COMUNE DI CELANO
PROVINCIA DELL'AQUILA

NUOVO IMPIANTO DI COGENERAZIONE ALL'INTERNO DELL'AREA DI STABILIMENTO CO.VAL.PA ABRUZZO Soc. Agr. Coop - POTENZA ELETTRICA 2404 kW -



RESPONSABILE PROGETTO
Ing. Marco Pula

PROGETTISTA ARCHITETTONICO
Ing. David Negrini

PROGETTISTA IMPIANTI MECCANICI
Ing. Gianmarco Amati

TECNICI IMPIANTI MECCANICI
Ing. Mattia Magnani

PROGETTISTA IMPIANTO ELETTRICO
Ing. Francesco Piscaglia

TECNICI IMPIANTO ELETTRICO
Ing. Emanuele Chiozzi
Ing. Alessandro Brandi

TECNICI PROGETTO STRUTTURALE
Ing. Carlo Guiducci

VERIFICATO ed APPROVATO
Ing. Marco Pula

LOCALIZZAZIONE INTERVENTO
Strada Provinciale 19 Ultrafucense, n. 87
Frazione Borgo Strada 14
67043 - CELANO (AQ)

IRCI ENGINEERING srl
SP 258 Marecchiese 60
47865 SAN LEO (RN)
Tel. 0541 923550
Fax 0541 923414
info@irciengineering.com

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI

RESPONSABILE TECNICO DI CANTIERE
--

CAPO CANTIERE
--

DITTA ESECUTRICE

IRCI spa
SP 258 Marecchiese 60
47865 SAN LEO (RN)
Tel. 0541 923550
Fax 0541 923414
www.ircispa.com
info@ircispa.com

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE
ASSOCIAZIONE CO.VAL.PA. ABRUZZO
se, n. 87 Frazione Borgo Strada 14
67043 - CELANO (AQ)
P.IVA 01228170666
Tel. 0863 79501 - Fax 0863 7950297

ELABORATO **E_RT_01**

DF_5022_ **Società cooperativa Agricola Strada Provinciale 19 Ultrafucen**

LEGALE RAPPRESENTANTE
Marcello Di Pasquale

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Firma
00	11/11/2021	EMISSIONE	Piscaglia F.
01			
02			
03			
04			
05			
06			
07			

Sul presente elaborato grava il DIRITTO di PROPRIETÀ è vietata la riproduzione anche parziale, cessione a terzi, la diffusione, se non dietro nostra espresse autorizzazioni scritte. Ogni violazione sarà perseguita ai sensi delle vigenti leggi civili e penali.

INDICE

1. OGGETTO 5
2. DATI DI PROGETTO e DESCRIZIONE IMPIANTO 5
3. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI 6
4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 7
5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI 8
6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI 9
7. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORENTI 10
8. RESISTENZA DI ISOLAMENTO 11
9. VALORI MASSIMI DELLA CADUTA DI TENSIONE 11
10. QUADRI ELETTRICI 11
11. CANALIZZAZIONI 12
12. CAVI ELETTRICI 12
13. GIUNTE 13
14. INTERRUTTORI DI MANOVRA, DI PROTEZIONE E APPARECCHI DI COMANDO 14
15. PRESE A SPINA 14
16. CONDIZIONI DI POSA E GRADI DI PROTEZIONE 14
17. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA 15
18. IMPIANTO DI TERRA 15
19. SPECIFICHE DI COLLAUDO E VERIFICA DELL'IMPIANTO 19
20. RELAZIONE DI CALCOLO VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE 21
21. RELAZIONE DI CALCOLO DPA 36

1. OGGETTO

Oggetto della presente relazione tecnica è l'individuazione delle caratteristiche tecniche, funzionali e di sicurezza, per l'installazione dell'impianto elettrico a servizio di un impianto di produzione di energia elettrica mediante cogeneratore alimentato a metano. Nella relazione verranno individuate la tipologia dell'impianto, le caratteristiche del collegamento in parallelo all'impianto esistente, la tipologia dei componenti idonei all'installazione nelle varie zone in cui è diviso il container ospitante l'impianto di cogenerazione. In allegato alla relazione si riporta la relazione di verifica delle scariche atmosferiche ed il calcolo della DPA.

2. DATI DI PROGETTO e DESCRIZIONE IMPIANTO

Nello stabilimento CO.VAL.PA si prevede l'installazione di un nuovo impianto di cogenerazione costituito da n. 2 cogeneratori con potenza elettrica nominale cadauno di 1202 kW per un totale di 2404 kW.

La rete elettrica pubblica è esercita a 20.000V – 50Hz.

Il sistema dell'impianto elettrico BT dello stabilimento è di tipo TN-S.

Il sistema elettrico dell'impianto di cogenerazione è di tipo TN-S: il centro stella del trasformatore è collegato al nodo equipotenziale del container da cui si derivano tutti i collegamenti di terra ed i collegamenti equipotenziali.

Il locale utente nella cabina di ricezione è diviso in due locali, nel primo sono installate tutte le apparecchiature MT per l'alimentazione dello stabilimento ed una cella con sezionatore su cui verrà attestata l'alimentazione dell'impianto di cogenerazione, nel secondo locale saranno installati gli interruttori per l'alimentazione e protezione dei due trasformatori a servizio dell'impianto di cogenerazione.

Dal locale utente 2, in cabina di ricezione, saranno posate n. 2 linee MT elicordate per il collegamento di due trasformatori, le linee saranno interrate con posa dentro cavidotto.

L'impianto di cogenerazione è diviso in n. 3 container, di cui due adibiti ai cogeneratori e ed al relativo trasformatore elevatore, l'altro container, diviso in n.2 locali distinti, ospiterà il locale osmosi per il trattamento dell'acqua di alimentazione dei generatori di vapore, ed il locale quadri BT.

Il locale quadri BT sarà dotato di impianti di condizionamento per il mantenimento di una temperatura di circa 26°C.

Nel locale quadri elettrici saranno installate anche tutte le apparecchiature di controllo e monitoraggio dell'impianto, i contatori fiscali dei vari vettori energetici e l'impianto di rilevazione incendi.

Il cogeneratori saranno equipaggiati con alternatori di tipo sincrono con potenza di 1202 kW, tensione nominale 400V.

I trasformatori elevatori saranno isolati in resina, potenza 1600kVA, gruppo vettoriale Dyn11, 20,0/0,4kV, Vcc 9% ed installati all'interno dei due container cogeneratore in apposito locale accessibile con chiave interbloccata alla messa a terra lato MT del quadro di protezione; il locale trasformatore è ventilato dallo stesso flusso d'aria della sala macchina: il flusso d'aria prima investe il trasformatore poi l'alternatore ed infine il motore.

Gli interruttori di macchina sono sul lato BT, hanno la funzione di interruttore di generatore DDG e dispositivi di interfaccia DDI. La protezione di interfaccia sarà unica e comanderà entrambi i DDG.

L'energia prodotta sarà contabilizzata da n.2 contatori certificato MID, per usi fiscali, posti a valle dei morsetti dei singoli generatori, la misura della tensione sarà diretta a 400V, quella della corrente indiretta mediante TA in classe 0,2 di precisione. Sarà inoltre presente un terzo contatore fiscale per la misura dei servizi ausiliari defiscalizzati.

I servizi ausiliari sono alimentati dai due trasformatori di potenza; in condizioni normali di esercizio ogni trasformatore alimenta i servizi ausiliari specifici, in caso di avaria di uno dei due trasformatori o in caso di manutenzione è possibile, mediante un congiuntore, alimentare tutti i servizi ausiliari da un singolo trasformatore. Il funzionamento in parallelo è previsto solo per il breve periodo pertanto le correnti di corto circuito di dimensionamento sono quelle legate al singolo cogeneratore.

Per ogni gruppo di cogenerazione sono previsti due quadri elettrici uno denominato QCG e l'altro QCN

Nel quadro QCG sono presenti gli interruttori generali dell'alternatore e dei servizi ausiliari nonché gli interruttori di alimentazione e protezione dei principali carichi di potenza, nel QCN saranno invece installati tutti i componenti di comando, controllo e monitoraggio dell'impianto compreso il PLC.

Il controllo e la gestione dell'impianto è realizzata mediante sistema a PLC: il PLC, mediante ingressi digitali, analogici e registri dati, acquisisce i parametri dell'impianto e realizza la regolazione mediante il comando e modulazione di pompe, valvole automatiche, ventilatori, modulazione potenza cogeneratore.

Gli interventi di emergenza agiscono sulle opportune catene di sicurezza provocando lo spegnimento dell'impianto, attraverso logiche elettromeccaniche e/o implementate nel PLC; lo spegnimento è controllato in modo da evitare shock termici ed elettrici alle apparecchiature.

I container sono equipaggiati con sistemi di rilevazione fumi, nella zona cogeneratore sono presenti anche rilevatori di fughe di gas.

All'esterno del container sono previsti pulsanti di emergenza per il sezionamento in emergenza dell'impianto elettrico

3. CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI

3.1 LOCALE MT/BT, QUADRI BT, LOCALE POMPE

I locali tecnici sono tutti classificati come ORDINARI secondo la norma CEI 64-8.

3.2 LOCALE COGENERATORE

Il locale cogeneratore è classificato come ORDINARIO secondo la norma CEI 64-8.

3.3 ESTERNO

All'esterno in prossimità delle tubazioni gas, valvole, contatore gas, riduttore di pressione e strumenti vari viene individuata una zona ATEX. Per l'identificazione delle zone ATEX si rimanda alla relazione specifica

4. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte ai sensi della Legge n.186 dell'1/3/1968. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare essere conformi:

• alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VVFF;

• alle prescrizioni e indicazioni della Società Distributrice di energia elettrica;

• alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano). In particolare: Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda: DPR 22/10/2001, n. 462/01 del e successive modificazioni e integrazioni, per gli impianti di messa a terra installati c/o i luoghi di lavoro; D.Lgs. 81/2008 (testo unico della sicurezza): misure di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro; DM 37/2008: sicurezza degli impianti elettrici all'interno degli edifici.

D.M del 14 gennaio 2008 "Testo unico per le costruzioni" Normativa generale: Legge 1 marzo 1968, n. 186: disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione e impianti elettrici ed elettronici. Norme Tecniche:

4.1 IMPIANTI ELETTRICI

CEI 0-2: guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.

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

CEI 11-16: Lavori sotto tensione – Attrezzi di lavoro a mano per tensioni fino a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

CEI 11-25: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): scaricatori -Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata. CEI 64-8: impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. CEI EN 60529 (CEI 70-1): gradi di protezione degli involucri (codice IP). CEI 81-3: valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato. CEI EN 62305 (CEI 81-10): protezione contro i fulmini.

UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica – Illuminazione di emergenza. UNI EN 12464-1: Luce e illuminazione. I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

4.2 QUADRI ELETTRICI

CEI EN 61439-1: Regole generali.

CEI EN 61439-2: Apparecchiature di protezione e manovra di potenza. I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Si devono prendere le misure atte a proteggere le persone contro i pericoli derivanti da contatti con parti attive.

5.1 PROTEZIONE TOTALE PROTEZIONE MEDIANTE ISOLAMENTO DELLE PARTI ATTIVE

- Le parti attive devono essere completamente isolate, tale isolamento deve poter essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento deve resistere alle condizioni d'impiego, sollecitazioni meccaniche, chimiche, elettriche, termiche, a cui è destinato. A tal fine tutti i componenti elettrici devono essere muniti di marchio di qualità IMQ o di altro marchio riconosciuto.

PROTEZIONE MEDIANTE INVOLUCRI O BARRIERE -Gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IPXXB (il dito di prova non deve toccare parti attive). Le superfici orizzontali superiori a portata di mano devono assicurare il grado IPXXD (il filo di prova, diam. 1mm, non deve toccare parti attive). Quando è necessario rimuovere un involucro o barriere occorre assicurare una delle seguenti prescrizioni:

- uso di chiave o attrezzo;
- sezionamento delle parti attive, con ripristino possibile solo dopo la richiusura delle protezioni;
- interposizione di una seconda barriera che assicuri un grado di protezione pari a IPXXB.

5.2 PROTEZIONE PARZIALE PROTEZIONE MEDIANTE OSTACOLI

-Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale. Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale a parti attive;

- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione.

PROTEZIONE MEDIANTE DISTANZIAMENTO

Parti di impianto che possono assumere tensione diverse devono essere distanziate per evitare che possano essere toccate simultaneamente.

PROTEZIONE ADDIZIONALE CON INTERRUTTORI DIFFERENZIALI

Gli interruttori differenziali devono essere considerati come protezione addizionale contro i contatti diretti e quindi da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione.

5.3 PROTEZIONE LATO MT

La protezione contro i contatti diretti della linea MT è realizzata mediante l'isolamento delle parti attive. Le linee MT sono costituite da cavi schermati in alluminio o rame 8,7/20kV di varie sezioni (vedere schema unifilare). Tutti i cavi saranno posati a vista, tutti i percorsi saranno segnalati mediante cartellonistica riportante la dicitura "PERICOLO 20kV".

L'isolamento e la tipologia di posa assicurano la resistenza alle condizioni d'impiego:

-sollecitazioni meccaniche → posa all'interno di canale metallico;

- chimiche → nella zona di posa del cavo non sono presenti sostanze chimiche;

- elettriche → cavo di tipo schermato isolamento 8,7/20kV (sistema elettrico 20kV)

- termiche → la zona di posa non è soggetta a temperature ambiente superiori alle caratteristiche del cavo)

Il cavo di alimentazione sarà derivato da uno scomparto dedicato del quadro MT generale in cabina 1 fino al quadro MT dell'impianto cogenerativo, dallo stesso quadro sono derivate le linee per l'alimentazione dell'alternatore (in barratura rigida con il trasformatore elevatore) e del trasformatore servizi ausilairi. L'accesso alle parti attive di tutte le apparecchiature può essere realizzato solo dopo la messa a terra dei terminali mediante interblocchi meccanici e chiavi di sicurezza.

6. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

6.1 SISTEMA TN

I sistemi TN hanno il centro stella del trasformatore collegato direttamente a terra come le masse dell'impianto attraverso il conduttore di protezione.

In caso di guasto a terra del sistema, il circuito percorso dalla corrente di guasto risulta costituito dai soli conduttori metallici, senza interessare l'impianto di dispersione a terra, per questo motivo il valore della corrente di guasto può essere molto elevato.

La Norma CEI 64-8, per attuare la protezione dai contatti indiretti richiede che sia soddisfatta, in qualsiasi punto del circuito, la condizione:

$$\mathbf{Ia \leq Uo / Zs}$$

dove:

-Uo è la tensione nominale verso terra dell'impianto, in volt

-Zs è l'impedenza dell'anello di guasto, in ohm, per guasto franco a massa

-Ia è il valore, in ampere, della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, entro i tempi definiti dalla CEI 64-8

Nei sistemi TN un guasto franco a massa si traduce in un corto circuito, infatti la corrente di guasto percorre i conduttori di fase e di protezione senza interessare l'impianto di terra, quindi le correnti di corto circuito possono assumere valori elevati e la protezione contro i contatti indiretti può essere assicurata da interruttori magnetotermici.

Ai fini della sicurezza va sempre valutata la quantità Uo/Zs nel caso peggiore, cioè con l'impedenza di guasto di valore massimo, a cui corrisponde la corrente di corto circuito minima. Quando la condizione di protezione non è soddisfatta si ricorre a dispositivi differenziali, in particolare sui circuiti terminali dove i valori di impedenza possono essere rilevanti, infatti la condizione Idn ≤ Uo / Zs in questi casi è sempre soddisfatta.

6.2 CONTATTI INDIRETTI LATO MT 20kV

L'impianto di terra è ritenuto sicuro nei confronti di un guasto a terra in media tensione se la tensione di contatto che si può stabilire, in un punto qualsiasi (interno o esterno) dell'impianto di terra unico (media e bassa tensione), non supera la tensione di contatto ammissibile UTp.

È possibile dare un giudizio sulla bontà dell'impianto di terra dalla misura della resistenza di terra, infatti se la tensione totale di terra UE = RE x IE è inferiore alla tensione di contatto ammissibile UE < UTp l'impianto di terra garantisce la sicurezza essendo la tensione di contatto UT < UE.

Nel caso specifico il tempo di eliminazione del guasto tf nelle rete in questione è superiore a 10s pertanto la tensione massima ammissibile è UTp = 80V.

Nei sistemi a neutro compensato la corrente unificata di guasto a terra a 20kV è IF = 50A, lo schermo metallico dei cavi del distributore sono collegati all'impianto di terra dell'utente da cui a favore della sicurezza si assume che la corrente di terra è IE = 0,7 x IF = 35A. Ai fini del rispetto della tensione di contatto si dovrà pertanto avere una resistenza di terra inferiore al seguente valore:

RE < UTp / IE = 80 / 35 = 2,28 Ω (1)

La verifica della (1) è condizione sufficiente per la protezione dai contatti indiretti, non è necessario fare misura della tensione di contatto.

Il container nonché tutte le apparecchiature e le masse estranee saranno collegate a terra con cavi di opportuna sezione.

7. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORENTI

Tutte le linee devono essere protette dai sovraccarichi e dai cortocircuiti.

7.1 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI SOVRACCARICO

Devono essere previsti dei dispositivi in grado di proteggere i circuiti da un eccessivo riscaldamento che può risultare nocivo all'isolamento, ai terminali, ai collegamenti o all'ambiente circostante le condutture. Le apparecchiature di protezione devono essere dimensionate in modo da rispettare le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1{,}45 \times I_z$$

dove:

- **I_b:** corrente di impiego del circuito;
- **I_n:** corrente nominale dell'apparecchio di protezione;
- **I_z:** portata in regime permanente della conduttura;
- **I_f:** corrente convenzionale di intervento;

7.2 PROTEZIONE CONTRO LE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Devono essere previsti dei dispositivi di protezione in grado di interrompere le correnti di cortocircuito prima che queste diventino pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei circuiti e nelle connessioni.

Tale dispositivo deve essere dimensionato in modo tale da garantire le seguenti condizioni:

- il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione;
- tutte le correnti di corto circuito, in un punto qualsiasi del circuito, devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura minima ammissibile

Tali dispositivi di protezione devono avere un potere di interruzione minimo di 4,5 kA su circuiti monofase e 6 kA su circuiti trifase.

Nel caso in cui tali apparecchiature siano distinte il dispositivo di protezione da corto circuito deve essere installato a monte di quello a protezione del sovraccarico.

Se un dispositivo è idoneo alla protezione dai sovraccarichi, secondo le precedenti prescrizioni e possiede un potere di interruzione superiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di corto circuito della conduttura a valle di quel punto.

8. RESISTENZA DI ISOLAMENTO

Secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8, per tutte le parti di impianto compreso fra due fusibili od interruttori successivi o poste a valle dell'ultimo interruttore o fusibile, la resistenza di isolamento verso terra e fra i conduttori appartenenti a fasi o polarità diverse non sarà inferiore a:

- 250 kΩ per sistemi SELV e PELV;
- 500 kΩ per sistemi a tensione nominale inferiore o uguale a 500V;
- 1 MΩ per sistemi a tensione nominale superiore a 500V;

9. VALORI MASSIMI DELLA CADUTA DI TENSIONE

La differenza fra la tensione a vuoto e la tensione che si riscontra in qualsiasi punto dell'impianto, nelle condizioni di massimo carico simultaneo, non deve essere maggiore del 4% ipotizzando che nel punto di consegna dell'ente distributore tale valore rimanga costante.

10. QUADRI ELETTRICI

I Quadri di Distribuzione di nuova costruzione devono essere realizzati in base alla norma CEI 23-51, quindi deve essere prodotto il certificato di conformità ed ogni quadro deve essere targato indicando

le caratteristiche ed il costruttore. I quadri devono essere inoltre marcati CE in base alle direttive specifiche in cui ricadono.

Sul fronte dei pannelli saranno disposte targhette e cartelli, con scritte indelebili, atti ad indicare, per ogni interruttore, organo di manovra o segnalazione, la parte di impianto da esso comandata o controllata.

11. CANALIZZAZIONI

POSA A VISTA - Dovranno essere dei seguenti tipi:

- tubazione in PVC pesante, canali in PVC, tubazione in PVC rigido filettabile, guaina flessibile spiralata da esterno tutte di tipo autoestinguente con marchio di qualità;
- tubazione metallica in acciaio zincato filettabile o non filettabile con marchio di qualità, canali o passerelle in acciaio.
- passarelle a traversini per cavi di potenza di elevata sezione
- canali a filo con o senza coperchio per cavi di potenza e segnale
- canali chiusi per cavi di potenza e segnale, cavi MT.

Le tubazioni posate ad altezza inferiore a 1,5 ml in ambienti dove possono subire urti devono essere adeguatamente protette.

La posa dei tubi deve seguire percorsi il più lineare possibili.

Il diametro interno deve essere di almeno 1,4 volte maggiore al fascio dei conduttori contenuti con un minimo nominale di 10 mm.

Non dovranno in nessun caso essere effettuate giunzioni all'interno delle tubazioni.

12. CAVI ELETTRICI

I cavi devono essere dei seguenti tipi conformi alla normativa Europea Prodotti da Costruzione CPR:

- FS17 cavo unipolare isolato in PVC, norma di prodotto CEI EN 50525;
- FS18 – FR20(H)2R o YSLY-OZ/JZ cavi flessibili multipolare isolato in PVC, con guaina in PVC, con o senza schermo, per controllo e comando, norma di prodotto CEI EN 50525;
- FG16R16 0,6/1 KV e FG16OR16 0,6/1 KV cavo unipolare o multipolare isolato in gomma, guaina in PVC, norma di prodotto CEI 0-23;

Altri tipi di cavo possono essere usati per particolari esigenze impiantistiche e di posa.

La scelta dei cavi verrà fatta in base alla tensione di esercizio, al tipo di posa, alle prescrizioni della normativa CEI e alle condizioni di impiego.

Le sezioni minime devono essere di 1,5 mm² per uso generale e di 0,5 mm² per i circuiti di comando, segnalazione e simili.

I conduttore di neutro, nei circuiti trifase, può avere sezione inferiore ai corrispondenti conduttori di fase, con un minimo di 16 mm², purché il carico sia sostanzialmente equilibrato e che il conduttore di neutro sia protetto per un corto circuito in fondo alla linea.

La sezione del conduttore di protezione può essere determinata facendo riferimento alla seguente tabella:

conduttore di fase “S” in mm²		conduttore di protezione “Sp” in mm²
se $S \leq 16$ mm²	allora	Sp = S
se $16 \text{ mm}^2 < S \leq 35 \text{ mm}^2$	allora	Sp = 16 mm²
se $S > 35$ mm²	allora	Sp = S/2

I valori della tabella sono validi solo se il conduttore di protezione è costituito dello stesso materiale del conduttore di fase.

Nel caso più circuiti siano serviti dallo stesso conduttore di protezione occorre dimensionarlo facendo riferimento alla sezione più grande dei conduttore di fase.

I conduttori saranno distinguibili fra di loro attraverso il colore dell’isolante e cioè:

colore	tipo di conduttore
giallo / verde	conduttore di terra o di protezione
blu chiaro	conduttore neutro
altri colori (esclusi giallo, verde, blu)	conduttore di fase

13. GIUNTE

Le giunte devono trovarsi solo nelle scatole di derivazione o nei canali, è vietato fare delle giunte nelle tubazioni o nelle scatole da frutto.

Le giunzioni devono avere grado di protezione IPXXB cioè le parti attive non devono essere accessibili al dito di prova.

14. INTERRUTTORI DI MANOVRA, DI PROTEZIONE E APPARECCHI DI COMANDO

Gli interruttori di manovra e di protezione da inserire nei quadri devono realizzare l'apertura e la chiusura di tutti i poli del circuito compreso il neutro in un'unica operazione; il conduttore di protezione non deve mai essere sezionato.

Gli interruttori preposti al comando di singoli punti luce o piccole utenze potranno essere anche unipolari, ma dovranno comunque sempre intervenire sul conduttore di fase. Per il comando di utenze poste nei bagni o comunque in luoghi umidi si dovrà utilizzare interruttori bipolari.

15. PRESE A SPINA

Le prese a spina, all'infuori di quelle collegata a sistemi di distribuzione di tipo SELV, saranno dotate di contatto di terra collegato al conduttore di protezione.

Tutte le prese a spina devono essere dotate di alveoli schermati, quelle situate in locali di lavoro devono essere possibilmente di tipo CEE.

Le utenze con assorbimento maggiore a 1.000W devono essere alimentate localmente con prese aventi protezione contro i sovraccarichi non necessariamente installate sulla presa; l'interblocco fra presa e interruttore è necessaria quando la corrente di cortocircuito è rilevante, ovvero maggiore di 4 o 5 kA.

16. CONDIZIONI DI POSA E GRADI DI PROTEZIONE

Nella scelta dei componenti costituenti l'impianto elettrico e nella scelta delle modalità di posa dovranno essere strettamente osservate e valutate le condizioni ambientali, le condizioni di utilizzazione e le condizioni dipendenti dalla costruzione degli edifici.

In funzione di queste condizioni saranno scelti i gradi di protezione che dovranno essere rigorosamente rispettati.

Nella struttura in oggetto si possono individuare le seguenti tipologie di ambiente, già classificati al paragrafo 3 e qui riportati nell'ordine:

LOCALE MT/BT, QUADRI BT, LOCALE POMPE: detti locali sono tutti classificati come ORDINARI secondo la norma CEI 64-8, il grado di protezione minimo è IP40.

LOCALE COGENERATORE Il locale cogeneratore è classificata come ORDINARIA secondo la norma CEI 64-8, il grado di protezione minimo è IP40 (vedere relazioni ATEX).

ESTERNO La classificazione ATEX dell'esterno individua Zone di tipo 2, nelle zone identificate dovrà essere garantito il gruppo delle costruzioni elettriche IIA con classe di temperatura T1. In tutte le altre zone tutte le apparecchiature elettriche (fari, motori, ecc.…) devono essere installate tenendo conto delle seguenti principali prescrizioni:

-giunzioni e/o derivazioni eseguite con materiali idonei al ripristino dell'isolamento (es. giunti a resina colata, nastrature autoagglomeranti, vernici isolanti, tubi isolanti termorestringenti);

-tubazioni facenti capo a pozzetti di ispezione e di infilaggio con fondo perdente di adeguate dimensioni per permettere un agevole accesso; i pozzetti devono essere dotati di robusti chiusini, specie se in aree carrabili;

Per l'Illuminazione Esterna valgono le seguenti prescrizioni:

• i bracci, i supporti ed i pali metallici devono essere protetti contro la corrosione con zincatura a caldo o verniciatura;

• gli apparecchi di illuminazione devono avere un grado di protezione non inferiore a IP43 se posti ad una altezza inferiore a 3 ml. dal suolo, IP23 se installati ad altezza maggiore;

• gli apparecchi di illuminazione installati a meno di 3 ml. dal suolo devono essere apribili solo con uso di chiave o di attrezzo.

17. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA

L'illuminazione di emergenza si divide in illuminazione di sicurezza al fine di garantire l'esodo degli occupanti dai locali e illuminazione di riserva per garantire il proseguimento o completamento del lavoro.

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA PER L'IDENTIFICAZIONE DELLE VIE DI ESODO L'identificazione delle vie di esodo sarà realizzata con lampade autonome complete di pittogrammi per l'identificazione delle vie di esodo.

ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA ANTIPANICO Realizzata con lampade autonome in numero e tipologia per garantire un grado di illuminazione minima non inferiore a 5 lux.

18. IMPIANTO DI TERRA

SISTEMI TN

In un impianto utilizzatore alimentato in media tensione, si realizza in genere un impianto di terra unico, per la media e per la bassa tensione.

CORRENTE DI GUASTO A TERRA E STATO DEL NEUTRO

L'impianto di terra di cabina è chiamato a disperdere la corrente di guasto a terra in media tensione.

Nei sistemi a neutro isolato la corrente di guasto monofase a terra (If) è di natura prevalentemente capacitiva.

Il valore della corrente di guasto aumenta con la tensione e con la capacità verso terra delle linee MT collegate allo stesso sistema di sbarre. La capacità, a sua volta, aumenta con l'estensione della rete.

La corrente di guasto a terra si può calcolare con la formula:

If= (0,003 * L1 + 0,2 * L2) * U

Dove:

If: è la corrente di guasto a terra, in ampere;

L1: è la lunghezza delle linee aeree alimentate dalle stesse sbarre, in Kilometri;

L2: è la lunghezza delle linee in cavo alimentate dalle stesse sbarre, in Kilometri;

U: è la tensione concatenata del sistema elettrico, in Kilovolt.

Nei sistemi a neutro isolato la corrente di guasto a terra è nell'ordine delle centinaia di Ampere e il tempo di eliminazione del guasto non supera un secondo.

Nei sistemi a neutro compensato la corrente unificata di guasto (CEI 0-16 art. 8.5.5.1) vale:

- 50 A nei sistemi a 20 kV;
- 40 A nei sistemi a 15 kV;

In ogni caso sia i valori della corrente di guasto a terra (If) e il tempo di eliminazione del guasto (tf) sono comunicati dal Distributore.

Nei sistemi a neutro compensato, la corrente di guasto è minore, ma la durata del guasto è maggiore; il passaggio da neutro isolato a neutro compensato non è sempre a favore della sicurezza.

Secondo quanto indicato dalla CEI 99-3 si tiene conto della corrente di doppio guasto a terra (si può stabilire un ulteriore guasto a terra dopo il primo) soltanto ai fini delle sollecitazioni termiche dei conduttori di terra, non ai fini della tensione totale di terra e della tensione di contatto.

La corrente di guasto a terra (If) si suddivide tra il dispersore della cabina e lo schermo dei cavi di media tensione.

Pertanto, nelle cabine connesse alla rete successivamente al 1/9/08, secondo quanto indicato dalla CEI 0-16), il distributore è tenuto a collegare lo schermo metallico dei propri cavi all'impianto di terra dell'utente, salva diversa e motiva comunicazione.

Inoltre nelle cabine per le quali la richiesta di connessione è posteriori alla data sopracitata, l'impianto di terra deve essere dimensionato in modo da risultare idoneo per entrambe le condizioni seguenti;

- Corrente di guasto a terra (If) e durata del guasto (tf) comunicati dal distributore;
- Corrente di guasto a terra di 40 A (15 kV) o di 50 A (20 kV) e tempo di eliminazione del guasto maggiore di 10 secondi.

In questo modo, l'impianto di terra dell'utente, alimentato da una rete a neutro isolato, sarà idoneo anche dopo il passaggio a neutro compensato.

TENSIONI DI CONTATTO

La tensione di contatto (Ut) è la tensione a cui è soggetta la persona in un contatto diretto. Convenzionalmente si assume una resistenza (Rb) di 1000 Ω. In serie alla resistenza della persona si trova la resistenza delle scarpe (1000 Ω) e la resistenza verso terra della persona (resistenza di terra di una piastra appoggiata sul terreno), pari a 1,5 la resistività superficiale del suolo.

La tensione applicata alla serie di resistenze del corpo umano, delle scarpe e della persona verso terra prende il nome di "tensione di contatto a vuoto" (Uvt).

La tensione di contatto (Ut) è minore della tensione di contatto a vuoto (Ut<Uvt) ed entrambe le tensioni sono inferiori alla tensione totale di terra (Ue).

La CEI 99-3 (All. B) stabilisce il valore della tensione di contatto ammissibile (Utp) in relazione alla durata del guasto (tf), quest'ultimo comunicato dal distributore.

VERIFICHE E MISURE SUL VALORE DELLA RESISTENZA DI TERRA

Un impianto di terra è ritenuto sicuro nei confronti di un guasto a terra in MT se la tensione di contatto (Ut) che si può stabilire in un punto qualsiasi (interno o esterno) dell'impianto di terra unico (media e bassa tensione) non supera la tensione di contatto ammissibile (Utp). La CEI 99-3 non considera più la tensione di passo in quanto la tensione applicata tra i piedi è molto meno pericolosa della tensione applicata tra mani e piedi).

In sede di verifica, la misura della tensione di contatto è complessa, pertanto la CEI 99-3 suggerisce di giudicare l'impianto di terra sulla base della resistenza di terra (Re).

Se la tensione totale di terra (Ue=Re*Ie) è inferiore o uguale alla tensione di contatto ammissibile (Ue<Utp), l'impianti di terra garantisce la sicurezza, essendo Ut ≤ Ue.

Pertanto, è sufficiente che la resistenza di terra soddisfi:

Re ≤ Utp / Ie

Se la resistenza di terra supera il rapporto Utp/Ie non è ancora detto che l'impianto di terra sia pericoloso, occorre misurare le tensioni di contatto (Ut).

Se la massima tensione di contatto rientra nei limiti (Ut ≤ Utp) l'impianto di terra è idoneo.

Se invece (Ut > Utp) bisogna intervenire per riportare la tensione di contatto entro i limiti di sicurezza (ad esempio si può asfaltare il suolo per aumentare la resistività del terreno e ridurre così le tensioni di contatto).

Secondo quanto indicato nella CEI 64/8/4 art. 442.2 nel caso particolare di rete di terra magliata su tutta l'area della cabina e dello stabilimento, l'impianto di terra è ritenuto idoneo se la tensione totale di terra (Ue) sia maggiore o uguale a 2 volte Utp (Ue ≤ 2 Utp), cioè Ue ≤ 160 V a neutro compensato.

DISPERSORI DI CABINA

Il dispersore viene considerato unicamente ai fini di un guasto sulla media tensione. Per quanto riguarda un guasto sulla bassa tensione, in un sistema TN la corrente di guasto si richiude direttamente al neutro e non si disperde a terra. Tutti i dispersori (picchetti) per il collegamento a terra delle masse in bassa tensione in un sistema TN sono quindi inutili, nei confronti di un guasto sulla bassa tensione.

In cabina il dispersore è composto da un anello di terra perimetrale, che segue il perimetro della cabina, interrato ad una profondità di circa 0,5 m. In questo modo, si porta il terreno ad un potenziale prossimo a quello delle masse e si riduce la tensione di contatto.

È utile collegare l'anello di terra ai ferri di fondazione in cemento armato e soprattutto all'eventuale griglia elettrosaldata posta sotto il pavimento della cabina.

Non conviene interrare l'anello ad una profondità maggiore di 0,8 m in quanto potrebbe crescere la tensione di contatto poiché il potenziale sulla superficie del terreno diminuisce più della tensione totale (Ue).

Nei terreni ad alta resistività si può integrare il dispersore quadrato (o rettangolare) con picchetti ai vertici, oppure con un altro quadrato disposto a maggiore profondità (dispersore piramidale).

MESSA A TERRA DEL NEUTRO

La corrente di guasto più elevata si verifica per un cortocircuito fase-terra al secondario del trasformatore.

Tale corrente corrisponde al primario secondo il rapporto di trasformazione e provoca l'intervento del relè 51 con tempo di eliminazione del guasto < 0,5 s (valore massimo).

La sezione del conduttore di terra (S) si calcola con:

$$S \geq {(I\mathrm{k} \cdot \sqrt{t})}/{K}$$

Dove:

- I è il valore efficace del corrente di corto circuito;

- t è il tempo di eliminazione del guasto, cioè il tempo che intercorre tra l'istante in cui si verifica il corto circuito e l'instante in cui la corrente è interrotta;

- K è il coefficiente che tiene conto della tipologia del conduttore di terra: per cavi isolati in gomma è uguale a 143;

MESSA A TERRA DEL TRASFORMATORE

La corrente di guasto più elevata che può interessare il conduttore di messa a terra della massa del trasformatore, si verifica per un guasto fase-terra sul secondario del trasformatore, e quindi avrà le stesse caratteristiche del cavo per la messa a terra del neutro.

CONDUTTORI DI PROTEZIONE PE (CONDUTTORI DI TERRA)

Il conduttore collegato alla massa in bassa tensione per la protezione contro i contatti indiretti si chiama conduttore di protezione; lo stesso conduttore in media tensione (ed alta tensione) prende il nome di conduttore di terra (in bassa tensione il conduttore di terra è il conduttore di protezione che unisce il dispersore al nodo/collettore di terra).

Anche il conduttore che unisce tra loro due dispersori, se isolato dal terreno, è considerato un conduttore di terra (a qualunque tensione).

Ai fini della resistenza alle sollecitazioni meccaniche e alla corrosione, il conduttore di terra deve avere una sezione di almeno 16 mmq in rame o 50 mmq in acciaio.

I conduttori di terra di questa sezione sono adeguati per sopportare anche le sollecitazioni termiche dovute alla corrente di guasto a terra nelle reti a neutro isolato (o neutro messo a terra tramite una resistenza).

Nelle reti di distribuzione a neutro compensato, bisogna considerare anche un doppio guasto a terra. Questa correte viene considerata solo dal punto di vista delle sollecitazioni termiche dei conduttori di terra. Non viene ritenuta come corrente dispersa nel terreno nei confronti delle tensioni di contatto.

Un conduttore di terra, di sezione 25 mmq, è sufficiente a fronteggiare la corrente di doppio guasto a terra (reti a neutro compensato), anche nelle condizioni più severe; nel caso più sfavorevole, la corrente di doppio guasto a terra raggiunge il valore di √(3)/2 x Icc, con quest'ultima pari a 12,5 kA, ovvero di 10,8 kA, viene interrotta entro 0,2 s dalle protezioni del distributore.

Per un conduttore di rame nudo si ha: S = (10800 x √(0,2))/228 = 21,25 mmq.

Per un conduttore di terra isolato (giallo-verde) si ha: S = (10800 x √(0,2))/143 = 33,8 mmq.

19. SPECIFICHE DI COLLAUDO E VERIFICA DELL'IMPIANTO

Ogni impianto elettrico, prima di essere messo in servizio, deve essere esaminato e provato per verificare, per quanto praticamente possibile, che le prescrizione delle norme di riferimento siano state rispettate. Tali verifiche comprendono:

19.1 ESAME A VISTA

Deve precedere le prove e deve essere effettuato, di regola, con l'intero impianto fuori tensione. Tale esame deve accertare:

- componenti elettrici conformi alle prescrizioni di sicurezza, scelti correttamente e non danneggiati visibilmente in modo tale da compromettere la sicurezza;
- metodi di protezione contro i contatti diretti ed indiretti, ivi comprese la misura delle distanze delle barriere od ostacoli;
- presenza di barriere tagliafiamma o altre precauzioni contro la propagazione del fuoco e metodi di protezione contro gli effetti termici;
- scelta dei conduttori e dei dispositivi di protezione e segnalazione;
- presenza e corretta messa in opera dei dispositivi di sezionamento o di comando;
- scelta dei componenti elettrici e delle misure di protezione idonee con riferimento alle influenze esterne;
- identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
- presenza di schemi, di cartelli monitori e di informazioni analoghe, identificazione dei circuiti, dei fusibili, degli interruttori, dei morsetti, ecc.…;
- idoneità delle connessioni dei conduttori;
- accessibilità all'impianto per interventi operativi e di manutenzione.

19.2 PROVE

Devono essere eseguite, per quanto applicabili, e preferibilmente nell'ordine indicato, le seguenti prove:

- misura della resistenza di terra;
- continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali;
- resistenza di isolamento dell'impianto elettrico;
- protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica;
- resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti;
- protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- prove di polarità e di tensione applicata;
- prove di funzionamento;
- protezione contro gli effetti termici;
- caduta di tensione.

19.3 VERIFICHE PERIODICHE

Come sancito dall'Art.6 - del DPR 22 ottobre 2001 n.462 il datore di lavoro è tenuto a far eseguire regolare manutenzione e verifiche periodiche degli impianti di terra, dei dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche e degli impianti nei luoghi con pericolo di esplosione, la verifica periodica può essere richiesta all'ASL/ARPA o ad organismi abilitati dal Ministero delle Attività Produttive, in particolare:

- **due anni** negli ospedali, case di cura, ambulatori e studi medici, nei cantieri e nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio (ad es. attività soggette al Certificato di Prevenzione Incendi);
- **cinque anni** negli altri casi.
- Gli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione devono essere verificati (verifiche di legge) ogni due anni.
- Come sancito dall'Art.17 del Decreto 17 ottobre 1991 n.124
- Ad intervalli non superiori a un anno verifica funzionamento apparecchiature di alimentazione servizi di sicurezza e riserva;

20. RELAZIONE DI CALCOLO VERIFICA SCARICHE ATMOSFERICHE

Valutazione del rischio

e scelta delle misure di protezione

Dati del progettista / installatore:

Ragione sociale: Francesco Piscaglia
Indirizzo: [redacted]
Città: [redacted]
CAP: [redacted]
Provincia: [redacted]
Albo professionale: Ordine Ingegneri Provincia Rimini
Numero di iscrizione all'albo: 1199/A
Partita Iva: [redacted]
Codice Fiscale: [redacted]

Committente:

Committente: ASSOCIAZIONE CO.VAL.PA. ABRUZZO Società cooperativa Agricola
Descrizione struttura: Impianto di cogenerazione
Indirizzo: Strada Provinciale 19 Ultrafucense, n. 87
Comune: 67043 - CELANO
Provincia: AQ

SOMMARIO

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

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

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

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1
  "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
  Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-2
  "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
  Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-3
  "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
  Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-4
  "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
  Febbraio 2013;

- CEI 81-29
  "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
  Maggio 2020;

- CEI EN IEC 62858
  "Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"
  Maggio 2020.

3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.
La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni. Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

4. DATI INIZIALI

4.1 Densità annua di fulmini a terra

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

$$N_g = 1{,}64 \text{ fulmini/anno km}^2$$

4.2 Dati relativi alla struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:
A (m): 13 B (m): 15 H (m): 6 Hmax (m): 12

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: industriale
In relazione anche alla sua destinazione d’uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane
- perdita economica

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:
- rischio R1;

Per valutare la convenienza economica ad adottare le misure di protezione, è necessario calcolare il rischio R4.

4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:
- Linea di energia: LINEA MT COG. A
- Linea di energia: LINEA MT COG. B
- Linea di segnale: LINEA SEGNALI

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

4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

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

sono state definite le seguenti zone:

Z1: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
Z2: CONTAINER COGENERATORE A
Z3: CONTAINER COGENERATORE B
Z4: CONTAINER SERVIZI

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

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

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2.
L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3.
Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.
I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.*
I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta.*

6. VALUTAZIONE DEI RISCHI

6.1 Rischio R1: perdita di vite umane

6.1.1 Calcolo del rischio R1

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

Z1: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
RA: 1,53E-08
Totale: 1,53E-08

Z2: CONTAINER COGENERATORE A
RA: 1,53E-08
RB: 3,05E-06
RC: 1,53E-06
RM: 1,35E-14
RU(COGENERATORE A): 7,08E-12
RV(COGENERATORE A): 1,42E-09
RW(COGENERATORE A): 7,08E-10
RZ(COGENERATORE A): 0,00E+00
Totale: 4,60E-06

Z3: CONTAINER COGENERATORE B
RA: 1,53E-08
RB: 3,05E-06
RC: 1,53E-06
RM: 1,35E-14
RU(COGENERATORE B): 7,08E-12
RV(COGENERATORE B): 1,42E-09
RW(COGENERATORE B): 7,08E-10
RZ(COGENERATORE B): 0,00E+00
Totale: 4,60E-06

Z4: CONTAINER SERVIZI
RA: 1,53E-08
RB: 3,05E-10
RU(QUADRO QCN): 7,08E-11
RV(QUADRO QCN): 1,42E-12
Totale: 1,57E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 9,23E-06

6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 9,23E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 9,23E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05 , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

Si è comunque ritenuto opportuno adottare le misure di protezione seguenti:

- nella zona Z2 - CONTAINER COGENERATORE A:
  - Protezioni antincendio: Automatiche
- nella zona Z3 - CONTAINER COGENERATORE B:
  - Protezioni antincendio: Automatiche

L'adozione di queste misure di protezione modifica i parametri e le componenti di rischio.
I valori dei parametri per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Zona Z1: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC = 0,00E+00
PM = 0,00E+00
rt = 0,01
rp = 1
rf = 0
h = 1

Zona Z2: CONTAINER COGENERATORE A
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (COGENERATORE A) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (COGENERATORE A) = 4,44E-11
PM = 4,44E-11
PU (COGENERATORE A) = 8,00E-03
PV (COGENERATORE A) = 8,00E-03
PW (COGENERATORE A) = 8,00E-03
PZ (COGENERATORE A) = 0,00E+00
rt = 0,01
rp = 1
rf = 1
h = 2

Zona Z3: CONTAINER COGENERATORE B
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (COGENERATORE B) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (COGENERATORE B) = 4,44E-11
PM = 4,44E-11
PU (COGENERATORE B) = 8,00E-03
PV (COGENERATORE B) = 8,00E-03
PW (COGENERATORE B) = 8,00E-03
PZ (COGENERATORE B) = 0,00E+00
rt = 0,01
rp = 1
rf = 1
h = 2

Zona Z4: CONTAINER SERVIZI
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (QUADRO QCN) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (QUADRO QCN) = 8,89E-07
PM = 8,89E-07
PU (QUADRO QCN) = 1,60E-02
PV (QUADRO QCN) = 1,60E-02
PW (QUADRO QCN) = 1,60E-02
PZ (QUADRO QCN) = 0,00E+00
rt = 0,01
rp = 0,5
rf = 0,001
h = 2

Rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti di rischio per la struttura protetta sono di seguito indicati.

Z1: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
RA: 1,53E-08
Totale: 1,53E-08

Z2: CONTAINER COGENERATORE A
RA: 1,53E-08
RB: 3,05E-06
RC: 1,53E-06
RM: 1,35E-14
RU(COGENERATORE A): 7,08E-12
RV(COGENERATORE A): 1,42E-09
RW(COGENERATORE A): 7,08E-10
RZ(COGENERATORE A): 0,00E+00
Totale: 4,60E-06

Z3: CONTAINER COGENERATORE B
RA: 1,53E-08
RB: 3,05E-06
RC: 1,53E-06
RM: 1,35E-14
RU(COGENERATORE B): 7,08E-12
RV(COGENERATORE B): 1,42E-09
RW(COGENERATORE B): 7,08E-10
RZ(COGENERATORE B): 0,00E+00
Totale: 4,60E-06

Z4: CONTAINER SERVIZI
RA: 1,53E-08
RB: 3,05E-10
RU(QUADRO QCN): 7,08E-11
RV(QUADRO QCN): 1,42E-12
Totale: 1,57E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 9,23E-06

7.1 Analisi della convenienza economica

L'analisi della convenienza economica della protezione è stata condotta come indicato dalla norma CEI EN 62305-2 calcolando il risparmio annuo, in termini di perdite economiche, che ogni soluzione permette di ottenere, al fine di individuare la più conveniente.

I valori economici relativi alla struttura sono indicati nell'Appendice *Caratteristiche delle zone.*

Il costo delle misure di protezione è di seguito indicato.

Z2 - CONTAINER COGENERATORE A
Protezioni antincendio automatiche - costo: € 5.040,00
Z3 - CONTAINER COGENERATORE B
Protezioni antincendio automatiche - costo: € 5.040,00

I valori assunti per il tasso di interesse, ammortamento e manutenzione delle misure di protezione è di seguito indicato:

- Interesse: 2 %
- Ammortamento: 10 anni
- Manutenzione: 10 %

Il valore delle componenti del rischio R4 per la struttura non protetta è di seguito indicato:

Z1: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
RA: 0,00E+00

Z2: CONTAINER COGENERATORE A
RA: 0,00E+00
RB: 3,34E-03
RC: 4,77E-05
RM: 4,21E-13
RU(COGENERATORE A): 0,00E+00
RV(COGENERATORE A): 1,55E-06
RW(COGENERATORE A): 2,22E-08
RZ(COGENERATORE A): 0,00E+00

Z3: CONTAINER COGENERATORE B
RA: 0,00E+00
RB: 3,34E-03
RC: 4,77E-05
RM: 4,21E-13
RU(COGENERATORE B): 0,00E+00
RV(COGENERATORE B): 1,55E-06
RW(COGENERATORE B): 2,22E-08
RZ(COGENERATORE B): 0,00E+00

Z4: CONTAINER SERVIZI
RA: 0,00E+00
RB: 8,34E-07
RC: 8,34E-06
RM: 1,47E-09
RU(QUADRO QCN): 0,00E+00
RV(QUADRO QCN): 3,87E-09
RW(QUADRO QCN): 3,87E-08
RZ(QUADRO QCN): 0,00E+00

Il valore delle perdite residue CRL è stato calcolato in conformità all'appendice D della norma CEI EN 62305-2 sulla base dei nuovi valori che le componenti del rischio R4 assumono una volta adottate le misure di protezione previste nelle soluzioni individuate.
Il valore delle perdite CL per la struttura non protetta e quello delle perdite residue CRL per la struttura protetta secondo le varie soluzioni individuate è di seguito indicato.

Zona Z1 - IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
Perdite senza protezioni: € 0,00
Perdite con protezioni: € 0,00
Costo delle misure di protezione: € 0,00
Risparmio: € 0,00
Zona Z2 - CONTAINER COGENERATORE A
Perdite senza protezioni: € 2.372,49
Perdite con protezioni: € 2.372,49
Costo delle misure di protezione: € 1.108,80
Risparmio: € -1.108,80

Zona Z3 - CONTAINER COGENERATORE B
Perdite senza protezioni: € 2.372,49
Perdite con protezioni: € 2.372,49
Costo delle misure di protezione: € 1.108,80
Risparmio: € -1.108,80
Zona Z4 - CONTAINER SERVIZI
Perdite senza protezioni: € 3,69
Perdite con protezioni: € 3,69
Costo delle misure di protezione: € 0,00
Risparmio: € 0,00

Totale perdite senza protezioni: € 4.748,67
Totale perdite con protezioni: € 4.748,67
Totale costo delle misure di protezione: € 2.217,60
Totale risparmio: € -2.217,60

La soluzione scelta è la soluzione 1) perché ritenuta la più conveniente dal punto di vista tecnico-economico.

8. CONCLUSIONI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione (che devono essere correttamente dimensionate) vale quanto segue.
Rischi che non superano il valore tollerabile: R1
Secondo la norma CEI EN 62305-2 la struttura è protetta contro le fulminazioni.

9. APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: A (m): 13 B (m): 15 H (m): 6 Hmax (m): 12
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore (CD = 0,5)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km²) Ng = 1,64

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA MT COG. A
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
Lunghezza (m) L = 30
Resistività (ohm x m) ρ = 400
Coefficiente ambientale (CE): suburbano
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: 1 < R <= 5 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 13 B (m): 3 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore
SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: LINEA MT COG. B
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
Lunghezza (m) L = 30
Resistività (ohm x m) ρ = 400
Coefficiente ambientale (CE): suburbano
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: 1 < R <= 5 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 13 B (m): 3 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore
SPD ad arrivo linea: livello I (PEB = 0,01)

Caratteristiche della linea: LINEA SEGNALI
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: segnale - interrata
Lunghezza (m) L = 30
Resistività (ohm x m) ρ = 400
Coefficiente ambientale (CE): suburbano
Schermo collegato alla stessa terra delle apparecchiature alimentate: 1 < R <= 5 ohm/km
Dimensioni della struttura da cui proviene la linea: A (m): 13 B (m): 3 H (m): 3
Coefficiente di posizione della struttura da cui proviene la linea (Cd): in area con oggetti di altezza uguale o inferiore
SPD ad arrivo linea: livello II (PEB = 0,02)

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
Tipo di zona: esterna
Tipo di suolo: cemento (rt = 0,01)
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
Numero di persone nella zona: 2
Numero totale di persone nella struttura: 2
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = 4,57E-06
Valore degli animali (€): 0
Valore totale della struttura (€): 200000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R4) LA = 0,00E+00

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
Rischio 1: Ra
Rischio 4: Ra

Caratteristiche della zona: CONTAINER COGENERATORE A
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
Rischio di esplosione - Zona 0, 20, Classe 0 (rf = 1)
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
Protezioni antincendio: rp = 1
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: COGENERATORE A
Alimentato dalla linea LINEA MT COG. A
Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
Tensione di tenuta: 1,5 kV
Sistema di SPD - livello: I (PSPD = 0,01)
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Valori medi delle perdite per la zona: CONTAINER COGENERATORE A
Rischio 1
Numero di persone nella zona: 2
Numero totale di persone nella struttura: 2
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,57E-06
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) LC = LM = LW = LZ = 4,57E-04
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,14E-04
Rischio 4
Valore degli animali (€): 0
Valore dei muri (€): 100000
Valore del contenuto (€): 500000
Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000

Valore totale della struttura (€): 700000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R4) LA = LU = 0,00E+00
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 1,43E-02
Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 1,00E+00

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CONTAINER COGENERATORE A
Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz
Rischio 4: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: CONTAINER COGENERATORE B
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
Rischio di esplosione - Zona 0, 20, Classe 0 (rf = 1)
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
Protezioni antincendio: rp = 1
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: COGENERATORE B
Alimentato dalla linea LINEA MT COG. B
Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico (Ks3 = 0,0001)
Tensione di tenuta: 1,5 kV
Sistema di SPD - livello: I (PSPD = 0,01)
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Valori medi delle perdite per la zona: CONTAINER COGENERATORE B
Rischio 1
Numero di persone nella zona: 2
Numero totale di persone nella struttura: 2
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,57E-06
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R1) LC = LM = LW = LZ = 4,57E-04
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,14E-04
Rischio 4
Valore degli animali (€): 0
Valore dei muri (€): 100000
Valore del contenuto (€): 500000
Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000
Valore totale della struttura (€): 700000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R4) LA = LU = 0,00E+00
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 1,43E-02
Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 1,00E+00

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CONTAINER COGENERATORE B
Rischio 1: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz
Rischio 4: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: CONTAINER SERVIZI
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento (rt = 0,01)
Rischio di incendio: ridotto (rf = 0,001)
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico (h = 2)
Protezioni antincendio: manuali (rp = 0,5)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: QUADRO QCN
Alimentato dalla linea LINEA SEGNALI
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m²) (Ks3 = 0,01)
Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Valori medi delle perdite per la zona: CONTAINER SERVIZI
Rischio 1
Numero di persone nella zona: 2
Numero totale di persone nella struttura: 2
Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 400
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 4,57E-06
Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 9,13E-08
Rischio 4
Valore degli animali (€): 0
Valore dei muri (€): 100000
Valore del contenuto (€): 200000
Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 100000
Valore totale della struttura (€): 400000
Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R4) LA = LU = 0,00E+00
Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) LC = LM = LW = LZ = 2,50E-03
Perdita per danno fisico (relativa a R4) LB = LV = 2,50E-04

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: CONTAINER SERVIZI
Rischio 1: Ra Rb Ru Rv
Rischio 4: Ra Rb Rc Rm Ru Rv Rw Rz

APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1
Zona: CONTAINER COGENERATORE A
Linea: LINEA MT COG. A
Circuito: COGENERATORE A
FS Totale: 0,0033
Frequenza di danno tollerabile: 0,5
Circuito protetto: SI

Impianto interno 2
Zona: CONTAINER COGENERATORE B
Linea: LINEA MT COG. B
Circuito: COGENERATORE B
FS Totale: 0,0033
Frequenza di danno tollerabile: 0,5
Circuito protetto: SI

Impianto interno 3
Zona: CONTAINER SERVIZI
Linea: LINEA SEGNALI
Circuito: QUADRO QCN
FS Totale: 0,0033
Frequenza di danno tollerabile: 0,5
Circuito protetto: SI

A seguito dell'adozione delle misure di protezione scelte, la frequenza di danno si modifica come di seguito indicato:

Impianto interno 1
Zona: CONTAINER COGENERATORE A
Linea: LINEA MT COG. A
Circuito: COGENERATORE A
FS Totale: 0,0033
Frequenza di danno tollerabile: 0,5
Circuito protetto: SI

Impianto interno 2
Zona: CONTAINER COGENERATORE B
Linea: LINEA MT COG. B
Circuito: COGENERATORE B
FS Totale: 0,0033
Frequenza di danno tollerabile: 0,5
Circuito protetto: SI

Impianto interno 3
Zona: CONTAINER SERVIZI
Linea: LINEA SEGNALI
Circuito: QUADRO QCN
FS Totale: 0,0033
Frequenza di danno tollerabile: 0,5
Circuito protetto: SI

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 4,07E-03 km²
Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 4,04E-01 km²
Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 3,34E-03
Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 6,63E-01

Linee elettriche

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

LINEA MT COG. A
AL = 0,001200 km²
AI = 0,120000 km²

LINEA MT COG. B
AL = 0,001200 km²
AI = 0,120000 km²

LINEA SEGNALI
AL = 0,001200 km²
AI = 0,120000 km²

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

LINEA MT COG. A
NL = 0,000098
NI = 0,009840

LINEA MT COG. B
NL = 0,000098
NI = 0,009840

LINEA SEGNALI
NL = 0,000492
NI = 0,049200

APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: IMPIANTO COGENERAZIONE ESTERNO
PA = 1,00E+00
PB = 1,0

PC = 0,00E+00
PM = 0,00E+00

Zona Z2: CONTAINER COGENERATORE A
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (COGENERATORE A) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (COGENERATORE A) = 4,44E-11
PM = 4,44E-11
PU (COGENERATORE A) = 8,00E-03
PV (COGENERATORE A) = 8,00E-03
PW (COGENERATORE A) = 8,00E-03
PZ (COGENERATORE A) = 0,00E+00

Zona Z3: CONTAINER COGENERATORE B
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (COGENERATORE B) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (COGENERATORE B) = 4,44E-11
PM = 4,44E-11
PU (COGENERATORE B) = 8,00E-03
PV (COGENERATORE B) = 8,00E-03
PW (COGENERATORE B) = 8,00E-03
PZ (COGENERATORE B) = 0,00E+00

Zona Z4: CONTAINER SERVIZI
PA = 1,00E+00
PB = 1,0
PC (QUADRO QCN) = 1,00E+00
PC = 1,00E+00
PM (QUADRO QCN) = 8,89E-07
PM = 8,89E-07
PU (QUADRO QCN) = 1,60E-02
PV (QUADRO QCN) = 1,60E-02
PW (QUADRO QCN) = 1,60E-02
PZ (QUADRO QCN) = 0,00E+00

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

N_G = **1,64** fulmini / (anno km²)

POSIZIONE

Latitudine: **42,048641° N**

Longitudine: **13,538301° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G.
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa ceraunica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprieà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di N_G riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2025.

Data 15/11/2021

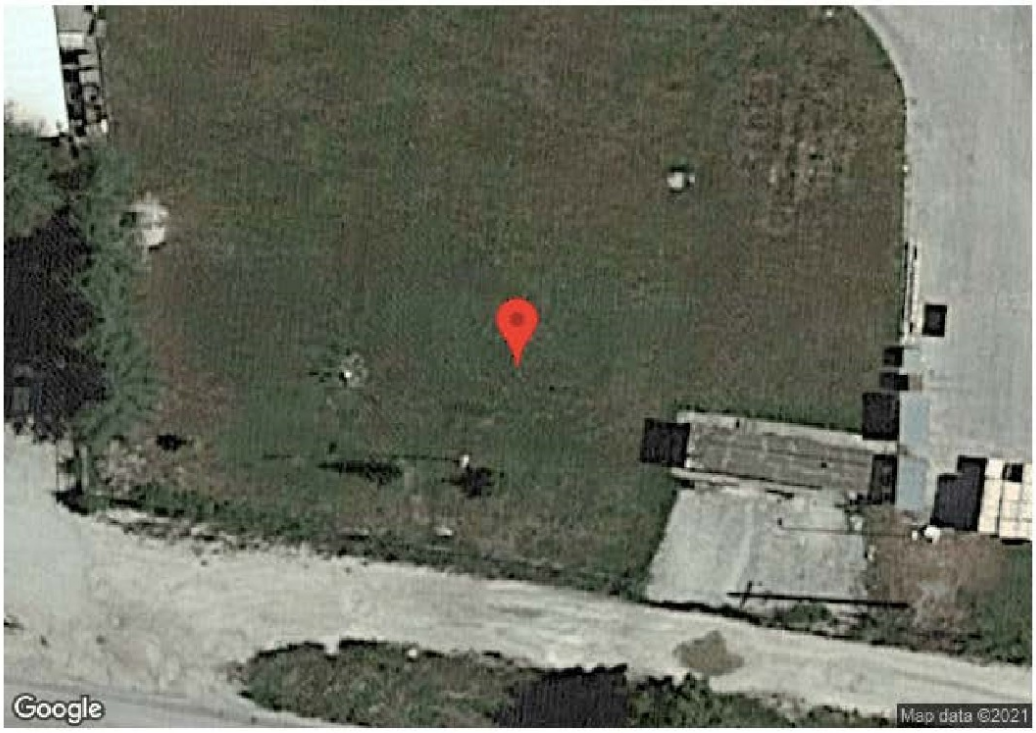
TNE srl - Strada dei Ronchi 29 - 10133 Torino - Tel. 011.661.12.12 - Fax 011.661.81.05 - info@tne.it - www.tne.it

Coordinate in formato decimale (WGS84)

Indirizzo: Coordinate manuali

Latitudine: 42,048641

Longitudine: 13,538301



TNE srl - Strada dei Ronchi 29 - 10133 Torino - Tel. 011.661.12.12 - Fax 011.661.81.05 - info@tne.it - www.tne.it

21. RELAZIONE DI CALCOLO DPA

Premessa

Il calcolo della DPA nel caso si utilizzi un trasformatore di potenza superiore a 630kVA non è normato dal decreto del 29 maggio 2008.

Nel caso in oggetto nell'impianto sono installati n. 2 trasformatori di pari potenza:

1) trasformatore MT/BT 1600kVA – 20/0,4 kV

2) trasformatore MT/BT 1600kVA – 20/0,4kV

21.1 TRASFORMATORE 1600 kVA

Ipotesi di calcolo

Le sorgenti di campo magnetico possono essere schematizzate in una combinazione di conduttori filiformi. Questa approssimazione è valida per calcolare l'induzione magnetica a distanze relativamente grandi rispetto alle dimensioni dei conduttori reali, come nel caso in oggetto. Ai fini del calcolo si assume come massima corrente quella generata dall'alternatore con potenza di 1202 kW a cosφ 0,8, tale valore vale:

$$\frac{1202 \cdot 10^3}{400 \cdot \sqrt{3}} \cdot \frac{1}{0{,}8} = 2.168\ A$$

L'impianto in oggetto è assimilabile a un classico trasformatore riduttore 20,0/0,4kV con l'avvertenza di dover considerare invertiti i sensi della potenza elettrica in gioco. Dal punto di vista modellistico non sussistono sostanziali differenze in quanto il parametro più importante è la corrente circolante nei terminali in tensione più bassa a prescindere dal verso delle correnti.

Calcolo dei valori di induzione sulla sezione cavi in uscita dal trasformatore

Dal punto di visto del calcolo analitico il dato importante è la mutua distanza che intercorre tra i conduttori. Più i conduttori sono vicini, più il campo cala rapidamente in funzione della distanza. Il conduttore matematico equivale a tre conduttori di diametro pari a:

$$? = 0{,}002 \cdot \sqrt[2]{\frac{\overline{I}}{4}} = 0{,}002 \cdot \sqrt[2]{\frac{\overline{2168}}{4}} = 0{,}047m$$

Considereremo quindi conduttori di diametro pari a 67 mm ciascuno in configurazione piana (la più gravosa) ovvero:

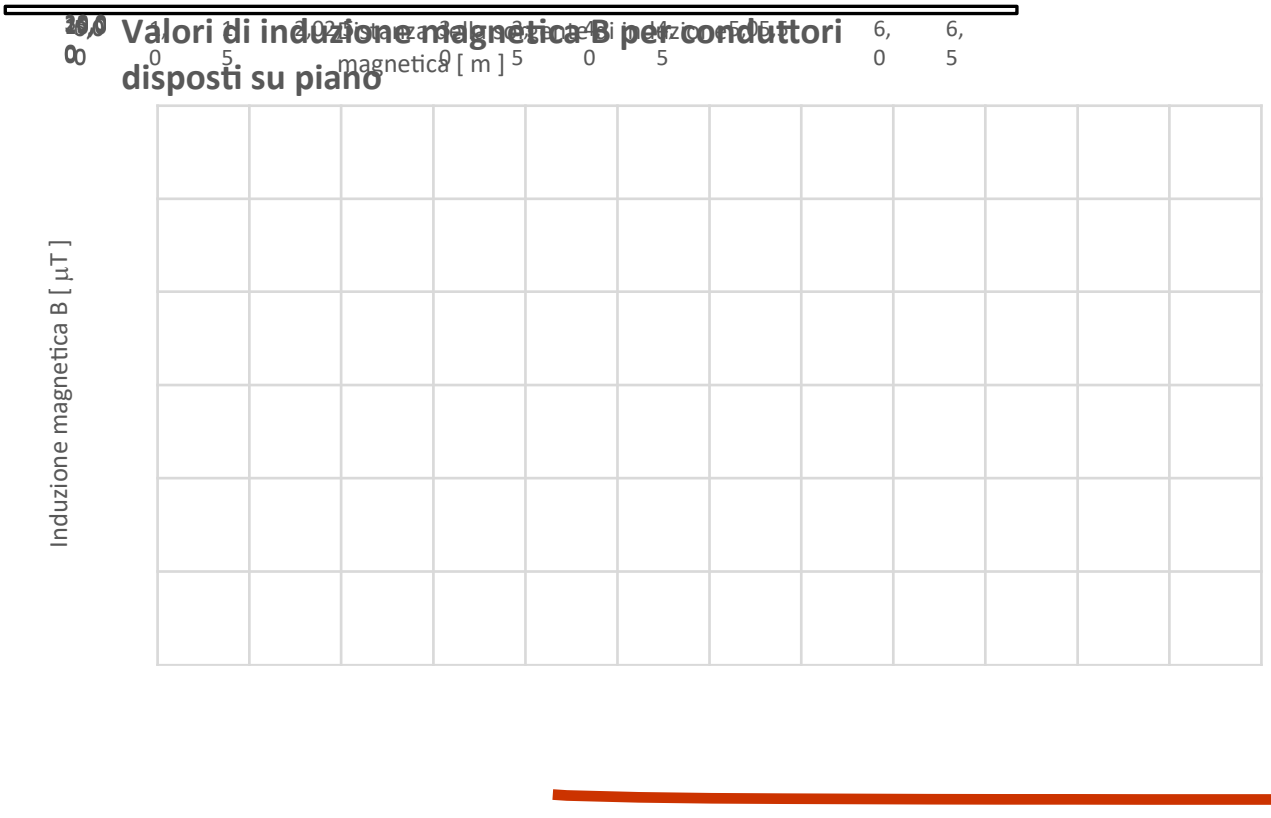
- Diametro esterno conduttori *d* = 0,047 = 47 mm
- Corrente circolante sul conduttore *I* = 2.168 A

Utilizzando la legge di BIOT SAVART nel caso di 3 conduttori filiformi percorsi da un sistema trifase di correnti l'induzione magnetica B (μT) vale:

$$B = \frac{0{,}35 \cdot I \cdot d}{r^2} = \frac{0{,}35 \cdot 2168 \cdot 0{,}047}{r^2}$$

Dove *r* è la distanza del punto di simulazione dell'induzione magnetica dai conduttori.

Applicando la formula a diversi valori di "r" si ottiene l'andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza:



La distanza di prima approssimazione (DPA) oltre la quale l'induzione magnetica è inferiore a 3 μT, derivata dalla precedente formula, risulta pertanto:

$$? = \frac{0{,}35 \cdot I \cdot d}{r^2}$$

Ovvero imponendo B=3 e ricavando r si ottiene che:

$$? = \sqrt[2]{\frac{0{,}35}{3}} \cdot I \cdot d = \sqrt[2]{\frac{0{,}35}{3}} \cdot 2168 \cdot 0{,}047 = 3{,}44\ m$$

L'obiettivo di qualità si ottiene:

- trasformatore 1600kVA a 3,44 metri dall'asse della linea con 3,0 μT.

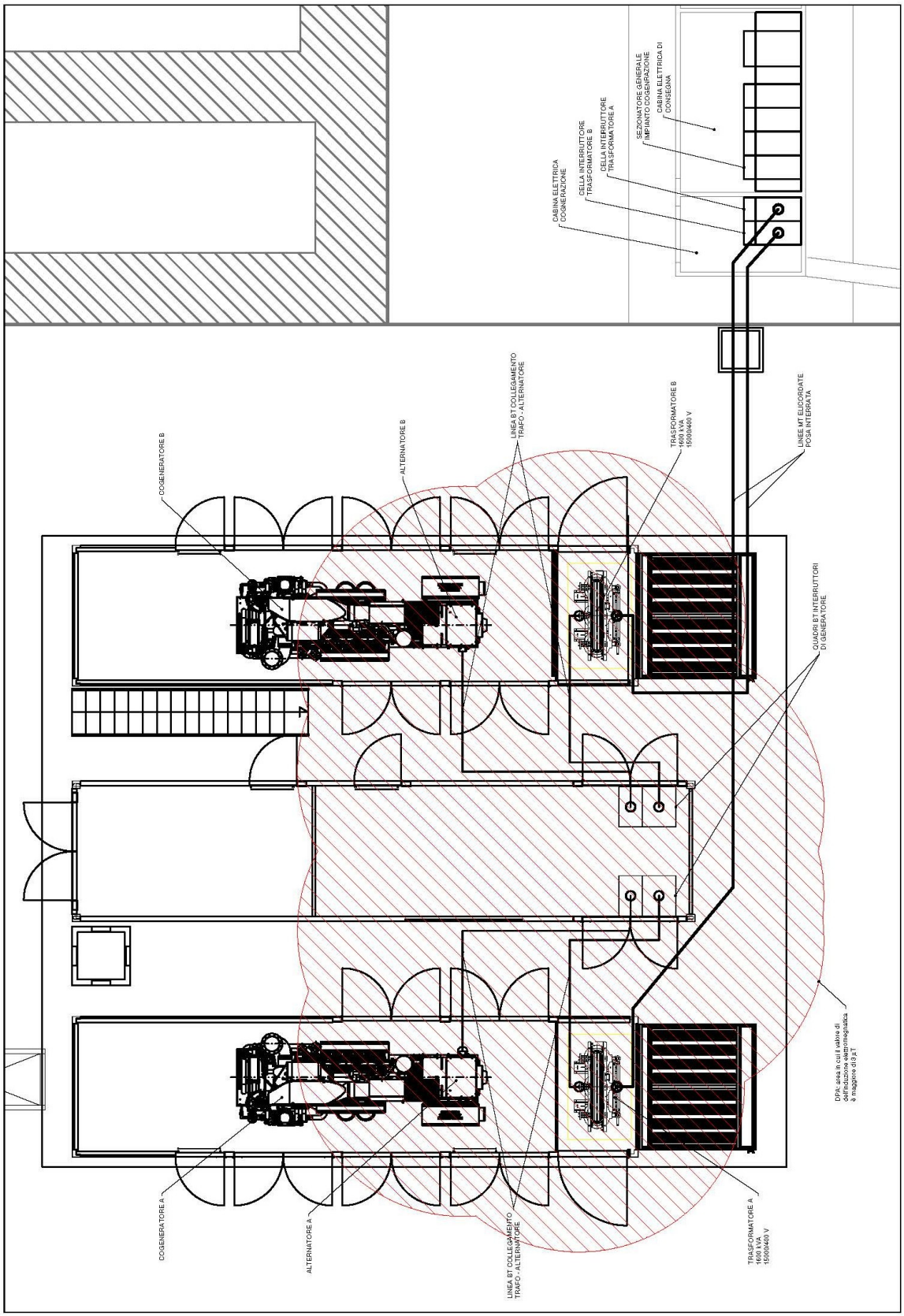
Sulla base del calcolo effettuato si definisce la DPA, dalle pareti del container del cogeneratore, uguale a:

DPA= 3,5m (trasformatore A 1600 kVA)

DPA= 3,5m (trasformatore B 1600 kVA)

21.2 CAVI MT

Le due linee MT di collegamento dei trasformatori alla cabina ENEL dove sono installati gli interruttori di alimentazione e protezione saranno del tipo elicordato e quindi l'induzione elettromagnetica è trascurabile.


CABINA ELETTRICA COGENERAZIONE
CELLA INTERRUTTORE TRASFORMATORE B
CELLA INTERRUTTORE TRASFORMATORE A
SEZIONATORE GENERALE IMPIANTO COGENERAZIONE
CABINA ELETTRICA DI CONSEGNA
COGENERATORE B
ALTERNATORE B
LINEA BT COLLEGAMENTO TRAFO - ALTERNATORE
TRASFORMATORE B 1600 kVA 15000/400 V
LINEE MT ELICORDATE POSA INTERRATA
QUADRI BT INTERRUTTORI DI GENERATORE
DPAc area in cui il valore di attenzione sarà rispettato a 4 mq/ore di LpA
COGENERATORE A
ALTERNATORE A
LINEA BT COLLEGAMENTO TRAFO - ALTERNATORE
TRASFORMATORE A 1600 kVA 15000/400 V