	Sorgente di danno (fulm. in prossimità della linea).
t_z	Tempo di permanenza delle persone in un luogo pericoloso (ore/anno).
w_m	Lato di maglia.

Valutazione del rischio fulminazione

La normativa CEI EN 62305-2 specifica una procedura per la valutazione del rischio dovuto a fulminazione e, se necessario, individua le misure di protezione necessarie da realizzare per ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma.

Sorgente di rischio, S

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno. Le sorgenti sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine.

- S1 Fulmine sulla struttura.
- S2 Fulmine in prossimità della struttura.
- S3 Fulmine su una linea.
- S4 Fulmine in prossimità di una linea.

Tipo di danno, D

Un fulmine può causare danni in funzione delle caratteristiche dell'oggetto da proteggere. Nelle pratiche applicazioni della determinazione del rischio è utile distinguere tra i tre tipi principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione. Essi sono le seguenti:

- D1 Danno ad esseri viventi per elettrocuzione.
- D2 Danno materiale.
- D3 Guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Tipo di perdita, L

Ciascun tipo di danno, solo o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite conseguenti nell'oggetto da proteggere. Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

- L1 Perdita di vite umane (compreso danno permanente).
- L2 Perdita di servizio pubblico.
- L3 Perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- L4 Perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio, R

Il rischio R è la misura della probabile perdita media annua. Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura può essere valutato il relativo rischio.













- R₁ Rischio di perdita di vite umane (inclusi danni permanenti).
- R₂ Rischio di perdita di servizio pubblico.
- R₃ Rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile.
- R₄ Rischio di perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

Rischio tollerabile, R_T

La definizione dei valori di rischio tollerabili R_T riguardanti le perdite di valore sociale sono stabilite dalla norma CEI EN 62305-2 e di seguito riportati.

- Rischio tollerabile per perdita di vite umane o danni permanenti (R_T = 10⁻⁵ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di servizio pubblico (R_T = 10⁻³ anni⁻¹).
- Rischio tollerabile per perdita di patrimonio culturale insostituibile (R_T = 10⁻⁴ anni⁻¹).

Per ogni tipologia di rischio (R₁, R₂, R₃ o R₄), nella tabella seguente sono riportate le sue componenti:

Sorgente	S1			S2	S3			S4
								
Danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Comp. di rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
R ₁	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾	SI	SI	SI ⁽¹⁾	SI ⁽¹⁾
R ₂	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
R ₃	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO
R ₄	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI	SI ⁽²⁾	SI	SI	SI

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui i guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana

(2) Soltanto in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

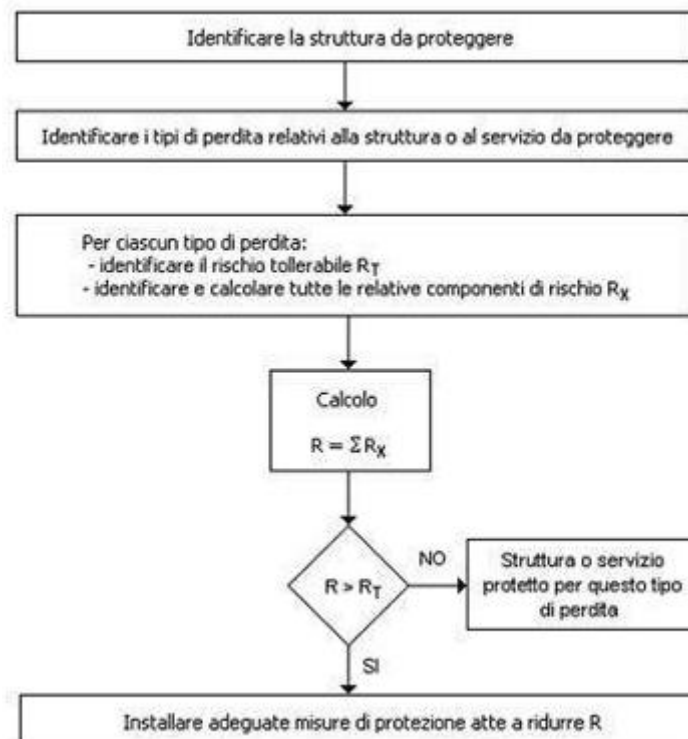
Metodo di valutazione

Ai fini della valutazione del rischio (R₁, R₂, R₃ o R₄) si deve provvedere a:

- determinare le componenti R_A, R_B, R_C, R_M, R_U, R_V, R_W e R_Z che lo compongono;
- determinare il corrispondente valore del rischio R_x;
- confrontare il rischio R_x con quello tollerabile R_T (tranne per R₄)

Per ciascun rischio devono essere effettuati i seguenti passi (vedi anche figura successiva):

- identificazione delle componenti R_x che contribuiscono al rischio;
- calcolo della componente di rischio identificata R_x;
- calcolo del rischio totale R;
- identificazione del rischio tollerabile R_T;
- confronto del rischio R con quello tollerabile R_T.



Se $R_x \leq R_T$ la protezione contro il fulmine non è necessaria.

Se $R_x > R_T$ devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere $R_x \leq R_T$ per tutti i rischi a cui è interessato l'oggetto.

Per il rischio R_4 , oltre a determinare le componenti e il valore del rischio R_4 , deve essere effettuata la valutazione della convenienza economica della protezione effettuando il confronto tra il costo totale della perdita con e senza le misure di protezione.

Componenti di rischio

Le componenti di rischio sono raggruppate secondo la sorgente di danno ed il tipo di danno, come si evince dalla precedente tabella.

Ciascuna delle componenti di rischio può essere calcolata mediante la seguente equazione generale:

$$R_x = N_x \times P_x \times L_x$$

dove

N_x è il numero di eventi pericolosi [Allegato A, CEI EN 62305-2].

P_x è la probabilità di danno alla struttura [Allegato B, CEI EN 62305-2].

L_x è la perdita conseguente [Allegato C, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura), R_A

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto e di passo in zone fino a 3 m all'esterno della struttura. Possono verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_A = N_D \times P_A \times L_A$$

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura);

- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].

- P_A Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sulla struttura) [§ B.2, CEI EN 62305-2].

- L_A Perdita per danno ad esseri viventi [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura), R_B

Componente relativa ai danni materiali causati da scariche pericolose all'interno della struttura che innescano l'incendio e l'esplosione e che possono essere pericolose per l'ambiente. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_B = N_D \times P_B \times L_B$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_B Probabilità di danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ B.3, CEI EN 62305-2].
- L_B Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura), R_C

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_C = N_D \times P_C \times L_C$$

dove:

- R_C Componente di rischio (guasto di apparati del servizio - fulmine sulla struttura);
- N_D Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_C Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ B.43, CEI EN 62305-2].
- L_C Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sulla struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura), R_M

Componente relativa al guasto di impianti interni causata dal LEMP (impulso elettromagnetico del fulmine). In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_M = N_M \times P_M \times L_M$$

dove:

- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura);
- N_M Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità della struttura [§ A.3, CEI EN 62305-2];
- P_M Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ B.5, CEI EN 62305-2];
- L_M Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità della struttura) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso), R_U

Componente relativa ai danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di contatto all'interno della struttura dovute alla corrente di fulmine iniettata nella linea entrante nella struttura. Possono

verificarsi perdite di tipo L1 (perdita di vite umane) e, in strutture ad uso agricolo, anche di tipo L4 (perdita economica) con possibile perdita di animali.

$$R_U = (N_L + N_{DJ}) \times P_U \times L_U$$

dove:

- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio);
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{DJ} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2 della CEI EN 62305-2].
- P_U Probabilità di danno ad esseri viventi (fulmine sul servizio connesso) [§ B.6, CEI EN 62305-2].
- L_U Perdita per danni ad esseri viventi (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso), R_V

Componente relativa ai danni materiali (incendio o esplosione innescati da scariche pericolose fra installazioni esterne e parti metalliche, generalmente nel punto d'ingresso della linea nella struttura) dovuti alla corrente di fulmine trasmessa attraverso il servizio entrante. Possono verificarsi tutti i tipi di perdita: L1 (perdita di vite umane), L2 (perdita di un servizio pubblico), L3 (perdita di patrimonio culturale insostituibile) e L4 (perdita economica).

$$R_V = (N_L + N_{DJ}) \times P_V \times L_V$$

dove:

- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_V Probabilità di danno materiale nella struttura (fulmine sul servizio connesso) [§ B.7, CEI EN 62305-2].
- L_V Perdita per danno materiale in una struttura (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso), R_W

Componente relativa al guasto di impianti interni causati da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_W = (N_L + N_{DJ}) \times P_W \times L_W$$

dove:

- R_W Componente di rischio (danno agli apparati - fulmine sul servizio connesso).
- N_L Numero di eventi pericolosi per fulminazione sul servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- N_{Da} Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura all'estremità "a" della linea [§ A.2, CEI EN 62305-2].
- P_W Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio connesso) [§ B.8, CEI EN 62305-2].
- L_W Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine sul servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso), R_Z

Componente relativa al guasto di impianti interni causata da sovratensioni indotte sulla linea e trasmesse alla struttura. In tutti i casi possono verificarsi perdite di tipo L2 (perdita di un servizio pubblico) e L4 (perdita economica), unitamente al rischio L1 (perdita di vite umane) nel caso di

strutture con rischio di esplosione e di ospedali o di altre strutture in cui il guasto degli impianti interni provoca immediato pericolo per la vita umana.

$$R_z = N_I \times P_z \times L_z$$

dove:

- R_z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità del servizio).
- N_I Numero di eventi pericolosi per fulminazione in prossimità del servizio [§ A.4, CEI EN 62305-2].
- P_z Probabilità di guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ B.9, CEI EN 62305-2].
- L_z Perdita per guasto di un impianto interno (fulmine in prossimità del servizio) [§ C.3, CEI EN 62305-2].

Determinazione del rischio di perdita di vite umane (R1)

Il rischio di perdita di vite umane è determinato come somma delle componenti di rischio precedentemente definite.

$$R_1 = R_A + R_B + R_C^{(1)} + R_M^{(1)} + R_U + R_V + R_W^{(1)} + R_Z^{(1)}$$

(1) Nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o di altre strutture, in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di servizio pubblico (R2)

Il rischio di perdita di servizio pubblico è determinato dalla formula:

$$R_2 = R_B + R_C + R_M + R_V + R_W + R_Z$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Determinazione del rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile (R3)

Il rischio di perdita di patrimonio culturale insostituibile è dato dalla formula:

$$R_3 = R_B + R_V$$

dove:

- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura)
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso)

Determinazione del rischio di perdita economica (R_4)

Il rischio di perdita economica è determinato secondo la formula:

$$R_4 = R_A^{(1)} + R_B + R_C + R_M + R_U^{(1)} + R_V + R_W + R_Z$$

- (1) Solo in strutture in cui si può verificare la perdita di animali

dove:

- R_A Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sulla struttura).
- R_B Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sulla struttura).
- R_C Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine sulla struttura).
- R_M Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità della struttura).
- R_U Componente di rischio (danno ad esseri viventi - fulmine sul servizio connesso).
- R_V Componente di rischio (danno materiale alla struttura - fulmine sul servizio connesso).
- R_W Componente di rischio (danno agli impianti - fulmine sul servizio connesso).
- R_Z Componente di rischio (guasto di impianti interni - fulmine in prossimità di un servizio connesso).

Esito della valutazione

Una volta noti i valori di rischio per la struttura bisogna verificare che essi siano inferiori ai rischi tollerabili.

Caso 1 - Struttura autoprotetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e non sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Autoprotetta".

Caso 2 - Struttura protetta

Se per ogni rischio calcolato i valori sono inferiori ai rispettivi R_T e sono state adottate misure di protezione, la struttura oggetto di verifica può considerarsi "Protetta".

Caso 3 - Struttura NON protetta

Se almeno un rischio calcolato è superiore al rispettivo R_T devono essere adottate misure di protezione al fine di rendere il rischio inferiore.

STRUTTURA



Valore Ng 1.6

Informazioni sulla posizione	
Coordinate	44.443886° N
	12.124183° E
Comune	Ravenna
Codice Istat	8039014
Provincia	RA
Regione	Emilia-Romagna

CONDIZIONI DI UTILIZZO E VALIDITA' DEI DATI

• Il valore di Ng riportato dall'applicazione è calcolato esclusivamente sulla base delle coordinate geografiche (Latitudine e Longitudine, formato WGS84) fornite dall'utente. Il CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano non si assume alcuna responsabilità in merito all'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi incluso lo strumento gratuito "CEI FindIT" messo a disposizione a puro titolo di ausilio e/o verifica. Parimenti, è responsabilità dell'utente la verifica di precisione e accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.

• I valori di Ng forniti dall'applicazione derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate da CESI S.p.A. facendo ricorso allo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.

• CEI ProDiS possiede le caratteristiche indicate dalla Guida Tecnica CEI 81-30 affinché i dati resi disponibili possano essere utilizzati nell'analisi del rischio prevista dalla norma europea CEI EN 62305-2.

• I dati relativi alle indicazioni geografiche fornite dall'applicazione fanno riferimento ai database geografici messi a disposizione dall'ISTAT. Tali dati si riferiscono alla situazione di Comuni, Province e Regioni prima del censimento 2011.

• La precisione delle conversioni di coordinate comporta un errore all'incirca di 100 m. L'applicazione è costruita in modo da tenere in considerazione le inevitabili approssimazioni dovute al calcolo numerico e, pertanto, i valori forniti risultano sempre conservativi.

• Il valore di Ng fornito è legato esclusivamente alle coordinate inserite: non esiste alcuna relazione tra il valore di Ng ed il Comune in cui ricadono le coordinate geografiche (WGS84).

• Piccole variazioni di coordinate possono portare a valori diversi di Ng a causa della natura discreta della mappa ceramica su cui insiste l'applicazione. Si raccomanda, pertanto, di verificare con la massima attenzione possibile i valori inseriti, nonché di evitare il riuso del dato per posizioni distanti più di 100 m (tolleranza all'errore).

• Dati interpolati e/o dedotti con qualsiasi algoritmo a partire da quelli forniti dall'applicazione non hanno alcuna attinenza con il modello fisico sottostante e, pertanto, non devono essere utilizzati nei calcoli.

• I dati di probabilità ceramica (Ng) sono di proprietà di CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano e di CESI S.p.A. Senza il consenso scritto da parte del CEI - Comitato Elettrotecnico Italiano, è vietata la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo, fatti salvi i fini progettuali e/o di verifica per cui avviene la consultazione.

• E' fatto esplicito divieto di ricostruire il database dei dati ceramici, anche parzialmente, a partire dai dati forniti dall'applicazione.

• Per tutto quanto non esplicitamente citato nelle presenti condizioni, si rimanda alla Licenza d'uso dei prodotti CEI (<http://webstore.ceiweb.it/LicenzaUso.aspx>).

Denominazione	Sala polivalente
Destinazione d'uso	
Indirizzo	Via Sant'Egidio, Camerlona
Comune	RAVENNA (RA)
Cap	
N _G	1.60 fulmini/anno km²
Fonte dati	CEI - CESI

Caratteristiche della struttura	
Ubicazione	Isolata [$C_D = 1$]
Geometria della struttura	Struttura regolare: Lunghezza: 19.1 m Larghezza: 8.7 m Altezza: 4.3 m Altezza protrusione: 0.0 m Area raccolta della struttura isolata A_D: 1 406.20 m² Area raccolta fulmini in prossimità della struttura A_M: 813 198.16 m²
Schermatura	Assente $K_{S1} = 1$
LPS	Struttura non protetta con LPS [$PB = 1.00$]
N° persone totali nella struttura (L1)	$n_T = 63$

ZONE

Nella struttura è presente una sola zona, per cui la zona comprende l'intera struttura.
Di seguito si riportano i dati relativi alla zona.

Zona Z1 - "Zona 1"

Dati generali	
Denominazione	Zona 1
Tipo di zona	Interna
Pavimentazione	Ceramica ($1k\Omega \leq R \leq 10k\Omega$) [$r_t = 10^{-3}$]
Pericoli particolari	Livello ridotto di panico [$h_z = 2$]
Rischio d'incendio	Rischio d'incendio ordinario [$r_f = 10^{-2}$]
Schermatura	Assente $K_{S2} = 1$
Misure antincendio	Misure di protezione manuali [$r_p = 0.5$]

Perdita di vite umane (L1)	
N° persone presenti (n_z)	63
Ore presenza/anno (t_z)	48

L_T	10^{-2}
L_F	10^{-2}

Legenda:

- L_T è la percentuale media di vittime per elettrocuzione (danno D1) causato da un evento pericoloso.
- L_F è la percentuale media di vittime per danno materiale (danno D2) causato da un evento pericoloso.
- L_O è la percentuale media di vittime per guasto degli impianti interni (danno D3) causato da un evento pericoloso.

LINEE

Alla struttura è collegata una linea di seguito descritta.

Linea L1 - "Linea 1"



Dati generali	
Denominazione	Linea 1
Tipo linea	Linea di energia
Protezione	Nessuna
Ambiente circostante	Rurale [Ce = 1.00]
Protezioni dalle tensioni di contatto	Nessuna misura di protezione [PTU = 1]
SPD su linea entrante	Sistema di SPD con LPL di classe II [PEB = 0.02]
Trasformatore AT/BT	Assente [C_T = 1]

Sezioni della linea:

Tratto interrato	
Denominazione	Tratto 1
Lunghezza	1 000 m
Schermatura cavi	Assente
Dispersore fittamente magliato	No

IMPIANTI

Nella struttura è presente un solo impianto interno di seguito descritto.

Impianto I1 - "Impianto 1"

Dati generali	
Denominazione	Impianto 1
Linea collegata all'impianto	Linea 1
Zone servite dall'impianto	Zona 1
Tensione di tenuta	1000
Cavi impianto schermati	No
Schermi o condotti metallici connessi alla barra equipotenziale	No
Tipo cablaggio	Precauzione nella scelta del percorso al fine di evitare larghe spire
Tipo SPD	Sistema SPD assente [PSPD =1.00]

ESITO DELLA VALUTAZIONE













Perdite considerate e rischi tollerabili

Per la valutazione dei rischi sono state considerate le seguenti perdite:

L1 - Perdita di vite umane o danni permanenti (Rischio tollerabile $R_T = 10^{-5}$)









Valutazione del rischio di perdita di vite umane R1

Numero annuo atteso di eventi pericolosi, N_x













Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{D3}$			N_I
Struttura	2.25×10^{-3}			1.30	-			-
Eventi	N_D			N_M	$N_L + N_{D3}$			N_I
L1	-			-	3.20×10^{-2}			3.20

Valori di probabilità di perdita di vite umane, P_x













Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3

								
Probabilità	P_A	P_B	P_C	P_M	P_U	P_V	P_W	P_Z
Z1	1	1	1	4 x 10⁻²	2 x 10⁻²	2 x 10⁻²	1	1
- I1	-	-	1	4 x 10 ⁻²	-	-	-	-
- L1	-	-	-	-	2 x 10 ⁻²	2 x 10 ⁻²	1	1

Ammontare delle perdite di vite umane, L_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Perdite	L _A	L _B	L _C	L _M	L _U	L _V	L _W	L _Z
Z1	5.48 x 10 ⁻⁸	5.48 x 10 ⁻⁷	0	0	5.48 x 10 ⁻⁸	5.48 x 10 ⁻⁷	0	0

Componenti di rischio di perdita di vite umane, R_x

Sorgente di danno	S1			S2	S3			S4
								
Tipo di danno	D1	D2	D3	D3	D1	D2	D3	D3
								
Rischio	R _A	R _B	R _C	R _M	R _U	R _V	R _W	R _Z
Z1	1.23 x 10 ⁻¹⁰	1.23 x 10 ⁻⁹			3.51 x 10 ⁻¹¹	3.51 x 10 ⁻¹⁰		
Totale	1.23 x 10 ⁻¹⁰	1.23 x 10 ⁻⁹			3.51 x 10 ⁻¹¹	3.51 x 10 ⁻¹⁰		

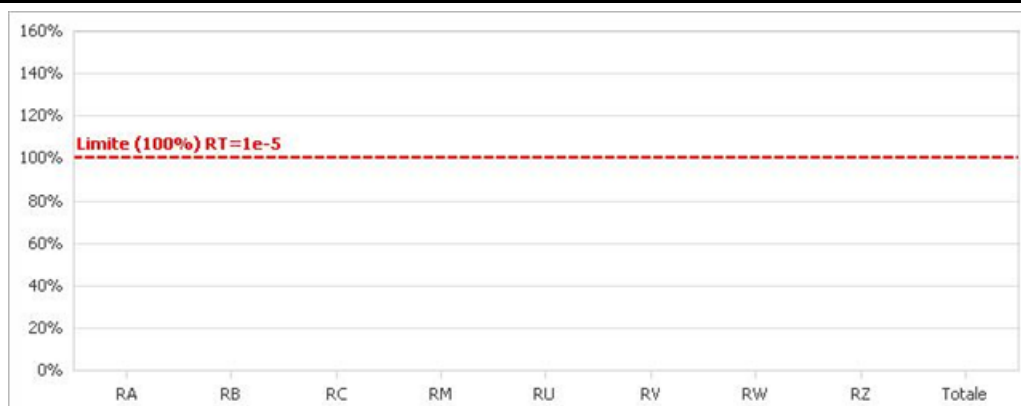
Rischio di perdita di vita umana, R_{1,Struttura}

(R_{1,Struttura} = R_{A,Struttura} + R_{B,Struttura} + R_{C,Struttura} + R_{M,Struttura} + R_{U,Struttura} + R_{V,Struttura} + R_{W,Struttura} + R_{Z,Struttura})

1.74 x 10⁻⁹

Il valore del rischio dovuto al fulmine è inferiore al valore di rischio tollerato R_T.

Grafico delle componenti di rischio



CONCLUSIONI

Visti gli esiti delle verifiche effettuate, non è necessario realizzare alcun sistema di protezione contro i fulmini per la struttura in questione in quanto il rischio dovuto al fulmine è già al di sotto del limite tollerato.

Quindi la struttura è da considerarsi **PROTETTA**.

In forza della legge n° 186 del 01/03/1968 che individua nelle norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche.

Allegato 4

Progettazione e dimensionamento di un impianto di ricezione del segnale satellitare

Impianto: Sala polivalente centro sportivo Camerlona - Impianto segnale tv

Committente: - Comune di Ravenna

RAVENNA, 28/10/2019

Il Tecnico

INDICE

PREMESSA.....	3
Normativa di riferimento.....	3
Norme.....	3
Criteri utilizzati per le scelte progettuali	3
Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati	3
IMPIANTO	4
SCHEMA IMPIANTO.....	4
DATI IMPIANTO.....	5
DIMENSIONAMENTO IMPIANTO	5
Segnali e regolazioni	5
Segnali su prese.....	5
COMPONENTI IMPIANTO.....	5
CALCOLO MOMENTO FLETTENTE DEL SOSTEGNO PER ANTENNE.....	8

PREMESSA

Normativa di riferimento

Gli impianti e i relativi componenti devono rispettare, ove di pertinenza, le prescrizioni contenute nelle seguenti norme di riferimento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione citati.

Norme

Legge 186/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
D.Lgs. 1/08/03	Codice delle comunicazioni elettroniche.
D.Lgs. 22/01/08 n. 37	Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 11 – quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n° 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
D.M. 22/01/2013	Regole tecniche relative agli impianti condominiali centralizzati d'antenna riceventi del servizio di radiodiffusione.
CEI 100-6	Prestazioni dell'impianto.
CEI 100-7	Guida per l'applicazione delle norme sugli impianti di ricezione televisiva.
CEI 100-140	Guida per la scelta e l'installazione dei sostegni d'antenna per la ricezione televisiva.
CEI 12-43	Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e multimediali interattivi - Parte 1: Prescrizioni di sicurezza.
CEI 60728-1	Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi. Parte 1: Prestazioni dell'impianto per i percorsi diretti.
CEI 60728-11	Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, sonori e servizi interattivi. Parte 11: Sicurezza.

Inoltre dovranno essere rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.FF., Ente distributore di energia elettrica, Telefonia, ISPESL, ASL, ecc.

Criteri utilizzati per le scelte progettuali

Per soddisfare i requisiti dell'impianto elettrico, si sono fissati questi due fondamentali obiettivi:

- la flessibilità nel tempo: la facilità d'adeguamento dell'installazione alle mutevoli esigenze abitative ed organizzative;
- la sicurezza ambientale: intesa come protezione delle persone e delle cose, che in qualche modo debbano interagire con l'ambiente in piena coerenza con la norma CEI 64-8.

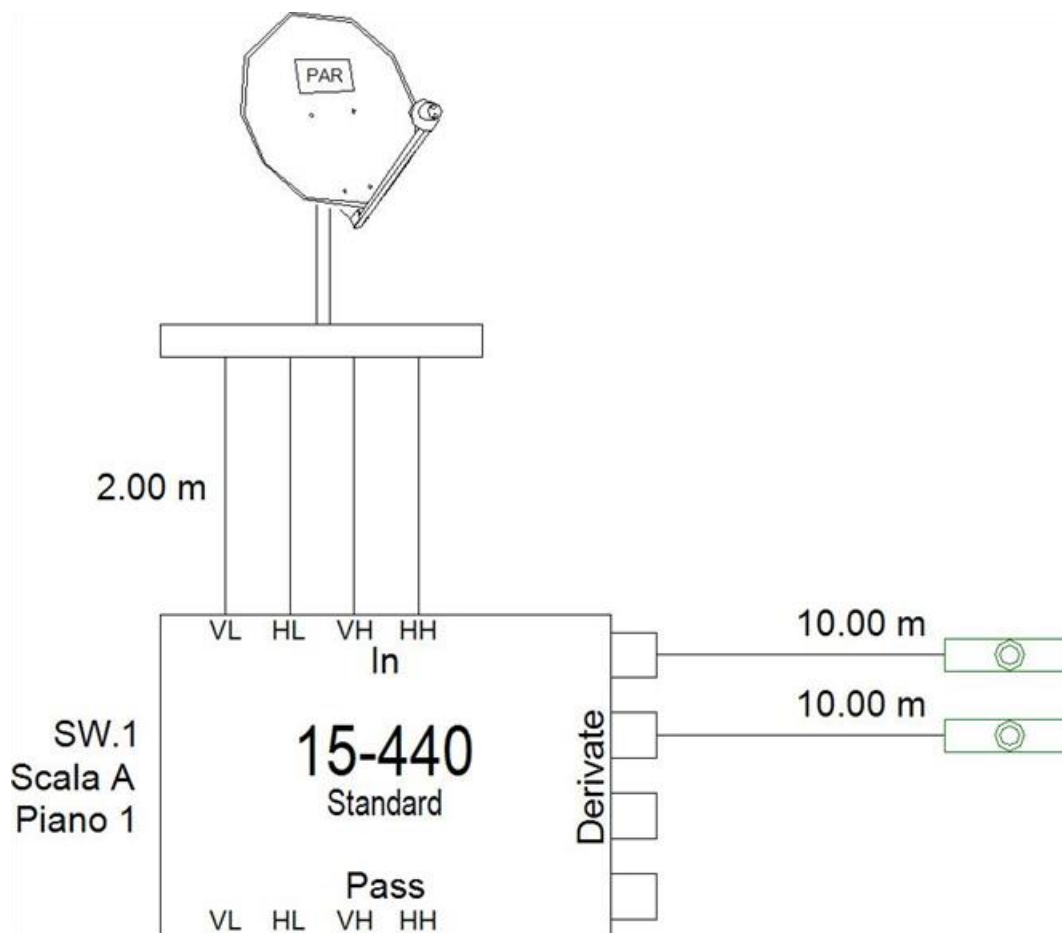
Qualità e caratteristiche dei materiali utilizzati

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati sono adatti all'ambiente in cui sono installati e hanno caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi sono rispondenti alle norme CEI; inoltre, tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità sono muniti del contrassegno IMQ.

IMPIANTO

SCHEMA IMPIANTO



DATI IMPIANTO

Dati generali	
Denominazione	Sala polivalente centro sportivo Camerlona - Impianto segnale tv
Descrizione	
Indirizzo	
CAP Comune (Provincia)	
Tipo di intervento	
Tipologia di utenza	
Destinazione d'uso	
Tipologia di impianto	Impianto satellitare con distribuzione a cascata e segnale satellitare di tipo standard

DIMENSIONAMENTO IMPIANTO

Segnali e regolazioni

LNB				
Denominazione	LNB.1			
Articolo	13-231 - Offel			
Frequenza	950 MHz	1350 MHz	1750 MHz	2150 MHz
Segnale	80.0 dB(μV)	79.0 dB(μV)	78.0 dB(μV)	77.0 dB(μV)

Multiswitch			
Denominazione	SW.1		
Articolo	15-440 - Offel - Standard		
Posizione	Scala : "Scala A", piano: "Piano 1"		
	Uscita	Tipo	
	OUT.1 - Unità imm. 1	Standard	-10 dB guadagno
	OUT.2 - Unità imm. 1	Standard	-10 dB guadagno
	OUT.3 -	Standard	-10 dB guadagno
	OUT.4 -	Standard	-10 dB guadagno

Segnali su prese

	950 MHz	1350 MHz	1750 MHz	2150 MHz
PRS.1	64.8 dB(μV)	63.4 dB(μV)	62.0 dB(μV)	60.7 dB(μV)
PRS.2	64.8 dB(μV)	63.4 dB(μV)	62.0 dB(μV)	60.7 dB(μV)

COMPONENTI IMPIANTO

LNB - 13-231	
Marca - Serie	Offel
Descrizione	LNB H-V-H-V ideale per impianti 1° IF e con multiswitch.
Descrizione estesa	Ideale per impianti 1° IF e con multiswitch. Dotato di 4 uscite H-V-H-V separate che consente la ricezione dei segnali analogici e digitali di un satellite.
Codice tariffa	OFE-13-231
Prezzo	0.00 €
Dimensioni	154 mm x 109 mm x 53 mm
Dati tecnici	
Guadagno	55.0 dB
Cifra di rumore	0.7 dB
Corrente assorbita	210.0 mA

PARABOLA - 11-100	
Marca - Serie	Offel
Descrizione	PO-100-G parabola in alluminio 100 cm
Descrizione estesa	Ideali per la ricezione dei segnali satellitari. Dotate di supporto LNB completo di adattatore da 40 mm
Codice tariffa	OFE-11-100
Prezzo	0.00 €
Dati tecnici	
Colore	Bianco
Carico al vento a 130 Km/h	891.80 N
Guadagno	40.5 dB
Diametro	94 x 101 cm
Diametro palo fissaggio	30 - 90 mm

MULTISWITCH - 15-440	
Marca - Serie	Offel MW4
Descrizione	MW44-0 - Multiswitch regolabile 4 uscite derivate SAT
Descrizione estesa	Ideale per la distribuzione dei segnali SAT in impianti centralizzati. Realizzato con guadagno di derivazione regolabile per garantire alle prese un equilibrato livello dei segnali SAT. Tre regolazioni di guadagno disponibili: -10 dB, -5 dB e 0 dB. Il guadagno desiderato è selezionabile tramite interruttore a tre posizioni. L'alimentazione del multiswitch e dell'LNB vengono fornite dal ricevitore SAT, che fornisce anche le tensioni di controllo per la commutazione. La telealimentazione dal multiswitch verso l'LNB è abilitata sul connettore V/L nell'impianto l'inseritore di tensione (art. 15-503) con l'alimentatore ALIM/M5-SAT (art. 15-501) e di connetterlo sulla polarizzazione V/L. Connettori per le uscite passanti a vite tipo F.

Codice tariffa	OFE-15-440
Prezzo	0.00 €
Dimensioni	90 mm x 27 mm x 90 mm
Dati tecnici	
Tipo	Passante
Configurazione	In cascata
Tipo uscita	Standard
Funzionamento	Passivo
Corrente assorbita	55.0 mA
Ingressi SAT	4
Ingresso TV	Assente
Uscite derivate	4
Dati SAT	
Controllo automatico del guadagno	Assente
Guadagni uscite derivate	-10.0; -5.0; 0.0 dB
Livello ingresso	Max 95.0 dB
Livello uscita max	0.0 dB(µV)
Attenuazione passaggio	2.0 dB

PRESA - 17-263	
Marca - Serie	Offel
Descrizione	OP Presa terminale
Descrizione estesa	OP Presa terminale
Codice tariffa	OFE-17-263
Prezzo	0.00 €
Dati tecnici	
Uso	SAT / TV
Connettore	IEC Maschio
Tipo	Terminale
Attenuazione derivazione SAT	1.1 dB
Attenuazione passaggio SAT	-
Attenuazione derivazione TV	0.4 dB
Attenuazione passaggio TV	-

CAVO - PAS4009	
Marca - Serie	Fracarro
Descrizione	Cavi coassiali per uso esterno
Descrizione estesa	Cavi coassiali per uso esterno
Codice tariffa	FRA-PAS4009
Prezzo	0.00 €
Dati tecnici	
Diametro	10.2 mm
Attenuazioni	0.0 dB/100m a 175 MHz 8.5 dB/100m a 470 MHz 11.0 dB/100m a 800 MHz 12.9 dB/100m a 950 MHz 15.2 dB/100m a 1350 MHz

	17.6 dB/100m a 1750 MHz 19.8 dB/100m a 2150 MHz
CAVO - 57-820	
Marca - Serie	Offel
Descrizione	Cavi per interno - SAT DIGITAL
Descrizione estesa	Cavi per interno, realizzati per coprire le diverse esigenze riscontrate nella distribuzione dei segnali TV-SAT. Garantiscono, a seconda delle necessità, una ridotta attenuazione unita ad un'elevata capacità di propagazione.
Codice tariffa	OFE-57-820
Prezzo	0.00 €
Dati tecnici	
Diametro	6.8 mm
Attenuazioni	8.3 dB/100m a 175 MHz 12.3 dB/100m a 470 MHz 17.1 dB/100m a 800 MHz 18.5 dB/100m a 950 MHz 21.7 dB/100m a 1350 MHz 25.1 dB/100m a 1750 MHz 28.2 dB/100m a 2150 MHz

CALCOLO MOMENTO FLETTENTE DEL SOSTEGNO PER ANTENNE

Dati generali			
Altezza dal suolo della base del sostegno		Fino a 20 m (velocità vento 130 km/h)	
Zona di installazione		Con vento nella norma	
Carico di rottura del materiale Rm		220.0 N/mm²	
Momento flettente delle antenne Mba			
	Descrizione	Distanza a	W (130 km/h)
1	PO-100-G parabola in alluminio 100 cm	1.00 m	891.80 N
Momento flettente del palo Mp			
	Lunghezza l	Diametro	Spessore
1	1.00 m	60.0 mm	3.0 mm
Momento flettente dovuto all'azione del vento sulle antenne			891.80 N m
Momento flettente dovuto all'azione del vento sul palo			28.80 N m
Modulo di resistenza del palo W			7 292.66 mm³
Risultati			
Momento flettente totale di un sostegno di antenna nel punto di ancoraggio			920.60 N m
Momento flettente max sopportabile dal sostegno nel punto di ancoraggio			1 604.39 N m

Allegato 5: Relazione di calcolo illuminotecnico

Sala polivalente Camerlona

Responsabile:

No. ordine:

Ditta:

No. cliente:

Data: 30.10.2019

Redattore:



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Indice

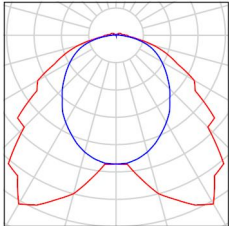
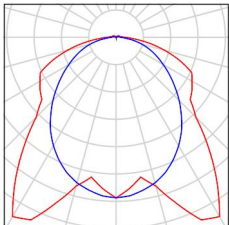
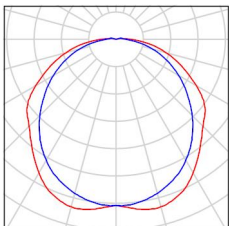
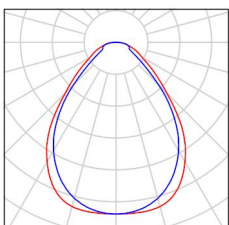
Sala polivalente Camerlona

Copertina progetto	1
Indice	2
Lista pezzi lampade	3
Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED	
Scheda tecnica apparecchio	4
3F Filippi 58567 3F Linda LED 1x12W EP LA L660	
Scheda tecnica apparecchio	5
3F Filippi 58572 3F Linda LED 2x12W L660	
Scheda tecnica apparecchio	6
Disano Illuminazione SpA 740 LED 4000K CLD CELL 740 - LED Panel - U...	
Scheda tecnica apparecchio	7
Sala	
Riepilogo	8
Cucina	
Riepilogo	9
Dispensa	
Riepilogo	10
Vano tecnico	
Riepilogo	11
Corridoio	
Riepilogo	12
Antibagno 1	
Riepilogo	13
Antibagno 2	
Riepilogo	14
WC1	
Riepilogo	15
WCd	
Riepilogo	16
WC2	
Riepilogo	17



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sala polivalente Camerlona / Lista pezzi lampade

2 Pezzo	<p>3F Filippi 58567 3F Linda LED 1x12W EP LA L660 Articolo No.: 58567 Flusso luminoso (Lampada): 1918 lm Flusso luminoso (Lampadine): 1918 lm Potenza lampade: 16.0 W Classificazione lampade secondo CIE: 97 CIE Flux Code: 44 77 94 97 100 Dotazione: 1 x 12W LED/840 (Fattore di correzione 1.000).</p>	Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.	
5 Pezzo	<p>3F Filippi 58572 3F Linda LED 2x12W L660 Articolo No.: 58572 Flusso luminoso (Lampada): 3732 lm Flusso luminoso (Lampadine): 3732 lm Potenza lampade: 30.0 W Classificazione lampade secondo CIE: 97 CIE Flux Code: 45 76 93 97 100 Dotazione: 1 x 12W LED/840 (Fattore di correzione 1.000).</p>	Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.	
8 Pezzo	<p>Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED Articolo No.: 1847 LED CLD CELL Flusso luminoso (Lampada): 954 lm Flusso luminoso (Lampadine): 954 lm Potenza lampade: 9.0 W Classificazione lampade secondo CIE: 98 CIE Flux Code: 44 73 92 98 101 Dotazione: 1 x LTW5630/1847 (Fattore di correzione 1.000).</p>	Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.	
16 Pezzo	<p>Disano Illuminazione SpA 740 LED 4000K CLD CELL 740 - LED Panel - UGR<19 - CRI>90 Articolo No.: 740 LED 4000K CLD CELL Flusso luminoso (Lampada): 3318 lm Flusso luminoso (Lampadine): 3318 lm Potenza lampade: 33.0 W Classificazione lampade secondo CIE: 100 CIE Flux Code: 65 88 97 100 101 Dotazione: 1 x led_lp904000 (Fattore di correzione 1.000).</p>	Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.	

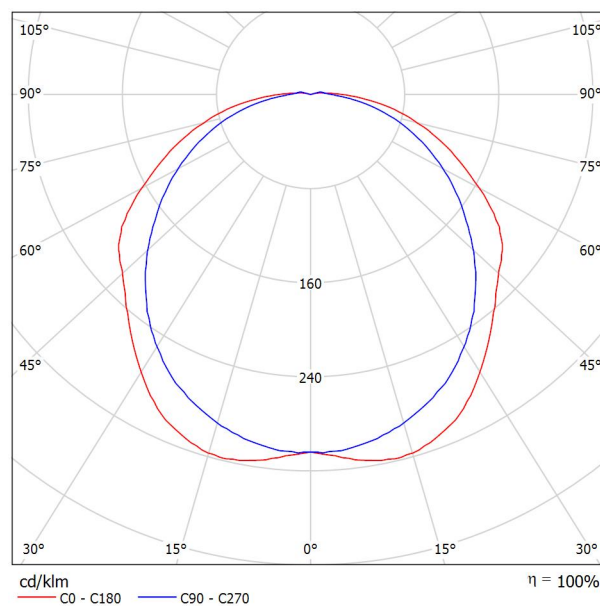


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 98
CIE Flux Code: 44 73 92 98 101

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR												
p Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	70	70
p Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	50	30
p Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade					
X	Y											
2H	2H	17.4	18.7	17.7	19.0	19.3	16.5	17.9	16.8	18.2	18.4	
	3H	19.0	20.3	19.4	20.6	20.9	18.1	19.3	18.4	19.6	19.9	
	4H	19.8	20.9	20.1	21.3	21.6	18.7	19.9	19.1	20.2	20.6	
	6H	20.4	21.5	20.8	21.8	22.2	19.3	20.4	19.7	20.7	21.1	
	8H	20.6	21.7	21.0	22.0	22.4	19.5	20.5	19.9	20.9	21.3	
	12H	20.8	21.8	21.2	22.2	22.6	19.7	20.7	20.1	21.0	21.4	
4H	2H	18.0	19.1	18.3	19.5	19.8	17.3	18.5	17.7	18.8	19.1	
	3H	19.8	20.8	20.2	21.2	21.6	19.0	20.1	19.4	20.4	20.8	
	4H	20.7	21.6	21.1	22.0	22.4	19.8	20.8	20.3	21.1	21.6	
	6H	21.5	22.3	21.9	22.7	23.1	20.5	21.3	21.0	21.7	22.2	
	8H	21.8	22.5	22.2	22.9	23.4	20.8	21.5	21.2	22.0	22.4	
	12H	22.0	22.7	22.5	23.1	23.6	21.0	21.7	21.5	22.1	22.6	
8H	4H	21.0	21.7	21.4	22.1	22.6	20.2	21.0	20.7	21.4	21.9	
	6H	21.9	22.5	22.4	23.0	23.5	21.1	21.7	21.6	22.2	22.7	
	8H	22.3	22.9	22.8	23.4	23.9	21.4	22.0	22.0	22.5	23.0	
	12H	22.7	23.2	23.2	23.7	24.2	21.8	22.2	22.3	22.7	23.3	
	4H	21.0	21.7	21.5	22.1	22.6	20.3	21.0	20.8	21.4	21.9	
	6H	22.0	22.5	22.5	23.0	23.5	21.2	21.7	21.7	22.2	22.7	
12H	8H	22.5	22.9	23.0	23.4	24.0	21.6	22.1	22.1	22.6	23.1	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S												
S = 1.0H		+0.1 / -0.1					+0.1 / -0.1					
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3					
S = 2.0H		+0.4 / -0.5					+0.3 / -0.6					
Tabella standard		BK07					BK06					
Addendo di correzione		5.6					4.2					
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 954lm Flusso luminoso sferico												

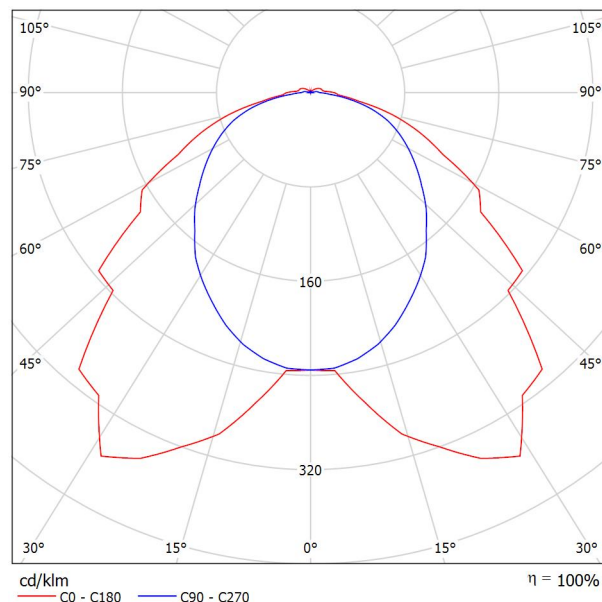


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

3F Filippi 58567 3F Linda LED 1x12W EP LA L660 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 97
CIE Flux Code: 44 77 94 97 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR

p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	17.7	19.1	18.1	19.3	19.7	17.2	18.6	17.6	18.8	19.2
	3H	18.9	20.1	19.3	20.4	20.8	18.6	19.8	19.0	20.2	20.5
	4H	19.4	20.5	19.7	20.8	21.2	19.2	20.4	19.6	20.7	21.1
	6H	19.6	20.7	20.0	21.0	21.4	19.6	20.7	20.0	21.0	21.4
	8H	19.7	20.7	20.1	21.1	21.5	19.8	20.8	20.2	21.1	21.5
12H	19.8	20.7	20.2	21.1	21.5	19.8	20.8	20.3	21.2	21.6	
4H	2H	18.3	19.4	18.7	19.8	20.1	17.9	19.0	18.3	19.4	19.7
	3H	19.6	20.6	20.1	21.0	21.4	19.5	20.5	19.9	20.8	21.3
	4H	20.2	21.1	20.6	21.5	21.9	20.2	21.1	20.7	21.5	21.9
	6H	20.6	21.3	21.0	21.8	22.2	20.8	21.5	21.2	22.0	22.4
	8H	20.7	21.4	21.2	21.8	22.3	21.0	21.7	21.4	22.1	22.6
12H	20.8	21.4	21.3	21.9	22.4	21.1	21.7	21.6	22.2	22.7	
8H	4H	20.4	21.1	20.9	21.6	22.1	20.4	21.1	20.9	21.6	22.1
	6H	20.9	21.5	21.4	22.0	22.5	21.1	21.7	21.6	22.2	22.7
	8H	21.1	21.6	21.6	22.1	22.7	21.4	21.9	21.9	22.4	23.0
	12H	21.2	21.7	21.8	22.2	22.8	21.6	22.1	22.2	22.6	23.2
	12H	20.4	21.1	20.9	21.5	22.0	20.4	21.1	20.9	21.5	22.0
6H	21.0	21.5	21.5	22.0	22.5	21.2	21.7	21.7	22.2	22.7	
8H	21.2	21.6	21.7	22.1	22.7	21.5	21.9	22.0	22.4	23.0	
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 1.5H		+0.4 / -0.5					+0.6 / -0.7				
S = 2.0H		+0.7 / -1.0					+0.7 / -1.2				
Tabella standard		BK05					BK06				
Addendo di correzione		4.0					4.5				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 1918lm Flusso luminoso sferico											

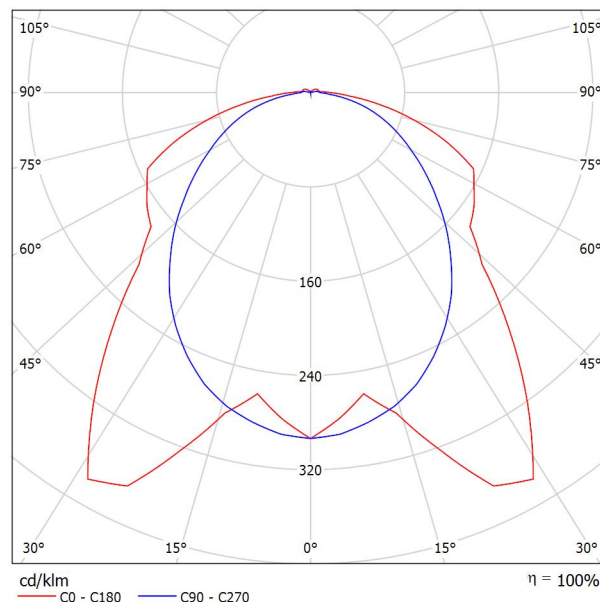


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

3F Filippi 58572 3F Linda LED 2x12W L660 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 97
CIE Flux Code: 45 76 93 97 100

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	19.6	20.9	19.9	21.2	21.5	19.4	20.7	19.7	21.0	21.3
	3H	21.5	22.7	21.8	23.0	23.3	20.7	21.9	21.0	22.2	22.5
	4H	22.2	23.3	22.6	23.7	24.0	21.2	22.3	21.6	22.7	23.0
	6H	22.7	23.7	23.1	24.1	24.5	21.6	22.6	22.0	23.0	23.4
	8H	22.8	23.9	23.2	24.2	24.6	21.7	22.7	22.1	23.1	23.5
4H	12H	22.9	23.9	23.4	24.3	24.7	21.8	22.7	22.2	23.1	23.5
	2H	20.2	21.3	20.6	21.6	22.0	20.0	21.1	20.4	21.4	21.8
	3H	22.2	23.2	22.7	23.6	24.0	21.5	22.5	21.9	22.8	23.2
	4H	23.1	24.0	23.5	24.4	24.8	22.2	23.0	22.6	23.4	23.9
	6H	23.7	24.5	24.2	24.9	25.4	22.7	23.5	23.2	23.9	24.3
8H	8H	23.9	24.7	24.4	25.1	25.6	22.9	23.6	23.4	24.0	24.5
	12H	24.1	24.7	24.6	25.2	25.7	23.0	23.6	23.5	24.1	24.6
	4H	23.4	24.1	23.8	24.5	25.0	22.5	23.2	23.0	23.7	24.1
	6H	24.1	24.7	24.6	25.2	25.7	23.2	23.8	23.7	24.2	24.7
	8H	24.4	25.0	25.0	25.4	26.0	23.4	24.0	24.0	24.5	25.0
12H	12H	24.7	25.1	25.2	25.6	26.2	23.6	24.1	24.2	24.6	25.2
	4H	23.4	24.0	23.9	24.5	25.0	22.6	23.2	23.0	23.7	24.1
	6H	24.2	24.7	24.7	25.2	25.7	23.3	23.8	23.8	24.3	24.8
8H		24.5	25.0	25.1	25.5	26.1	23.6	24.0	24.1	24.5	25.1
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.2 / -0.2					+0.2 / -0.2				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.6 / -0.7				
S = 2.0H		+0.2 / -0.4					+0.8 / -1.1				
Tabella standard		BK06					BK05				
Addendo di correzione		7.2					6.0				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3732lm Flusso luminoso sferico											

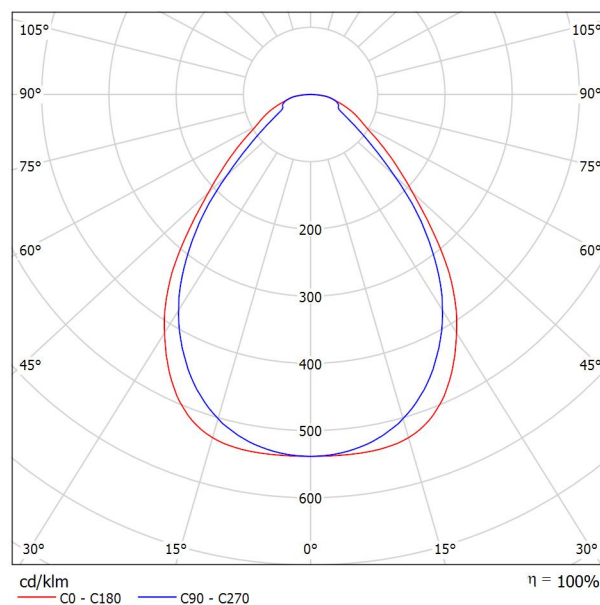


Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Disano Illuminazione SpA 740 LED 4000K CLD CELL 740 - LED Panel - UGR<19 - CRI>90 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



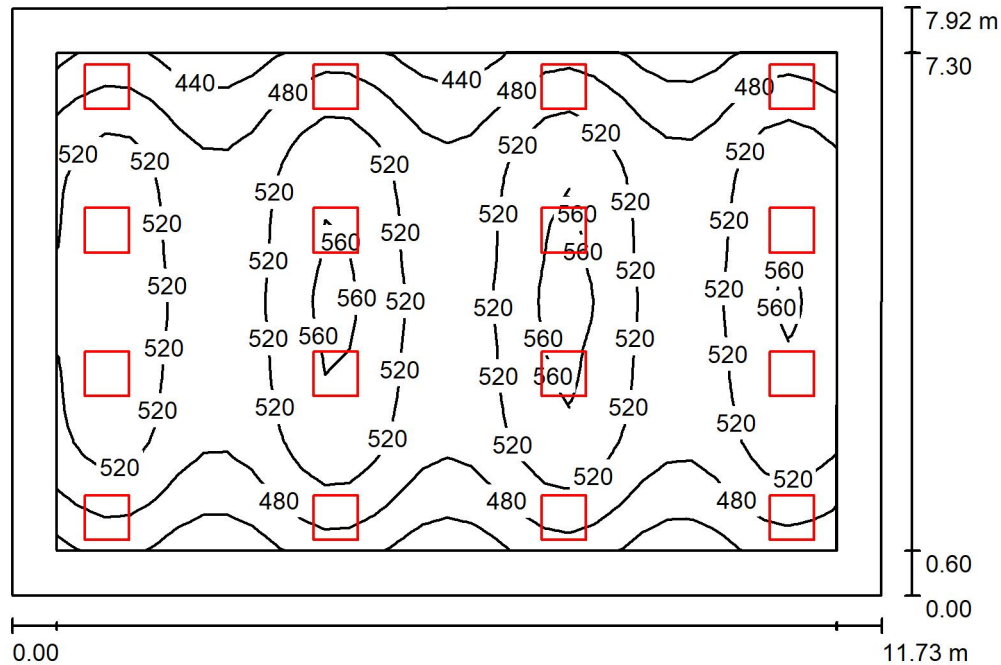
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 65 88 97 100 101

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	14.1	15.2	14.4	15.4	15.6	13.9	15.0	14.2	15.2	15.4
	3H	15.3	16.3	15.6	16.6	16.8	15.0	16.0	15.3	16.2	16.5
	4H	16.0	16.9	16.3	17.2	17.5	15.6	16.5	15.9	16.8	17.1
	6H	16.5	17.4	16.9	17.7	18.0	16.3	17.1	16.6	17.4	17.7
	8H	16.8	17.6	17.2	17.9	18.3	16.5	17.4	16.9	17.7	18.0
	12H	17.0	17.8	17.4	18.1	18.5	16.8	17.5	17.1	17.9	18.2
4H	2H	14.5	15.4	14.8	15.7	15.9	14.4	15.3	14.7	15.6	15.8
	3H	15.9	16.7	16.2	17.0	17.3	15.8	16.5	16.1	16.9	17.2
	4H	16.7	17.4	17.1	17.7	18.1	16.6	17.3	17.0	17.6	18.0
	6H	17.5	18.1	17.9	18.5	18.9	17.4	18.0	17.8	18.4	18.8
	8H	17.9	18.4	18.3	18.8	19.2	17.8	18.3	18.2	18.7	19.1
	12H	18.2	18.7	18.6	19.1	19.5	18.1	18.6	18.5	19.0	19.4
8H	4H	17.1	17.6	17.5	18.0	18.4	16.9	17.5	17.4	17.9	18.3
	6H	18.0	18.5	18.5	18.9	19.3	18.0	18.4	18.4	18.9	19.3
	8H	18.5	18.9	19.0	19.3	19.8	18.5	18.9	18.9	19.3	19.8
	12H	18.9	19.2	19.4	19.7	20.2	18.9	19.2	19.4	19.7	20.2
	4H	17.1	17.6	17.5	18.0	18.4	17.0	17.5	17.4	17.9	18.3
	6H	18.1	18.5	18.6	19.0	19.4	18.1	18.5	18.6	18.9	19.4
12H	8H	18.7	19.0	19.1	19.5	20.0	18.6	19.0	19.1	19.4	19.9
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.2 / -0.3					+0.2 / -0.3				
S = 1.5H		+0.6 / -0.6					+0.4 / -0.7				
S = 2.0H		+1.2 / -0.9					+0.7 / -1.1				
Tabella standard		BK06					BK06				
Addendo di correzione		1.1					0.9				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 3318lm Flusso luminoso sferico											

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Sala / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:102

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	508	409	580	0.804
Pavimento	27	454	296	534	0.653
Soffitto	78	147	96	204	0.654
Pareti (4)	78	261	143	394	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
Reticolo: 32 x 32 Punti
Zona margine: 0.600 m

Distinta lampade

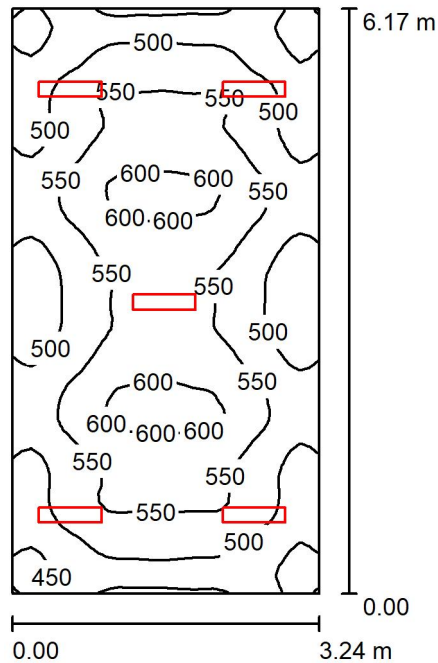
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	16	Disano Illuminazione SpA 740 LED 4000K CLD CELL 740 - LED Panel - UGR<19 - CRI>90 (1.000)	3318	3318	33.0
Totale:			53083	53088	528.0

Potenza allacciata specifica: $5.69 \text{ W/m}^2 = 1.12 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 92.74 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Cucina / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:80

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	527	411	616	0.780
Pavimento	27	448	348	516	0.776
Soffitto	78	287	211	531	0.737
Pareti (4)	78	412	239	1068	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

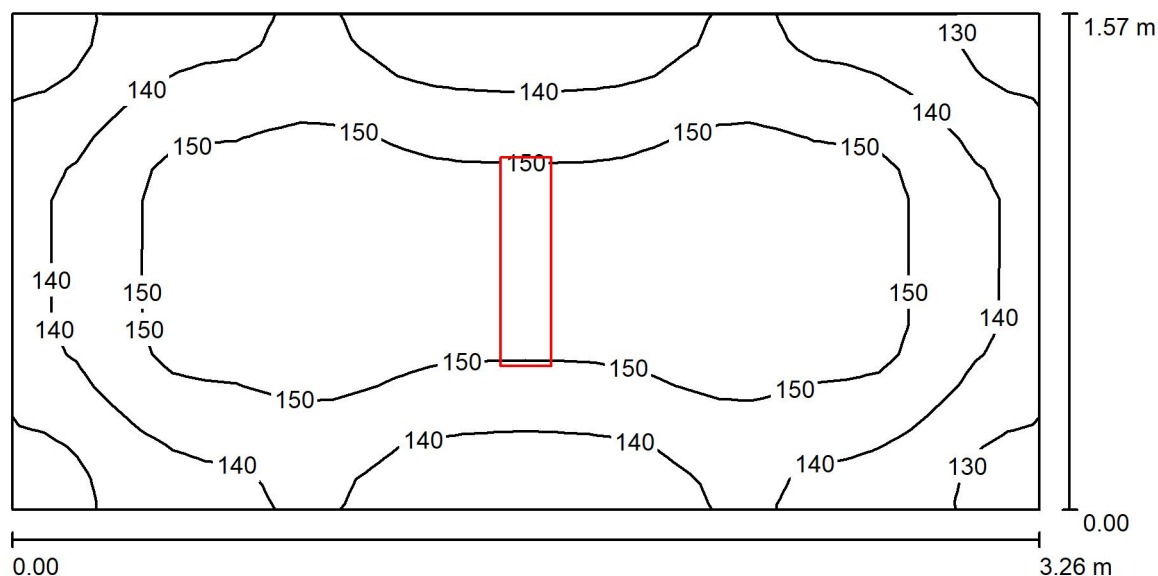
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	5	3F Filippi 58572 3F Linda LED 2x12W L660 (1.000)	3732	3732	30.0
Totale:			18660	18660	150.0

Potenza allacciata specifica: $7.50 \text{ W/m}^2 = 1.42 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 19.99 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Dispensa / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:24

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	145	124	158	0.854
Pavimento	27	105	91	113	0.866
Soffitto	78	109	76	204	0.693
Pareti (4)	78	124	56	335	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

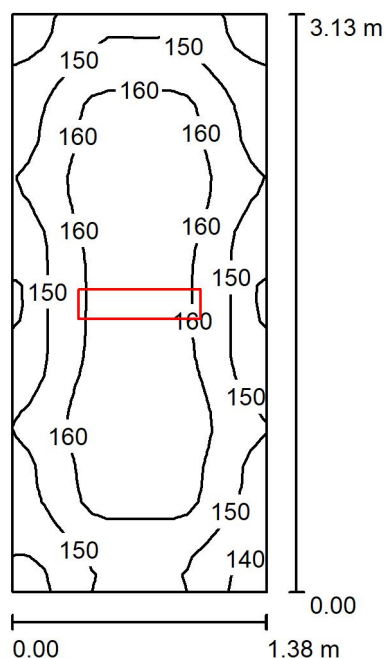
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	3F Filippi 58567 3F Linda LED 1x12W EP LA L660 (1.000)	1918	1918	16.0
Totale:			1918	1918	16.0

Potenza allacciata specifica: $3.13 \text{ W/m}^2 = 2.16 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 5.12 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Vano tecnico / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:41

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	155	133	169	0.857
Pavimento	27	110	97	117	0.882
Soffitto	78	128	82	221	0.636
Pareti (4)	78	139	58	438	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

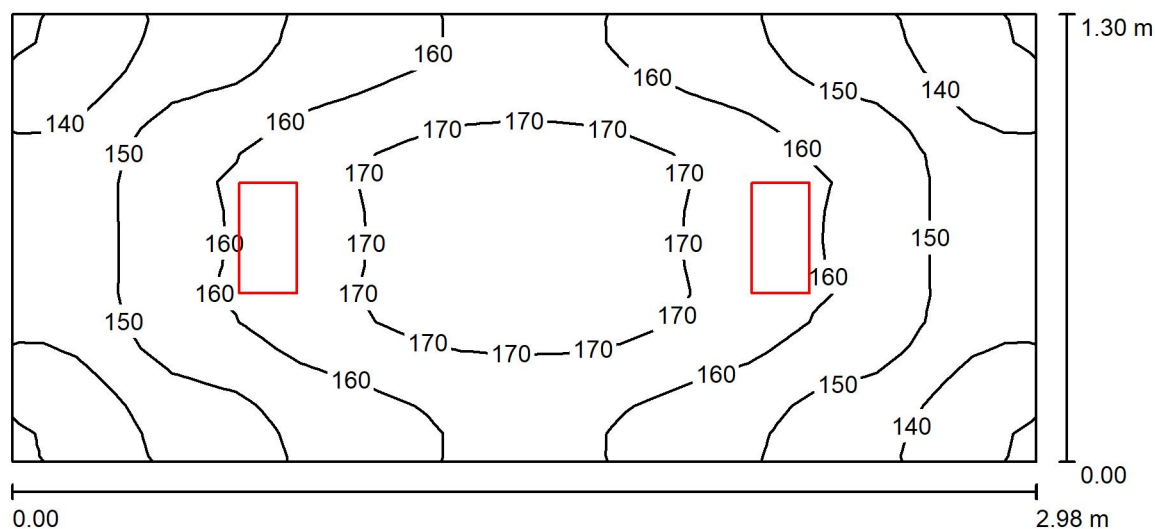
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	3F Filippi 58567 3F Linda LED 1x12W EP LA L660 (1.000)	1918	1918	16.0
Totale:			1918	Totale: 1918	16.0

Potenza allacciata specifica: $3.71 \text{ W/m}^2 = 2.39 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 4.31 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Corridoio / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:22

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	156	128	176	0.818
Pavimento	27	112	95	123	0.855
Soffitto	78	138	82	162	0.596
Pareti (4)	78	148	56	301	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

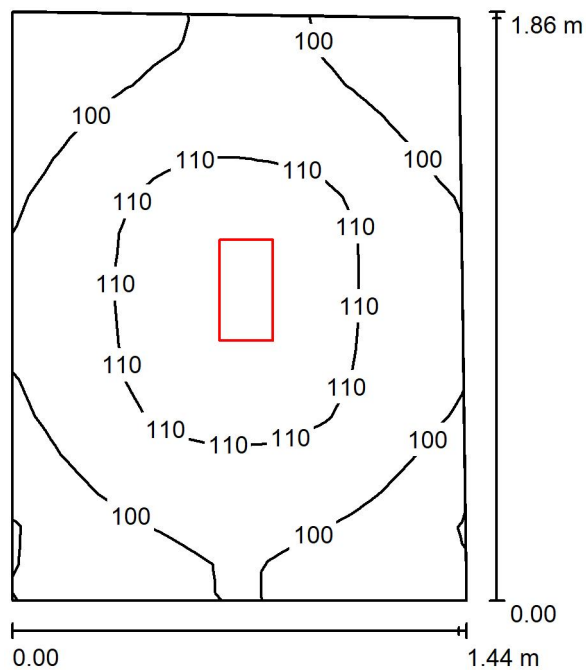
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED (1.000)	954	954	9.0
Totale:			1908	Totale: 1908	18.0

Potenza allacciata specifica: $4.65 \text{ W/m}^2 = 2.98 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.87 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Antibagno 1 / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:24

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	104	87	115	0.834
Pavimento	27	71	61	76	0.862
Soffitto	78	104	52	129	0.502
Pareti (4)	78	106	38	269	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

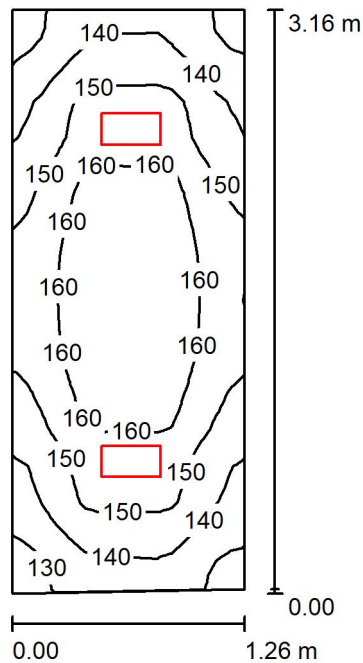
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED (1.000)	954	954	9.0
Totale:			954	954	9.0

Potenza allacciata specifica: $3.40 \text{ W/m}^2 = 3.27 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.65 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Antibagno 2 / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:41

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	151	123	169	0.814
Pavimento	27	108	93	119	0.859
Soffitto	78	137	48	176	0.347
Pareti (4)	78	146	54	336	/

Superficie utile:

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

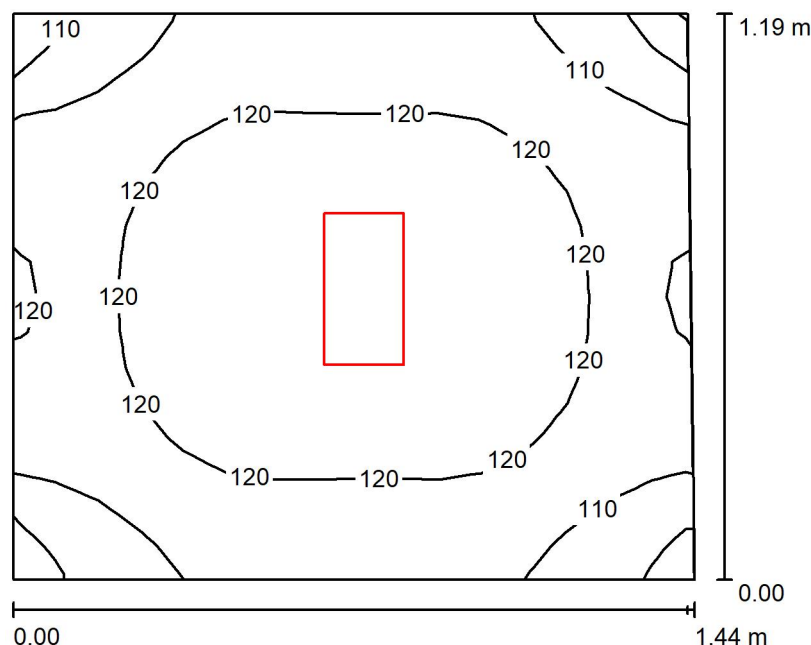
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED (1.000)	954	954	9.0
Totale:			1908	Totale: 1908	18.0

Potenza allacciata specifica: $4.55 \text{ W/m}^2 = 3.02 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 3.96 m^2)

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

WC1 / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:16

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	119	103	128	0.870
Pavimento	27	76	66	80	0.873
Soffitto	78	150	64	185	0.424
Pareti (4)	78	138	38	338	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

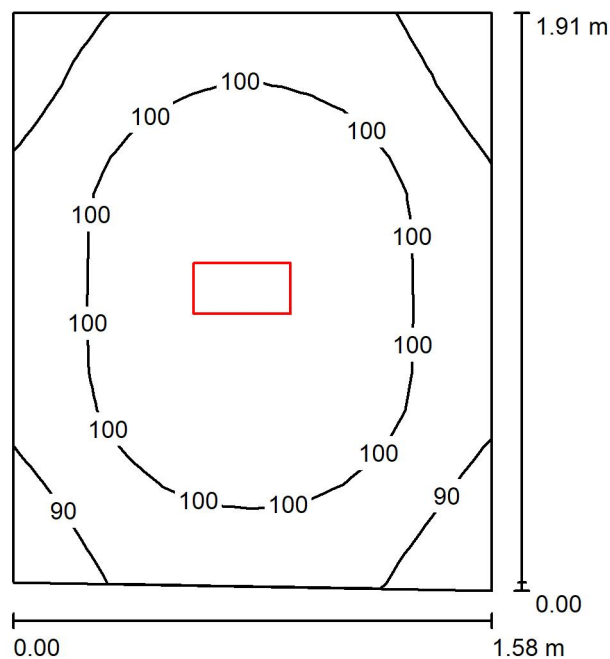
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED (1.000)	954	954	9.0
Totale:			954	954	9.0

Potenza allacciata specifica: $5.25 \text{ W/m}^2 = 4.43 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.71 m^2)



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

WCd / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:25

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	99	83	109	0.837
Pavimento	27	69	59	74	0.866
Soffitto	78	91	42	103	0.464
Pareti (4)	78	96	36	201	/

Superficie utile:

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

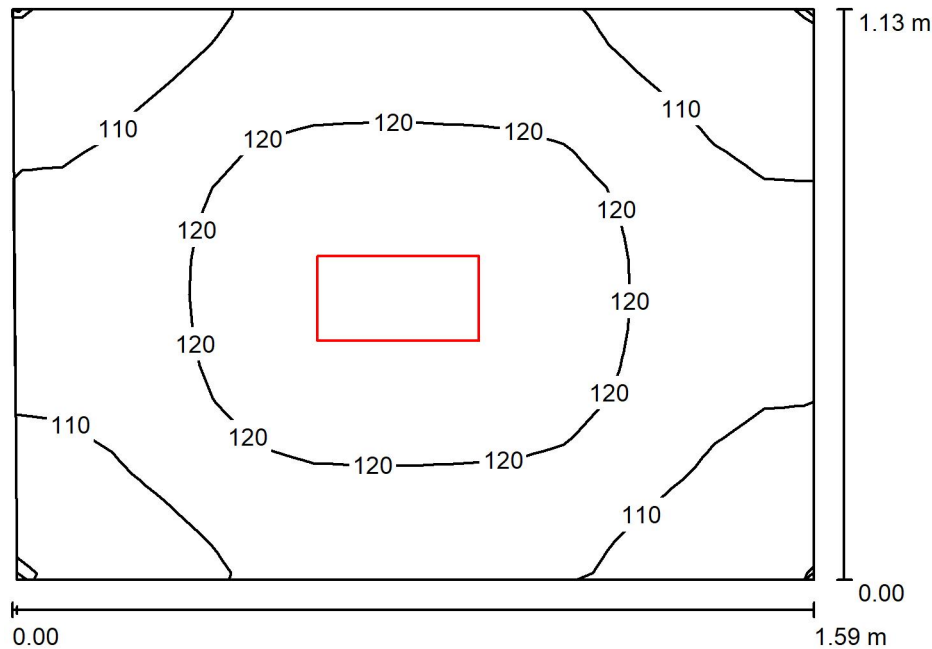
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED (1.000)	954	954	9.0
Totale:			954	954	9.0

Potenza allacciata specifica: $3.01 \text{ W/m}^2 = 3.04 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 2.99 m^2)

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

WC2 / Riepilogo



Altezza locale: 3.500 m, Altezza di montaggio: 3.500 m

Valori in Lux, Scala 1:15

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	116	100	126	0.864
Pavimento	27	74	66	79	0.886
Soffitto	78	146	62	174	0.422
Pareti (4)	78	133	39	390	/

Superficie utile:

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

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	1	Disano Illuminazione SpA 1847 LED CLD CELL 1847 Orma LED (1.000)	954	954	9.0
Totale:			954	954	9.0

Potenza allacciata specifica: $5.02 \text{ W/m}^2 = 4.34 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 1.79 m^2)