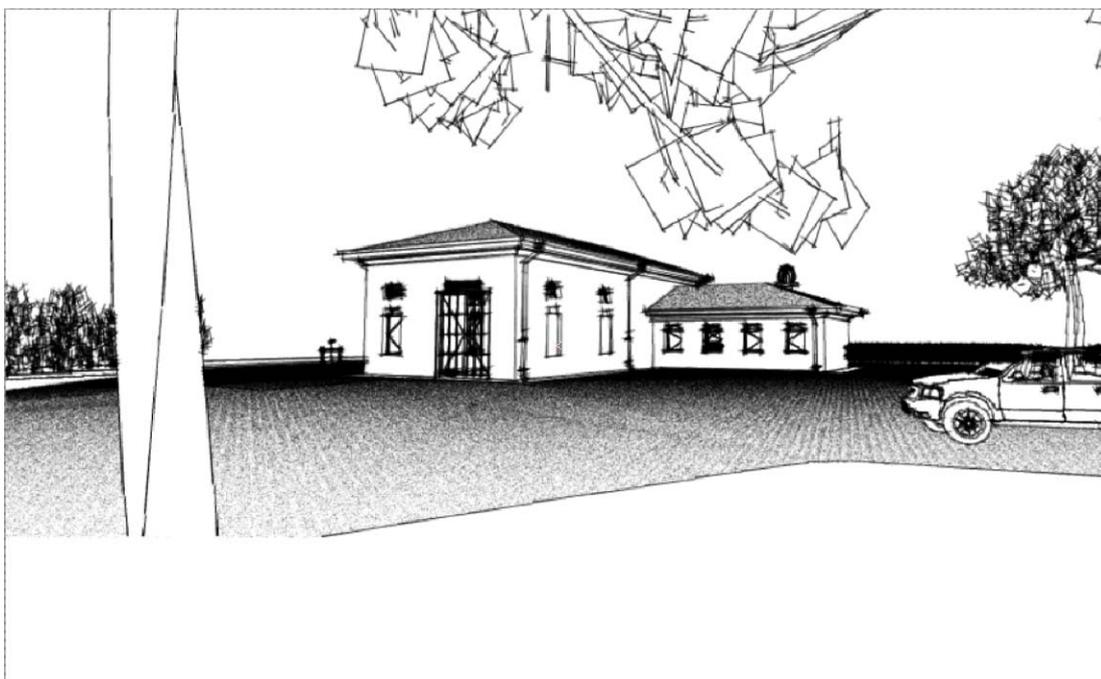


COMUNE DI BASSANO DEL GRAPPA

PROVINCIA DI VICENZA

IMPIANTO PLUVIRRIGUO MEDOACO - TRASFORMAZIONE IRRIGUA SU 1.200 ETTARI
NEI COMUNI DI BASSANO DEL GRAPPA, ROSA' E CARTIGLIANO IN PROVINCIA DI VICENZA
- 1° LOTTO FUNZIONALE CENTRALE DI POMPAGGIO



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-382714 - fax 0424-392791
P.IVA 02765080243
e-mail: info@gencoitalia.net
<http://www.gencoitalia.net>



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-33076 - fax 0424-390442
P.IVA 02386650242
e-mail: info@studionichele.com
<http://www.studionichele.com>

TAVOLA	PROGETTO ESECUTIVO					
CE07	Scala Nessuna	Data Maggio 2017	Pratica n° 1219			
	CALCOLI ESECUTIVI DELLE STRUTTURE E DEGLI IMPIANTI					
COMMITTENTE	CONSORZIO DI BONIFICA "BRENTA" - Cittadella -					
PROGETTISTA						
	0	08/05/2017	Stesura originaria	LM	TN	TN
	Rev.	Data	Descrizione delle revisioni	Red.	Ver.	App.

Il presente documento non può essere riprodotto o copiato tutto o in parte senza l'autorizzazione di G.EN.CO s.r.l. / Legge 22.04.41 n. 633 art. 2575 3 segg. C.C.

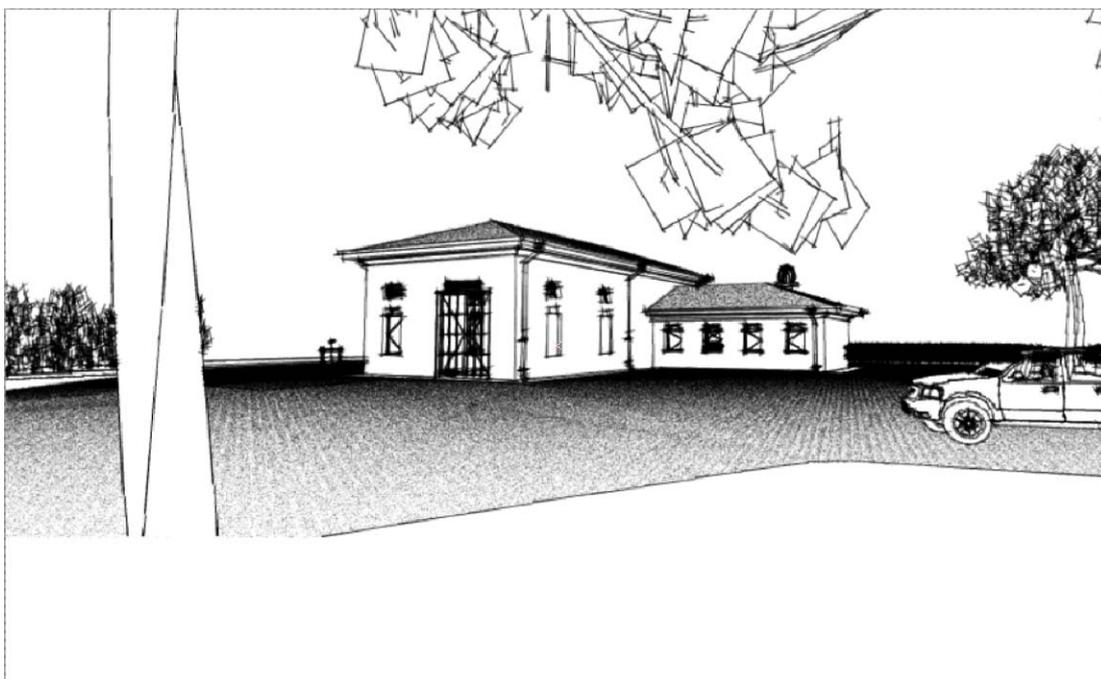
Elaborazioni grafiche e consulenza tecnica: Studio Tecnico Nichele Per Ind Tullio, Bassano del Grappa (VI)

Nome File: I:\000 DA MAST_GROSSI CLIENTI\GIUNTA\32 STAZIONE POMPAGGIO CONSORZIO BRENTA 2017\03 ELETTRICO

COMUNE DI BASSANO DEL GRAPPA

PROVINCIA DI VICENZA

IMPIANTO PLUVIRRIGUO MEDOACO - TRASFORMAZIONE IRRIGUA SU 1.200 ETTARI
NEI COMUNI DI BASSANO DEL GRAPPA, ROSA' E CARTIGLIANO IN PROVINCIA DI VICENZA
- 1° LOTTO FUNZIONALE CENTRALE DI POMPAGGIO



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-382714 - fax 0424-392791
P.IVA 02765080243
e-mail: info@gencoitalia.net
http://www.gencoitalia.net



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-33076 - fax 0424-390442
P.IVA 02386650242
e-mail: info@studionichele.com
http://www.studionichele.com

TAVOLA	PROGETTO ESECUTIVO					
CE07	Scala Nessuna	Data Maggio 2017	Pratica n° 1219			
	a) Protezione delle strutture contro i fulmini					
COMMITTENTE	CONSORZIO DI BONIFICA "BRENTA" - Cittadella -					
PROGETTISTA						
	0	08/05/2017	Stesura originaria	LM	TN	TN
	Rev.	Data	Descrizione delle revisioni	Red.	Ver.	App.

Il presente documento non può essere riprodotto o copiato tutto o in parte senza l'autorizzazione di G.EN.CO s.r.l. / Legge 22.04.41 n. 633 art. 2575 3 segg. C.C.

Elaborazioni grafiche e consulenza tecnica: Studio Tecnico Nichele Per Ind Tullio, Bassano del Grappa (VI)

Nome File: I:\000 DA MAST_GROSSI CLIENTI\GIUNTA\32 STAZIONE POMPAGGIO CONSORZIO BRENTA 2017\03 ELETTRICO



RIEPILOGO RISULTATI

VALUTAZIONE DEI RISCHI

Rischio R1: perdita di vite umane

Calcolo del rischio R1

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

Z1: Interna

RA: 1,85E-07

RB: 1,84E-08

RU(Power center): 0,00E+00

RV(Power center): 0,00E+00

RU(Telefonia): 1,44E-07

RV(Telefonia): 1,44E-08

Totale: 3,62E-07

Z2: Esterna

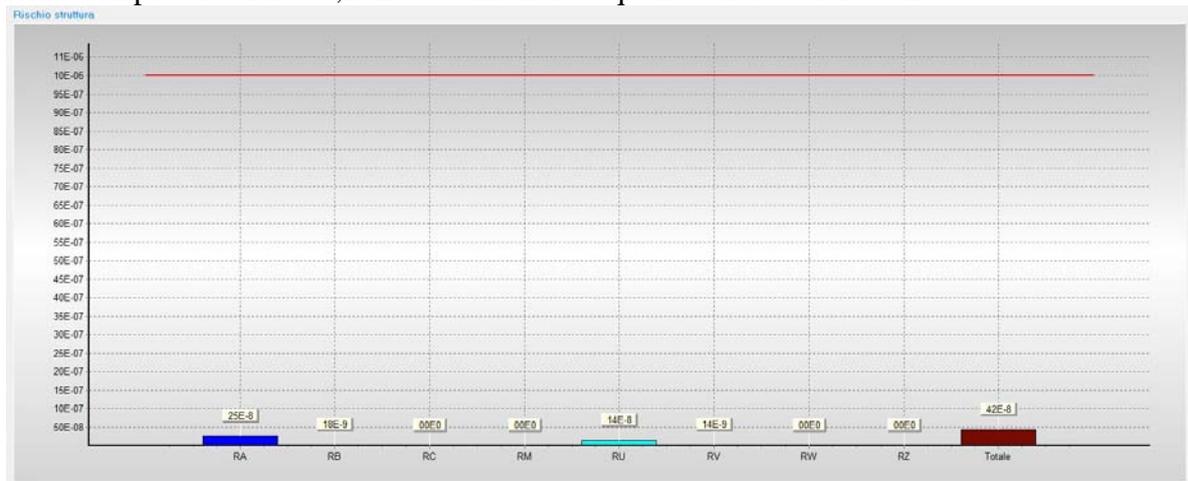
RA: 6,15E-08

Totale: 6,15E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,24E-07

Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,24E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05



SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 4,24E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1

SECONDO LA NORMA CEI EN 62305-2 LA PROTEZIONE CONTRO IL FULMINE NON E' NECESSARIA.

Data 08/05/2017

Il tecnico



SOMMARIO

- **GENERALITÀ'**
- **FISICA DI UN TEMPORALE**
- **FORMAZIONE E CARATTERISTICHE DEL FULMINE**
- **LE SCARICHE ATMOSFERICHE**
- **LA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO**
 - **Necessità dell'impianto LPS (Lightning Protection System)**
 - **Valutazione del rischio e scelta dei componenti di protezione**
 - **Sorgenti di danno**
 - **Tipo di danno**
 - **Tipo di perdita**
 - **Rischio e sue componenti**
- **CONTENUTO DEL DOCUMENTO**
- **NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**
- **INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE DA PROTEGGERE**
- **DATI INIZIALI**
 - **Densità annua di fulmini a terra**
 - **Dati relativi alla struttura**
 - **Dati relativi alle linee elettriche esterne**
 - **Definizione e caratteristiche delle zone**
- **CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**
- **VALUTAZIONE DEI RISCHI**
 - **Rischio R1 di perdita di vite umane**
 - **Calcolo del rischio R1**
 - **Analisi del rischio R1**
- **SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE**
- **CONCLUSIONI**
- **APPENDICI**

GENERALITÀ

Sul territorio italiano cadono ogni anno più di un milione di fulmini. Si tratta di fenomeni molto violenti che in tempi brevissimi producono correnti che possono raggiungere e superare valori di 200 kA.

L'enorme energia che si sviluppa si può riflettere con tutto il suo potenziale distruttivo sugli impianti e sui componenti e, nei casi più sfortunati, anche sugli esseri viventi.

La storia della fisica del fulmine è iniziata verso la metà del 1700 con i noti esperimenti di Benjamin Franklin ma il dibattito tecnico scientifico, proprio a causa dei gravi danni che il fulmine può provocare, e con l'intento di chiarire gli ancora numerosi punti oscuri, continua ancora oggi.

FISICA DI UN TEMPORALE

Ogni anno sulla terra si sviluppano alcuni milioni di temporali accompagnati dalla caduta di circa 100 fulmini ogni secondo, con manifestazioni particolarmente intense ai tropici e fortunatamente meno intense alle nostre latitudini. Un temporale si genera in presenza di una massa d'aria molto umida con strati più caldi in basso e più freddi in alto che favoriscono la formazione e il movimento di una colonna d'aria ascendente.

Le nubi temporalesche si formano quando l'aria calda è costretta a sollevarsi e si raffredda man mano che sale.

Ad una determinata altezza assume una temperatura alla quale diventa satura di vapore acqueo che si condensa sotto forma di gocce dando vita ad una nuvola (fig. 1).

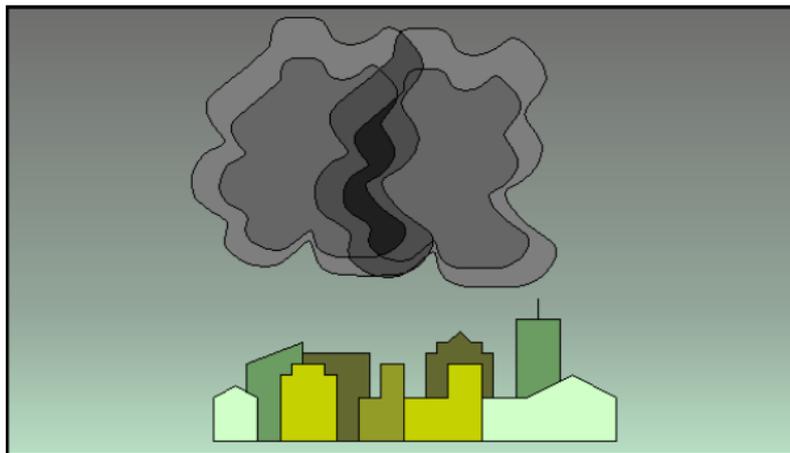


Fig. 1 - I temporali sono originati da nubi del tipo cumuli-nembi



Il calore liberato dal processo di condensazione del vapore provoca un ulteriore riscaldamento dell'aria che viene nuovamente spinta verso l'alto.

Se l'aria contiene poco vapore acqueo, tutto si esaurisce in poco tempo con l'aumentare dell'altezza.

Se viceversa l'aria è **molto umida**, ad un'altezza da terra di circa due chilometri, si ha la formazione di cumuli stratificati; un'enorme macchina termica che può raggiungere uno spessore e un diametro di alcune decine di chilometri (fig. 2).

La turbolenza di queste correnti d'aria favorisce la separazione delle gocce d'acqua che si sono formate. Nella sua salita verso l'alto la temperatura si abbassa e scende al di sotto di 0 °C le goccioline di acqua gelano.

Come vedremo, è proprio da queste particelle di ghiaccio che si strofinano con le gocce d'acqua che dipende, secondo una delle teorie più accreditate, la formazione di cariche elettriche nella nuvola.

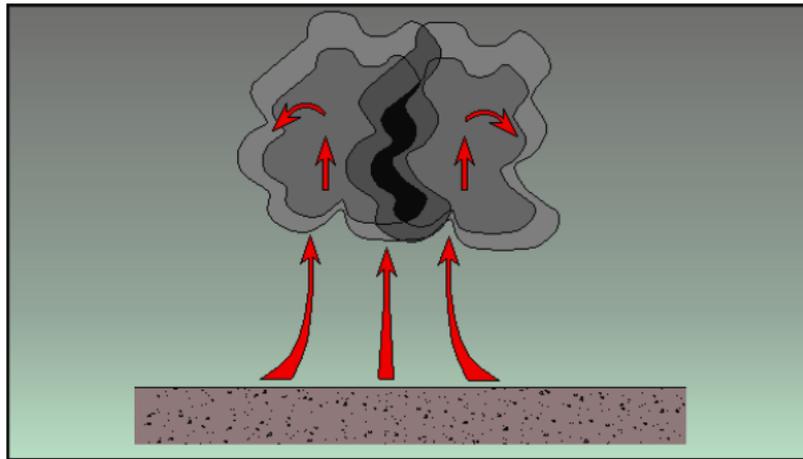


Fig. 2 – L'aria calda e umida che sale dal suolo ad una certa altezza si porta ad una temperatura che favorisce la condensazione del vapore acqueo sottoforma di gocce d'acqua e conseguentemente la formazione della nube.

I temporali possono essere fondamentalmente di tre tipi:

- temporale frontale;
- temporale orografico;
- temporale di calore;

La maggior parte dei temporali che si verificano sul territorio italiano sono di tipo frontale.

Il fenomeno si manifesta quando un fronte di aria fredda incontra una massa di aria calda stazionaria e la costringe ad alzarsi.

La formazione di quelli di tipo orografico è invece favorita dalla presenza di catene montuose molto ripide che si affacciano su vaste zone pianeggianti.

L'aria calda che staziona a livello del suolo in questo caso è costretta a salire verso l'alto, formando la corrente ascendente, dal vento che la spinge contro i fianchi della montagna.

I temporali di calore sono tipici delle zone tropicali e piuttosto rari in Italia.

Si formano quando l'aria calda molto umida vicina al suolo si riscalda per mezzo del calore solare irradiato dal suolo. L'aria riscaldata si espande e sale verso l'alto formando la corrente ascensionale.

Nella vita di una nuvola temporalesca si possono individuare tre fasi: giovinezza, maturità e vecchiaia.

La giovane nube ha una durata di vita di 10 -15 minuti ed è caratterizzata dalla presenza di un robusto canale di aria calda ascensionale.

Durante la fase di maturità, che dura circa 20 -30 minuti, la nuvola aumenta progressivamente di dimensione.

Le particelle di pioggia, neve e grandine continuano a salire seguendo la corrente d'aria calda ascendente finché, con l'aumentare della loro quantità e grandezza, precipitano a terra.

La vecchiaia dura circa 30 minuti. L'aria calda ascendente consuma le ultime energie e le precipitazioni tendono ad esaurirsi.



FORMAZIONE E CARATTERISTICHE DEL FULMINE

I fulmini sono un fenomeno di scarica elettrica che produce in tempi brevissimi correnti di intensità molto elevata.

In funzione della direzione nella quale si propagano e della carica elettrica possono distinguersi in discendenti (quando hanno origine dalla nube) o ascendenti (quando hanno origine da strutture a terra), positivi o negativi (fig. 9).

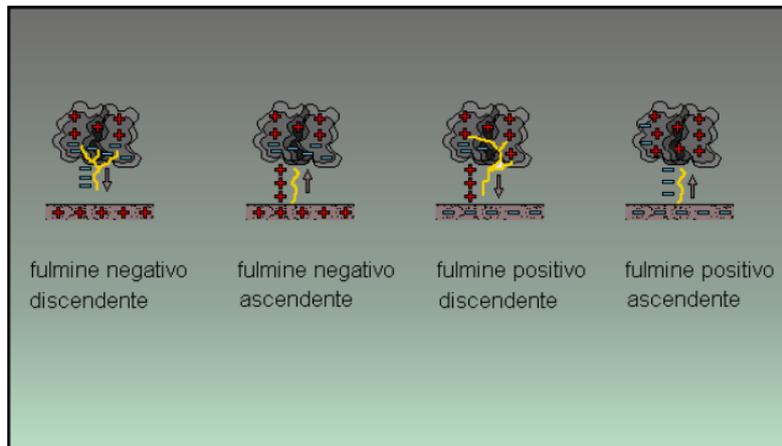


Fig. 9 – Tipi di fulmine

Per meglio chiarire il principio di scarica riferiamoci all'esempio di uno tra i fulmini più diffusi, il fulmine negativo discendente (fig. 10).

1 - A causa dell'intenso campo elettrico e della rarefazione dell'aria il fulmine potrebbe avere inizio dalla parte bassa della nube. Inizia con una saetta che si propaga a zig-zag verso terra a sbalzi successivi di 30-50 m.

2 - La saetta influenzata dall'azione del campo elettrico si carica di particelle elettriche e favorisce la formazione di un canale ionizzato di forma ramificata.

3 - La scarica prosegue fino ad arrivare in prossimità del suolo. Il campo elettrico diventa così elevato da favorire fenomeni di effluvio (o scintille) finché uno di questi (canale di controscarica della lunghezza di alcune decine di metri) non entrerà in contatto col canale discendente.

4- Il contatto tra il canale discendente e di controscarica si manifesta come un arco elettrico molto luminoso (scarica di ritorno). Inizia lo scambio di cariche elettriche tra le nubi e il suolo mentre la rapida espansione dell'aria provocata dall'energia termica generata dal fulmine favorisce la formazione del tuono.

5 - Seguono una serie di altri archi di minore intensità (archi susseguenti) finché il fenomeno non si esaurisce.

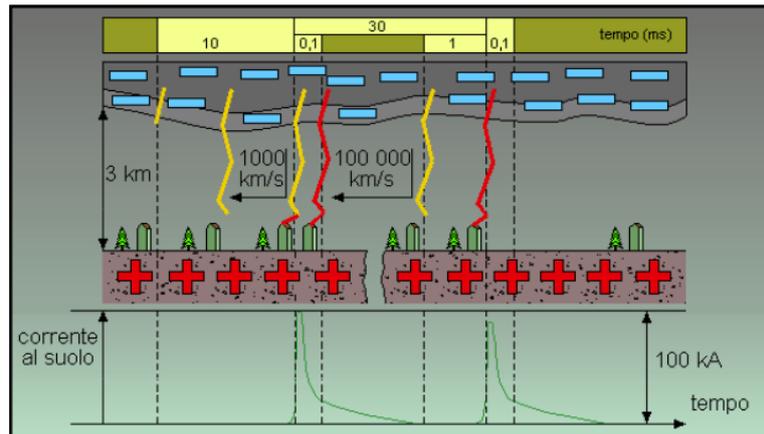


Fig. 10 – Fasi della scarica di un fulmine negativo discendente

Negli ultimi anni è stato condotto uno studio approfondito dei fulmini utilizzando diversi sistemi.

Numerosi esperimenti sono stati effettuati sia sui fulmini naturali sia su fulmini riprodotti in laboratorio o direttamente in atmosfera.

In laboratorio sono state ricreate scariche simili al fulmine con parametri prestabiliti per esaminarne il comportamento.

All'aperto sono stati invece eseguiti esperimenti e misure dirette sui fulmini naturali catturati utilizzando strutture appositamente esposte ai fulmini oppure linee elettriche aeree sulle quali è possibile operare misure indirette.

Altri esperimenti in atmosfera hanno utilizzato razzi lanciati verso le nubi per misurare la scarica provocata artificialmente.

Altri studi, necessari per prevenire i rischi dovuti ai fulmini, prevedono un rilievo statistico dei fulmini a terra e un'analisi approfondita degli effetti mediante l'impiego di strumenti sensibili al campo elettromagnetico meglio conosciuti come "contatori di fulmini".

Sono state in questo modo approntate delle mappe con curve isocerauniche relative alla frequenza di temporali (giorni di temporale in una determinata zona) e con i valori medi del numero di fulmini a terra all'anno per kilometro quadrato (fig. 11).

Per migliorare il rilevamento, piuttosto impreciso utilizzando il "contatore di fulmini", dal 1995 è attiva in Italia una rete di rilevazione a terra, controllata dal Sistema Italiano di Rilevamento Fulmini (CESI-SIRF), che raccoglie ed elabora mediante computer dati relativi ai fulmini a terra. Il sistema di rilevazione copre ormai tutto il territorio nazionale con un'efficienza di rilevamento del 90% e una elevata precisione del punto di impatto.

Il sistema consente di misurare non solo la presenza del fulmine ma anche le caratteristiche elettriche e, mediante triangolazioni, il punto di impatto con precisioni di poche centinaia di metri.

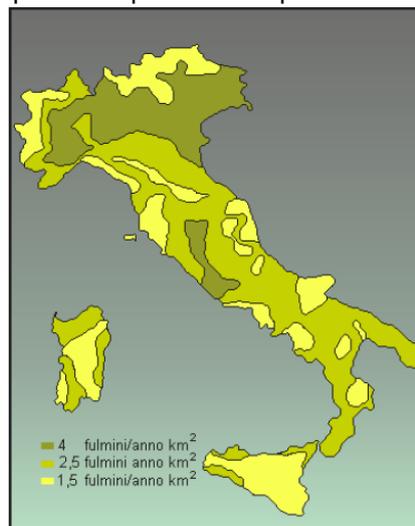


Fig. 11 – Valori medi della frequenza di fulminazione per unità di superficie

LE SCARICHE ATMOSFERICHE

In caso di temporale le nuvole e il suolo si possono pensare come le armature di un grande condensatore. Il dielettrico interposto tra queste enormi armature è l'aria, una miscela di gas isolante costituita principalmente da azoto e ossigeno.

In particolari condizioni la rigidità dielettrica dell'aria, in relazione al valore del campo elettrico che si stabilisce tra cielo e terra, può essere superata. Si può così verificare una **violenta scarica elettrica**, caratterizzata da correnti di migliaia di ampere, comunemente chiamata fulmine.

La teoria della formazione delle cariche elettriche all'interno della nuvola non è stata ancora del tutto chiarita. Una delle ipotesi più verosimili è che l'elettrizzazione avvenga per strofinio.

Alle alte quote, quando la temperatura dell'aria scende al di sotto di 0 °C, le gocce d'acqua si trasformano in cristalli di ghiaccio. Sarebbero proprio gli urti tra gocce d'acqua e i cristalli di ghiaccio a generare le cariche elettriche negative e positive che si formano nella nube (fig. 3).

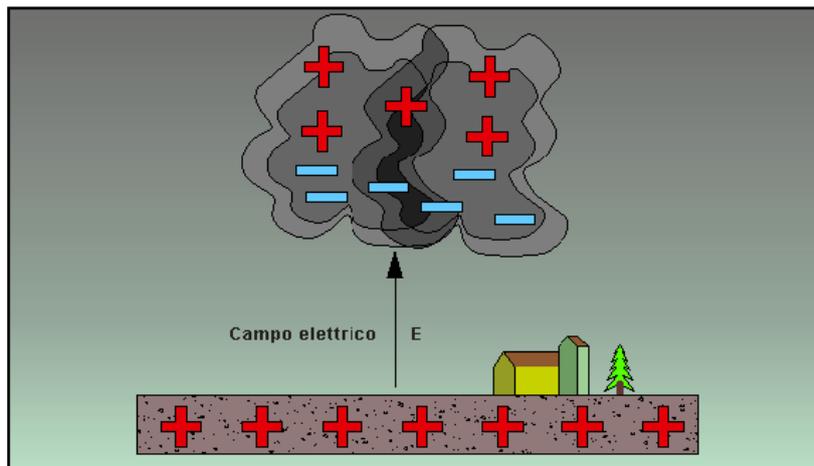


Fig. 3 - Formazione delle cariche elettriche in una nuvola temporalesca

Le cariche elettriche di segno opposto che si sono formate si respingono separandosi in parte verso l'alto (cariche positive costituite dai cristalli di ghiaccio) e in parte verso il basso della nuvola (cariche negative costituite dalle goccioline di acqua). E' da questo momento che nella nuvola si formano i primi lampi (fig. 4).

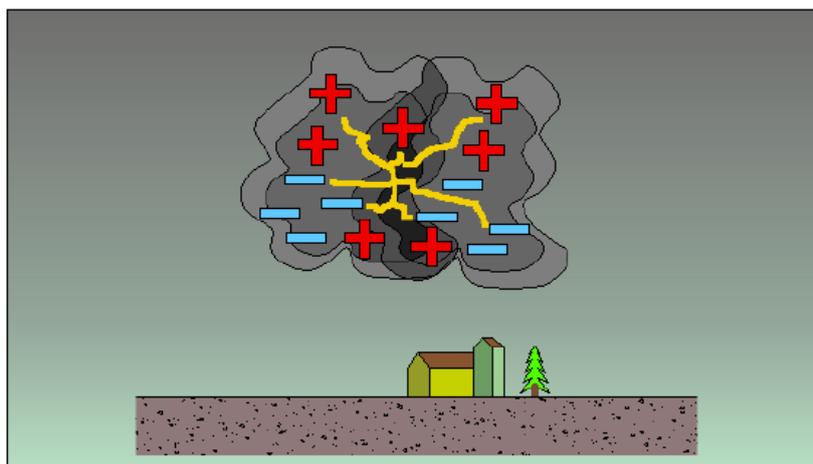


Fig. 4 - Nella nuvola si manifestano i primi lampi

La rigidità dielettrica dell'aria in condizioni ambientali ideali è di circa 3000 kV/m ma può abbassarsi notevolmente per la presenza di umidità e pulviscolo atmosferico.

Anche l'intensità del campo elettrico che solitamente in condizioni di tempo sereno al suolo è di circa 0,12 kV/m può essere superata a causa di un aumento della concentrazione di cariche elettriche nella nuvola e a terra.

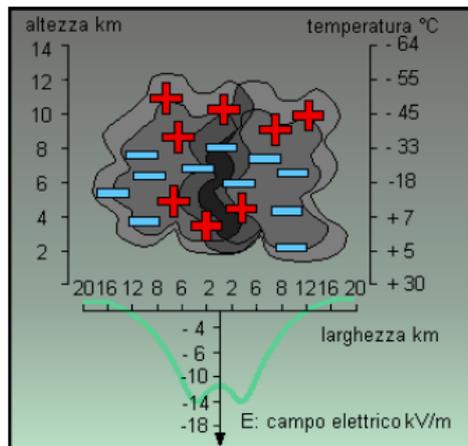


Fig. 5 – Valori del campo elettrico al suolo

In situazioni particolari con nubi elettricamente cariche questo valore può raggiungere i 15 kV/m (fig. 5) e può essere ulteriormente amplificato da elementi in rilievo rispetto al suolo (fig. 6).

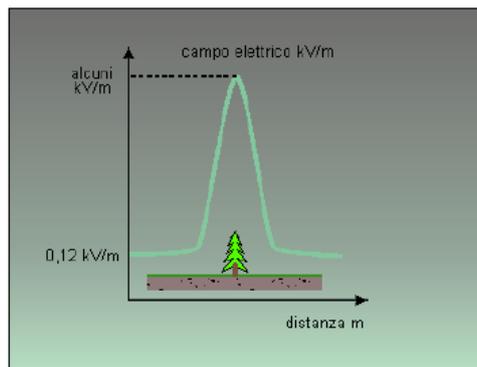


Fig. 6 – Il campo elettrico è rafforzato dalla presenza di elementi in rilievo rispetto al suolo

E' a questo punto che ha inizio la cosiddetta fase attiva con sviluppo di lampi tra le nuvole e il suolo (fig. 7).

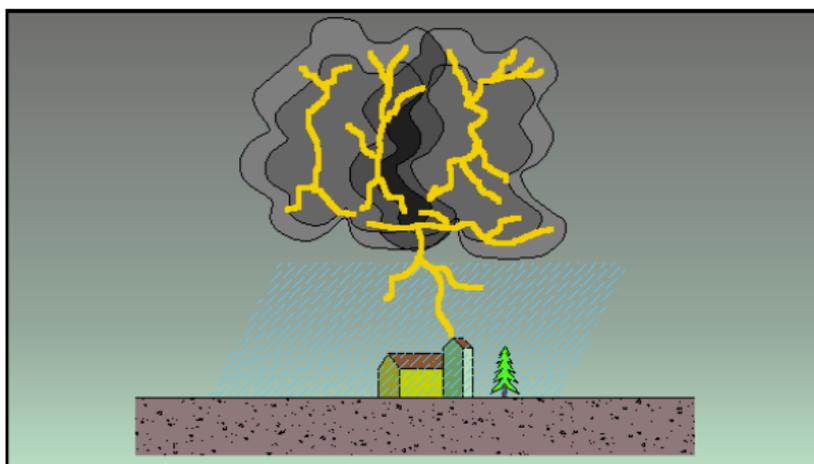


Fig. 7 – Fase attiva con intensa attività orizzontale fra le nuvole e verticale fra le nuvole e il suolo



L'agitazione temporalesca all'interno della nuvola si va quindi lentamente placando mentre aumentano le scariche verso terra accompagnate da forti precipitazioni, raffiche di vento e occasionalmente grandine (fig. 8).

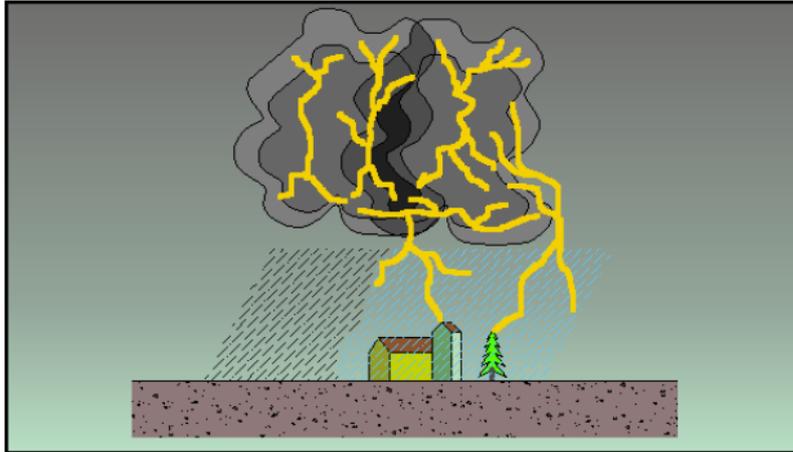


Fig. 8 – Diminuisce l'attività temporalesca e aumentano le scariche verso terra accompagnate da forti precipitazioni, raffiche di vento e occasionali grandinate



LA METODOLOGIA PER LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO

○ **Necessità dell'impianto LPS (Lightning Protection System)**

L'impianto di protezione contro i fulmini LPS ha il compito di proteggere edifici dalle fulminazioni dirette e, di conseguenza, da possibili incendi e comunque dalle conseguenze della corrente di fulmine.

La valutazione del rischio dovuto al fulmine analizza, come vedremo più avanti, un edificio con le sue caratteristiche, dimensionali e strutturali, di ubicazione, di destinazione d'uso, di compartimentazione antincendio, ecc. ed in base al tipo di impianti elettrici e di telecomunicazione presenti, o in ingresso, al carico di incendio presunto, alla presenza, o meno, di mezzi adeguati per fronteggiare o rivelare la presenza

di eventuali incendi, consente di valutare se la struttura è statisticamente autoprotetta dai fulmini (ossia protetta in relazione alle proprie stesse caratteristiche), oppure necessita di adeguati mezzi di protezione esterni quali LPS (parafulmine, gabbia di Faraday, ecc.), SPD (limitatori di sovratensione), o accorgimenti di altra natura (mezzi di rivelazione/estinzione automatico in caso di incendi, asfaltatura del suolo, ecc.).

Quando le prescrizioni normative non contengono alcuna specificazione sui dettagli delle misure di protezione contro i fulmini, o per massima cautela, è consigliabile installare almeno un LPS (di classe III) secondo CEI EN 62305-3.

○ **Valutazione del rischio e scelta dei componenti di protezione**

Nei luoghi di lavoro, la valutazione del rischio di fulminazione da scariche atmosferiche, eseguita con la versione precedente della norma, deve essere rivalutata come richiesto dal d.lgs. 81/08 e s.m.i. (artt. 17, 29 e 84), essendo in vigore dal 01.03.2013 la nuova versione della norma CEI EN 62305-2.

Infatti, per gli edifici esistenti, nei quali la valutazione del rischio di fulminazione era già stata effettuata in base alle norme tecniche precedenti, il datore di lavoro dovrà compiere nuovamente la valutazione, in conformità alla norma CEI EN 62305-2, e se necessario dovrà individuare e realizzare le misure di protezione finalizzate a ridurre il rischio a valori non superiori a quello ritenuto tollerabile dalla norma stessa.

Una valutazione del rischio previdente fornisce degli elementi che permettono di prendere le decisioni opportune al fine di limitare i rischi in questione.

Le analisi dei rischi hanno come obiettivo l'oggettivazione e la quantificazione del pericolo al quale sono esposti gli edifici, e i loro contenuti, in caso di una fulminazione diretta e indiretta.

L'analisi del rischio definita nella CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) garantisce un progetto di protezione contro i fulmini comprensibile per tutte le parti coinvolte (committente/datore di lavoro e valutatore) che sia ottimale sia dal punto di vista tecnico ed economico.

o Sorgenti di danno

La corrente di fulmine è la principale sorgente di danno (D).

Le sorgenti considerate sono distinte in base al punto d'impatto del fulmine (Tabella 1):

- S1: fulmine sulla struttura;
- S2: fulmine in prossimità della struttura;
- S3: fulmine su una linea;
- S4: fulmine in prossimità di una linea.

Tabella 1 - Sorgenti, tipi di danno e tipi di perdita subordinati al punto d'impatto del fulmine			Struttura	
Punto d'impatto	Esempio	Sorgente di danno	Tipo di danno	Tipo di perdita
Fulmine sulla struttura		S ₁	D ₁ D ₂ D ₃	L ₁ , L ₄ ^b L ₁ , L ₂ , L ₃ , L ₄ L ₁ ^a , L ₂ , L ₄
Fulmine in prossimità della struttura		S ₂	D ₃	L ₁ ^a , L ₂ , L ₄
Fulmine su un servizio entrante		S ₃	D ₁ D ₂ D ₃	L ₁ , L ₄ ^b L ₁ , L ₂ , L ₃ , L ₄ L ₁ ^a , L ₂ , L ₄
Fulmine in prossimità di un servizio entrante		S ₄	D ₃	L ₁ ^a , L ₂ , L ₄

^a Solo nel caso di strutture con rischio di esplosione, di ospedali o strutture in cui guasti di impianti interni provocano immediato pericolo per la vita umana.
^b Nel caso di strutture ad uso agricolo (perdita di animali).



○ Tipo di danno

Un fulmine può causare danni in rapporto alle caratteristiche della struttura da proteggere.

Alcune delle più importanti caratteristiche sono: il tipo di costruzione, il contenuto e attività, il tipo del servizio e le misure di protezione adottate.

Nelle applicazioni pratiche della determinazione del rischio si distingue tra le tre tipologie principali di danno che possono manifestarsi come conseguenza di una fulminazione.

Esse sono le seguenti (Tabella 1):

D1: danno ad esseri viventi per elettrocuzione;

D2: danno materiale;

D3: guasto di impianti elettrici ed elettronici.

Il danno ad una struttura dovuto al fulmine può essere limitato ad una parte della stessa o estendersi all'intera struttura; esso può anche interessare le strutture vicine o l'ambiente (per esempio emissioni chimiche o radioattive).

○ Tipo di perdita

Ciascun tipo di danno, separatamente o in combinazione con altri, può produrre diverse perdite nella struttura da proteggere.

Il tipo di perdita che può verificarsi dipende dalle caratteristiche dell'oggetto stesso ed al suo contenuto.

Debbono essere presi in considerazione i seguenti tipi di perdita (Tabella 1):

L1: perdita di vite umane (inclusi danni permanenti);

L2: perdita di servizio pubblico;

L3: perdita di patrimonio culturale insostituibile;

L4: perdita economica (struttura, contenuto e perdita di attività).

○ Rischio e sue componenti

Il rischio (R) è la misura della probabile perdita media annua.

Per ciascun tipo di perdita che può verificarsi in una struttura deve essere valutato il relativo rischio.

I rischi da valutare in una struttura possono essere:

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.

Per valutare i rischi R debbono essere definite e calcolate le relative componenti di rischio che rappresentano i rischi parziali dipendenti dalla sorgente e dal tipo di danno; ciascun rischio R è quindi la somma delle sue componenti di rischio.

Nell'effettuare la somma, le componenti di rischio possono essere raggruppate secondo la sorgente ed il tipo di danno.



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.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

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

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.



DATI INIZIALI

Densità annua di fulmini a terra

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

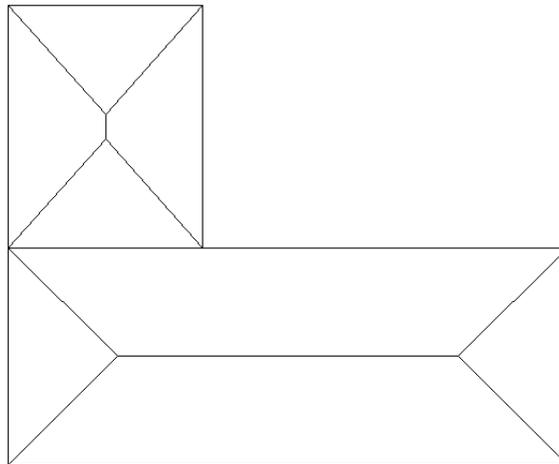
$$N_g = 5,10 \text{ fulmini/anno km}^2$$

Nel calcolo, a vantaggio della sicurezza e di eventuali modifiche normative future è stato preso il valore di

$$N_g = 7 \text{ fulmini/anno km}^2$$

Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (*Allegato Disegno della struttura*).



Scala: 2 m

Hmax: 8 m

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;



VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 5,10 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **45,753896° N**

Longitudine: **11,710751° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- I valori di N_G inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa cartografica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

Data, 03 maggio 2017

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



Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: Energia
- Linea di segnale: Segnale

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

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: Interna

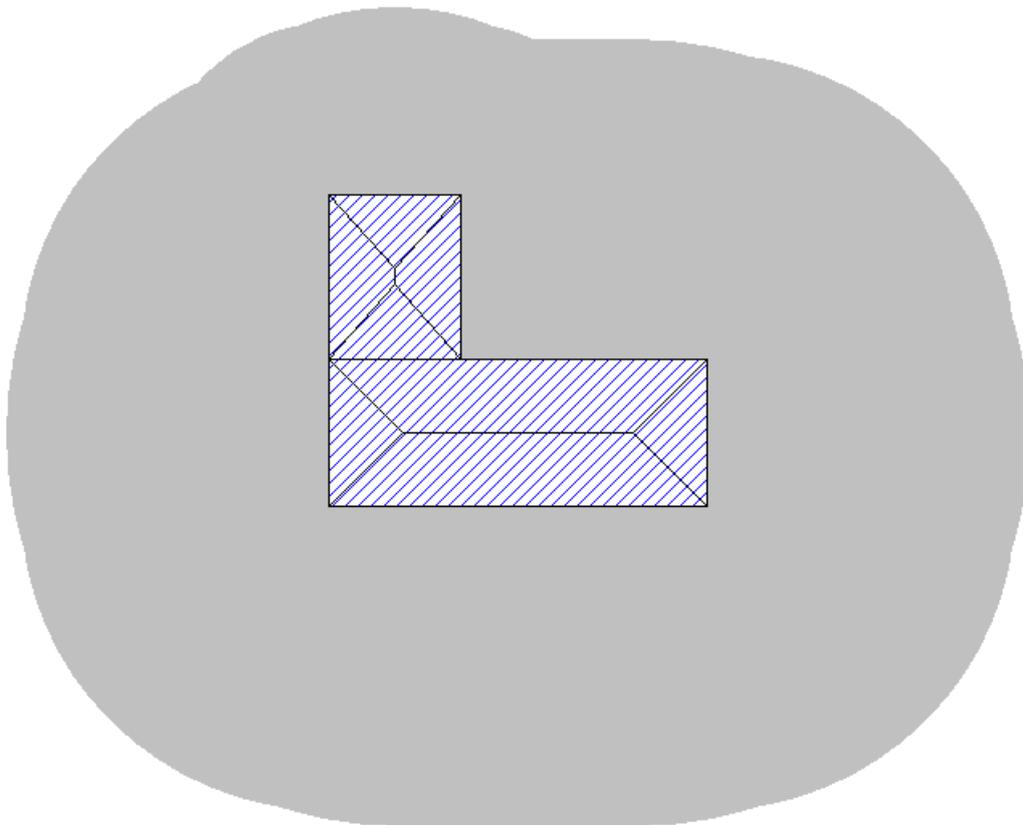
Z2: Esterna

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*.



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

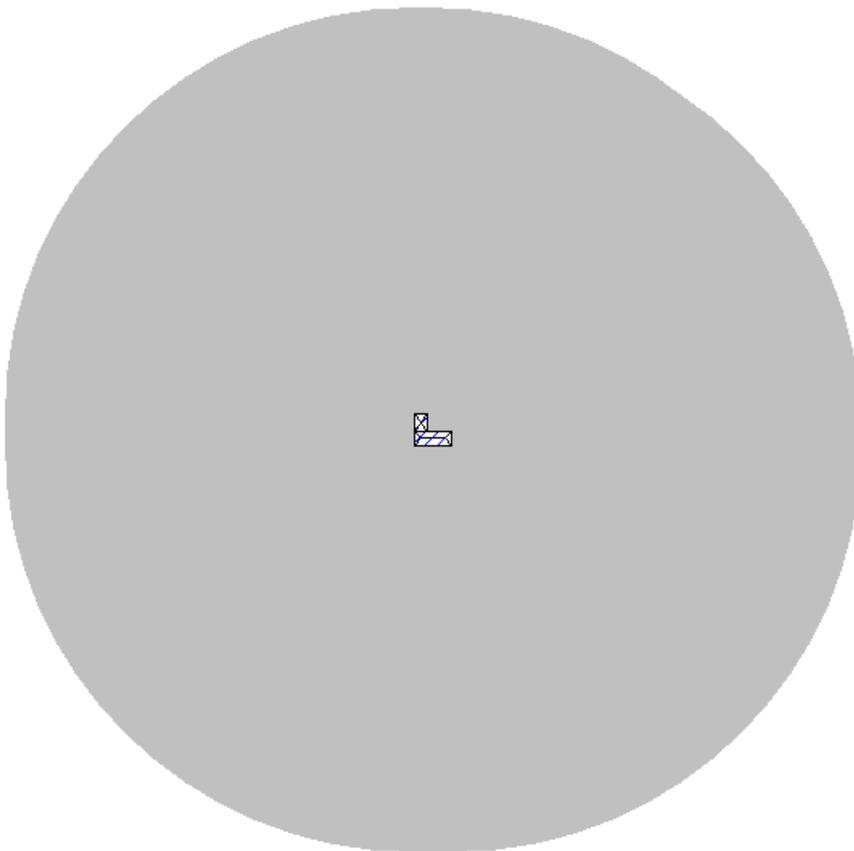
L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).



Area di raccolta AD (km²) = 2,57E-03



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 graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (*Allegato Grafico area di raccolta AM*).



Area di raccolta AM (km²) = 3,96E-01

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*.



VALUTAZIONE DEI RISCHI

Rischio R1: perdita di vite umane

Calcolo del rischio R1

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

Z1: Interna

RA: 1,85E-07

RB: 1,84E-08

RU(Power center): 0,00E+00

RV(Power center): 0,00E+00

RU(Telefonia): 1,44E-07

RV(Telefonia): 1,44E-08

Totale: 3,62E-07

Z2: Esterna

RA: 6,15E-08

Totale: 6,15E-08

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,24E-07

Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,24E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05





SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo $R1 = 4,24E-07$ è inferiore a quello tollerato $RT = 1E-05$, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

CONCLUSIONI

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

Data **08/05/2017**

Il tecnico



APPENDICI

APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno
Coefficiente di posizione: isolata ($CD = 1$)
Schermo esterno alla struttura: assente
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno km^2) $N_g = 7$

APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: Energia
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: energia - interrata con trasformatore MT/BT
Lunghezza (m) $L = 20$
Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
Coefficiente ambientale (CE): suburbano
Linea in tubo o canale metallico

Caratteristiche della linea: Segnale
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso
Tipo di linea: segnale - interrata
Lunghezza (m) $L = 200$
Resistività (ohm x m) $\rho = 400$
Coefficiente ambientale (CE): suburbano

APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Interna
Tipo di zona: interna
Tipo di pavimentazione: cemento ($r_t = 0,01$)
Rischio di incendio: ridotto ($r_f = 0,001$)
Pericoli particolari: medio rischio di panico ($h = 5$)
Protezioni antincendio: nessuna ($r_p = 1$)
Schermatura di zona: assente
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: Power center
Alimentato dalla linea Energia
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m^2) ($K_{s3} = 0,2$)
Tensione di tenuta: 1,5 kV
Sistema di SPD - livello: II ($PSPD = 0,02$)

Impianto interno: Telefonia
Alimentato dalla linea Segnale
Tipo di circuito: Cavo schermato o canale metallico ($K_{s3} = 0,0001$)
Tensione di tenuta: 1,5 kV
Sistema di SPD - livello: Assente ($PSPD = 1$)



Valori medi delle perdite per la zona: Interna

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 60

Numero totale di persone nella struttura: 60

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 900

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = LU = 1,03E-05$

Perdita per danno fisico (relativa a R1) $LB = LV = 1,03E-06$

Rischio 4

Valore dei muri (€): 1000000

Valore del contenuto (€): 1000000

Valore degli impianti interni inclusa l'attività (€): 1500000

Valore totale della struttura (€): 3500000

Perdita per avaria di impianti interni (relativa a R4) $LC = LM = LW = LZ = 4,29E-03$

Perdita per danno fisico (relativa a R4) $LB = LV = 5,00E-04$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Interna

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

Rischio 4: Rb Rc Rm Rv Rw Rz

Caratteristiche della zona: Esterna

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: erba ($rt = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: Esterna

Numero di persone nella zona: 60

Numero totale di persone nella struttura: 60

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 300

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) $LA = 3,42E-06$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Esterna

Rischio 1: Ra

APPENDICE - Frequenza di danno

Frequenza di danno tollerabile $FT = 0,1$

Non è stata considerata la perdita di animali

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

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

FS1: Frequenza di danno dovuta a fulmini sulla struttura

FS2: Frequenza di danno dovuta a fulmini vicino alla struttura

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

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



Zona

Z1: Interna

FS1: 1,80E-02

FS2: 4,93E-02

FS3: 1,40E-02

FS4: 7,00E-01

Totale: 7,81E-01

Z2: Esterna

FS1: 1,80E-02

FS2: 0,00E+00

FS3: 0,00E+00

FS4: 0,00E+00

Totale: 1,80E-02

APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 2,57E-03 km²

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 3,96E-01 km²

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 1,80E-02

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 2,77E+00

Linee elettriche

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

Energia

AL = 0,000800 km²

AI = 0,080000 km²

Segnale

AL = 0,008000 km²

AI = 0,800000 km²

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

Energia

NL = 0,000280

NI = 0,028000

Segnale

NL = 0,014000

NI = 1,400000



APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Interna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (Power center) = 1,00E+00

PC (Telefonia) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (Power center) = 1,78E-02

PM (Telefonia) = 4,44E-09

PM = 1,78E-02

PU (Power center) = 0,00E+00

PV (Power center) = 0,00E+00

PW (Power center) = 0,00E+00

PZ (Power center) = 0,00E+00

PU (Telefonia) = 1,00E+00

PV (Telefonia) = 1,00E+00

PW (Telefonia) = 1,00E+00

PZ (Telefonia) = 5,00E-01

Zona Z2: Esterna

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

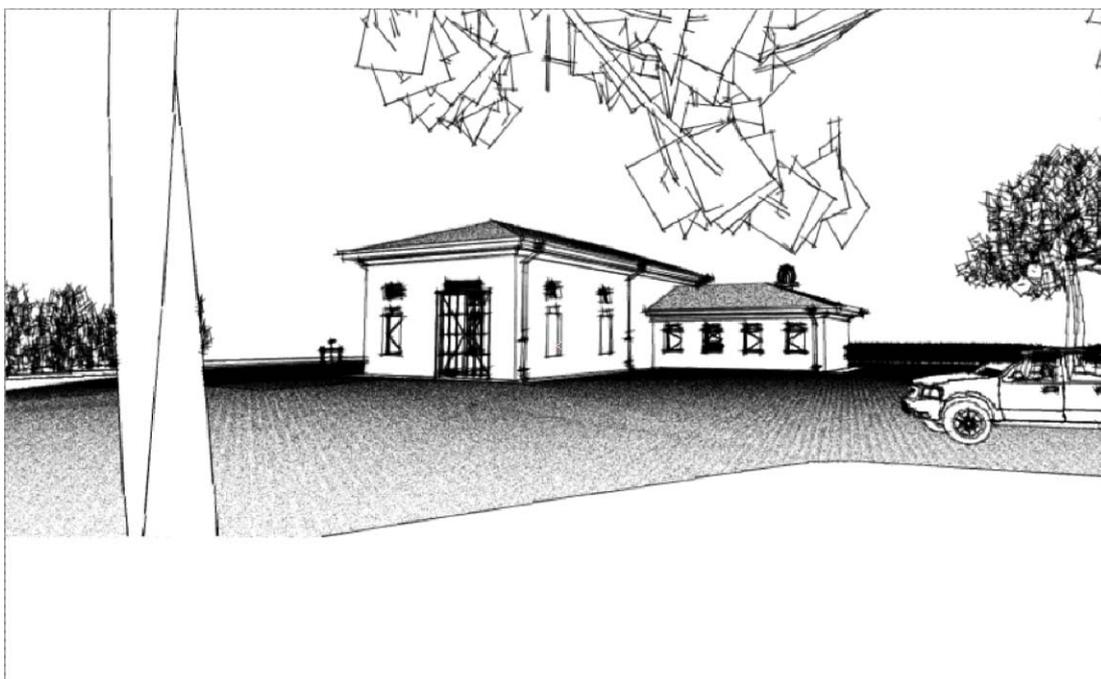
PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

COMUNE DI BASSANO DEL GRAPPA

PROVINCIA DI VICENZA

IMPIANTO PLUVIRRIGUO MEDOACO - TRASFORMAZIONE IRRIGUA SU 1.200 ETTARI
NEI COMUNI DI BASSANO DEL GRAPPA, ROSA' E CARTIGLIANO IN PROVINCIA DI VICENZA
- 1° LOTTO FUNZIONALE CENTRALE DI POMPAGGIO



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-382714 - fax 0424-392791
P.IVA 02765080243
e-mail: info@gencoitalia.net
http://www.gencoitalia.net



via Monte Pertica, 19
36061 Bassano del Grappa (Vi)
tel. 0424-33076 - fax 0424-390442
P.IVA 02386650242
e-mail: info@studionichele.com
http://www.studionichele.com

TAVOLA	PROGETTO ESECUTIVO					
CE07	Scala Nessuna	Data Maggio 2017	Pratica n° 1219			
	b) DPA					
COMMITTENTE	CONSORZIO DI BONIFICA "BRENTA" - Cittadella -					
PROGETTISTA						
	0	08/05/2017	Stesura originaria	LM	TN	TN
	Rev.	Data	Descrizione delle revisioni	Red.	Ver.	App.

Il presente documento non può essere riprodotto o copiato tutto o in parte senza l'autorizzazione di G.EN.CO s.r.l. / Legge 22.04.41 n. 633 art. 2575 3 segg. C.C.

Elaborazioni grafiche e consulenza tecnica: Studio Tecnico Nichele Per Ind Tullio, Bassano del Grappa (VI)

Nome File: I:\000 DA MAST_GROSSI CLIENTI\GIUNTA\32 STAZIONE POMPAGGIO CONSORZIO BRENTA 2017\03 ELETTRICO

INDICE

1. OGGETTO	3
1.1) PREMESSA.....	3
1.2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1.3) DEFINIZIONI	4
2. VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	7
2.1) CAMPI ELETTRICI	7
2.2) CAMPI MAGNETICI	7
2.2.1.) METODOLOGIA DI CALCOLO DPA PER LE CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT	7
2.2.2.) CALCOLO DELLA DPA PER IL LOCALE MT.....	8
3. CONCLUSIONI	9

1. OGGETTO

Oggetto della presente relazione è il locale Mt all'interno del quale sarà installato il trasformatore Mt/bt, con riferimento alla nuova stazione di pompaggio di San Lazzaro.

1.1) PREMESSA

Gli impianti oggetto della presente relazione, che sono impianti di nuova realizzazione, risultano a servizio della stazione di pompaggio di San Lazzaro.

Il DLgs 81/08 obbliga il datore di lavoro a valutare il rischio per i lavoratori, dovuto ai campi elettromagnetici (artt.17,28,181 del DM81/08).

Il Titolo VIII, Capo IV del DM81/08 "Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici", riporta le misure previste nella direttiva 2004/40/CE. Tale direttiva è stata sostituita dalla 2013/35/UE, la quale è stata recepita dal recente DLgs del 1° agosto 2016 n. 159.

Il DLgs 81/08, così come modificato dal DLgs 159/16, distingue i valori di azione (VA) e i valori limite di esposizione (VLE). I valori di azione rappresentano un livello di esposizione al superamento del quale il datore di lavoro deve intraprendere misure tecnico-organizzative e correttive volte a ridurre l'esposizione e attivare un regime di sorveglianza sanitaria, mentre i valori di esposizione sono quei valori che non devono essere superati in nessun caso.

Ad oggi, normativamente possiamo reperire valori di azione e le fasce di rispetto nella Legge n°36/01 e nel DPCM dell'08/07/2003. Tali norme sono applicabili alla realizzazione di nuovi elettrodotti o di nuovi edifici nelle vicinanze di elettrodotti; costruzioni la cui destinazione riguardi aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, abitativi a permanenza non inferiore alle 4 ore/giorno (luoghi salvaguardati).

Prudenzialmente, pur non essendo applicabili ai luoghi di lavoro, possiamo assumere i seguenti valori come riferimento per la presente relazione:

- EFFETTI A BREVE TERMINE - Valori di azione inferiore per il campo elettrico: 10000 V/m e per il campo magnetico: 1000 μ T, intesi come valori efficaci.
- EFFETTI A LUNGO TERMINE

Obiettivo di qualità

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di area e/o edifici con destinazioni salvaguardate (come sopra indicato), o viceversa, al fine di una progressiva minimizzazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, l'obiettivo è fissato a 3 μ T (inteso come media dei valori nell'arco di 24 ore).

Valore di attenzione

Si riferisce ad aree e/o edifici con destinazioni salvaguardate esistenti (come sopra indicato) in prossimità di elettrodotti esistenti, il valore d'attenzione è 10 μ T (inteso come media dei valori nell'arco di 24 ore).

Da quanto premesso, nella presente relazione si ribadirà, attraverso opportuni calcoli condotti con opportuno software di calcolo su una cabina analoga a quella oggetto di studio, l'estensione delle zone evidenzianti valori d'induzione magnetica che superano i 3 μ T (obiettivo di qualità).

Entro queste zone non dovranno essere perviste lavorazioni che comportino la presenza di addetti superiori a 4 ore al giorno.

1.2) NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Si riportano di seguito i principali riferimenti legislativi e Normativi sull'argomento:

- **DLgs 159/2016** – Esposizione ai campi elettromagnetici;
- **DLgs 81/2008** – Testo Unico in materia di sicurezza sui luoghi del Lavoro;
- **Legge N°186 del 1968** – Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
- **Legge N°791 del 18/10/1977** – Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 72/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione;
- **DM N°37 del 22/01/2008** – Norme per la sicurezza degli impianti;
- **DL 29/05/2008** – Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti (Supplemento ordinario N°160 alla Gazzetta Ufficiale 5 Luglio 2008 N°156);
- **CEI 106-11** – Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo;
- **CEI 106-12** – Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT;
- **DPCM 8 luglio 2003** – “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- **ENEL** – Linea Guida per l'applicazione del 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 - Distanza di prima approssimazione (D_{pa}) da linee e cabine elettriche.

1.3) DEFINIZIONI

L'art. 3 della legge n. 36/2001 riporta le definizioni delle grandezze di interesse per la caratterizzazione dell'esposizione a campi elettromagnetici:

a) esposizione: è la condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;

b) valori limite di esposizione (VLE): valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare gli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e l'elettrostimolazione dei tessuti;

c) valori di azione (VA): valori operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE o, eventualmente, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nella direttiva 2013/35/UE.

d) valore di attenzione: è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere, superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate per le finalità di cui all'articolo 1, comma 1, lettere b) e c).

Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

e) obiettivi di qualità sono:

a. i criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali secondo le competenze definite dall'articolo 8 della legge Quadro;

b. i valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni di cui all'articolo 4, comma 1, lettera a), ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi;

f) elettrodotti: è l'insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

g) esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici: è ogni tipo di esposizione dei lavoratori e delle lavoratrici che, per la loro specifica attività lavorativa, sono esposti a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;

h) esposizione della popolazione: è ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ad eccezione dell'esposizione di cui alla lettera f) e di quella intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici"

Gli articoli 3 e 4 del D.P.C.M. 8 luglio 2003 hanno successivamente definito i limiti di esposizione e valori di attenzione per elettrodotti esistenti (art.3) e obiettivi di qualità per nuovi elettrodotti (art.4).

i) limiti di azione inferiore e valori di attenzione: Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti, non deve essere superato il valore di azione inferiore di 1000 μ T per l'induzione magnetica e 10 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci.

A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), **nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi** adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

l) Obiettivi di qualità

Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio."

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, inoltre, con Decreto 29 Maggio 2008 è stata approvata la "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto, da attribuire ove sia applicabile l'obiettivo di qualità (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un **procedimento semplificato** che trasforma la fascia di rispetto in una distanza di prima approssimazione (D_{pa}).

Con riferimento all'allegato ("Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti") al D.M. appena richiamato, si riportano le seguenti definizioni di interesse ai fini della valutazione dell'impatto elettromagnetico dell'intervento.

m) Corrente: Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

n) Portata in corrente in servizio normale: Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento.

Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

o) Portata in regime permanente: Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

p) Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

q) Distanza di prima approssimazione (D_{pa}): Distanza, in **pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea** che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di D_{pa} , si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Con riferimento alle cabine è la distanza, espressa in metri, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

2. VALUTAZIONE PREVENTIVA DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

2.1) CAMPI ELETTRICI

Considerando che la grossa parte della stazione di pompaggio è alimentata in bassa tensione, che la massima tensione elettrica all'interno e all'esterno è di 20 kV e che i campi elettrici sono schermati dal suolo, dalle murature del fabbricato, dalle strutture metalliche, dalle guaine metalliche dei cavi a media tensione, ecc., **si può trascurare completamente la valutazione dei campi elettrici.**

Si ricorda che i campi elettrici sono generati dalla tensione elettrica.

In particolare, è stato più volte dimostrato da misure strumentali condotte in tutta Italia dal sistema agenziale ARPA sulle cabine Mt/bt della Distribuzione, che i campi elettrici all'esterno delle cabine a media tensione risultano essere abbondantemente inferiori ai limiti di legge.

2.2) CAMPI MAGNETICI

Per quanto concerne invece i campi magnetici è necessario identificare le possibili sorgenti emissive e le loro caratteristiche.

2.2.1.) METODOLOGIA DI CALCOLO DPA PER LE CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT

Il DM del 29/05/2008 prevede la possibilità di effettuare un calcolo semplificato, mediante la determinazione della distanza di prima approssimazione D_{pa} secondo la seguente formula:

$$D_{pa} = 0,40942 \times D^{0,5241} \times \sqrt{I}$$

in cui:

- D è il diametro dei cavi in uscita dal trasformatore, espressa in m;
- I è la corrente nominale secondaria del trasformatore, espressa in A.

Si noti inoltre che per le cabine con trasformatore di taglia superiore a 630 kVA, quale è quella del caso in esame, le indicazioni fornite dal DM del 29/05/2008 precisano che la relazione sopra utilizzata può essere applicata soltanto se il progettista lo ritenga idoneo.

Precisa altresì che il progettista deve essere in grado di dimostrare alle autorità di controllo la liceità di questa scelta.

In particolar modo, per le cabine in costruzione attraverso misure condotte su cabine analoghe oppure mediante altri dati in possesso del progettista che esegue il calcolo.

L'utente assume quindi che la fascia di rispetto abbia un'estensione pari alla distanza D_{pa} e comunica tale dato alle autorità di controllo, esauendo così i propri obblighi.

2.2.2.) CALCOLO DELLA DPA PER IL LOCALE MT

Il locale Mt sarà ubicato all'interno di un apposito locale nella nuova centrale di pompaggio. Il locale Mt di cui sopra contiene, oltre al quadro Mt derivato dal Punto di Connessione della cabina esistente, il trasformatore Mt/bt (20/0.4 kV), isolato in olio e di potenza pari a 1000 kVA, che verrà connesso ad un power center bt (collocato in altro locale vicino) con 4 cavi per fase FG16R16 0.6/1 kV da 240 mm².

Premesso che il locale Mt, non prevede la presenza di personale se non per il tempo strettamente necessario alle operazioni di ripristino e manutenzione, si presterà attenzione all'eventuale superamento dei livelli di azione inferiore ed all'estensione della zona con valori superiori all'obiettivo di qualità all'esterno del locale stesso, in particolare nella parte destinata ad attività produttiva.

Come detto sopra all'interno del locale Mt è presente un trasformatore da **1000 kVA** con tensioni nominali primaria e secondaria rispettivamente di 20 kV e 400 V.

Di seguito vengono presentate le valutazioni per la determinazione della "Distanza di prima approssimazione" (D_{pa}), nel caso di cabine di trasformazione Mt/bt afferenti all'impianto in oggetto.

La valutazione delle relative fasce di rispetto viene infatti condotta mediante il calcolo della cosiddetta D_{pa} secondo quanto stabilito in merito dal DM del 29/05/2008, a partire dalle caratteristiche delle cabine stesse.

Nel caso in oggetto, per il calcolo della D_{pa} risulta applicabile la formula di cui all'art. 5.2.1 del DM 29/05/2008, utilizzando i seguenti dati in ingresso:

- Corrente nominale (I) secondaria del trasformatore: 1443 A (trasformatore da 1000 kVA);
- Diametro dei cavi in uscita dal trasformatore (D): 0,2432 m (4 cavi FG16R16 posati a trifoglio e di sezione 240 mm²).

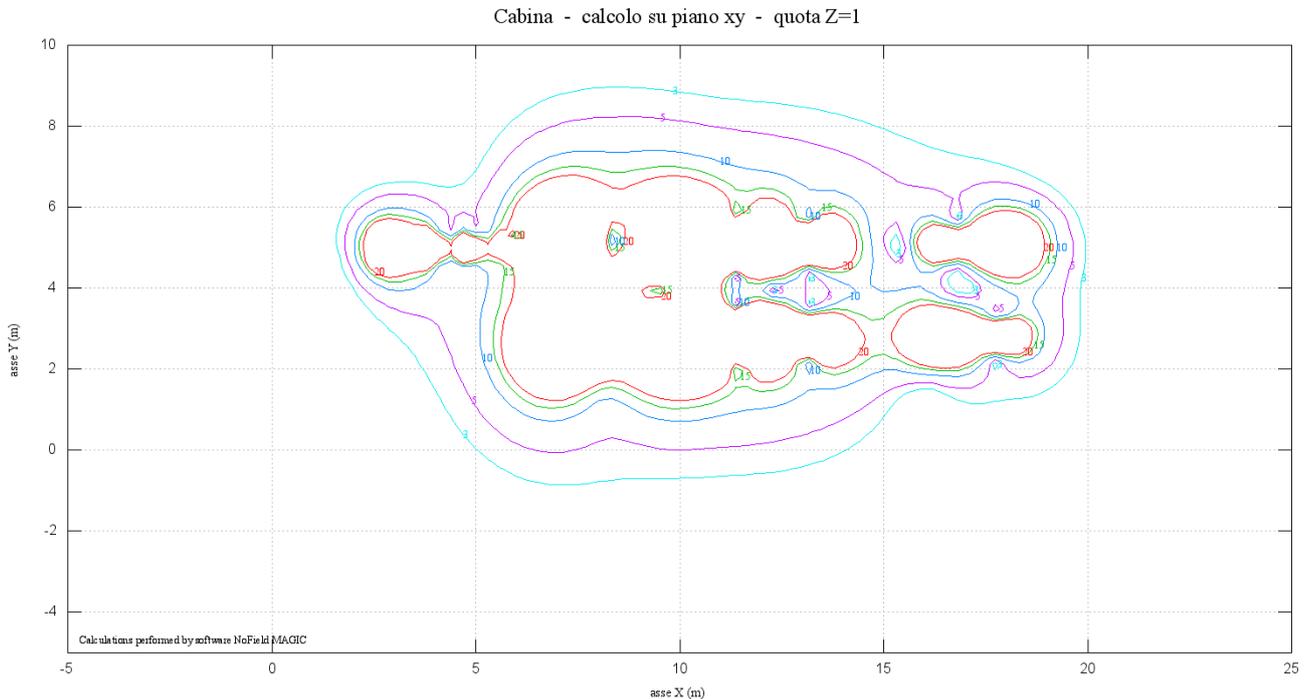
La formula in questione fornisce dunque il seguente risultato:

$$D_{pa} = 0,40942 \times D^{0,5241} \times \sqrt{I} = 0,40942 \times 0,2432^{0,5241} \times \sqrt{1443} \cong 7,414m$$

Secondo il citato DM, il risultato della formula deve essere approssimato al mezzo metro superiore, ne consegue che, per il caso in oggetto, si deve considerare $D_{pa} = 7,5$ m.

Nella fattispecie, questa fascia va ad interessare dei locali della centrale dove non sono presenti siti sensibili e dove non è comunque prevista la permanenza di persone per più di 4 ore (i locali attigui alla cabina sono un magazzino, il locale pompe ed il bagno).

I livelli di induzione magnetica relativi ad una cabina analoga a quella in esame con riferimento a trasformatori di taglia simile ad una quota Z di 1 m dal piano di calpestio sono i seguenti:



Le isolinee rosse si riferiscono al livello di attenzione di $10 \mu\text{T}$, quelle di verdi fanno riferimento ai $5 \mu\text{T}$, mentre quelle ciano rappresentano l'obiettivo di qualità (ovverosia i $3 \mu\text{T}$).

Dall'analisi delle isolinee di cui sopra è immediato constatare come l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ venga raggiunto a partire da distanze rispetto all'origine (coordinate: 10; 4) dell'ordine di al più una decina di metri, come tra l'altro è stato calcolato utilizzando la formula approssimata della D_{pa} .

3. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti applicando la formula di cui al paragrafo 2.2.1.) e confermati dai risultati riportati per una cabina di taglia analoga a quella in oggetto evidenziano che:

La zona interna al locale Mt può essere interessata da valori di induzione che superano i $10 \mu\text{T}$, in particolar modo nelle immediate vicinanze del trasformatore Mt/bt.

Nelle zone interessate dai valori di 3, $10 \mu\text{T}$ o comunque superiori (evidenziate nel calcolo) non sono comunque previste lavorazioni che comportino la permanenza di addetti e/o lavoratori per tempi superiori a 4 ore/giorno.

La valutazione delle fasce di rispetto, condotta con riferimento all'obiettivo di qualità e che si riporta a seguire, ha infatti evidenziato le seguenti aree all'interno delle quali il campo è potenzialmente superiore all'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$:

- Trasformatore Mt/bt da 1000 kVA: fascia di larghezza di 7,5 m posta intorno al locale Mt;

Ciò considerato si ritiene che il locale Mt con il relativo trasformatore NON costituisca fonte d'esposizione dei lavoratori a campi elettromagnetici con EFFETTI A BREVE E LUNGO TERMINE.