

**CALCOLO SEMPLIFICATO PER LA VALUTAZIONE DI CONFORMITÀ DI UNA
INSTALLAZIONE DI ANTENNA RISPETTO ALLE NORMATIVE VIGENTI IN MATERIA DI
PREVENZIONE E PROTEZIONE DA FULMINAZIONE DIRETTA**

A cura di IK4PKK

PREMESSA

Avendo intenzione di installare quanto prima la mia nuova stazione radio al quinto piano del condominio in cui abito, e volendo d'altro canto prevenire ogni possibile obiezione da parte dei condomini in relazione alla sicurezza (temuto aumento del rischio di fulminazione diretta conseguente alla installazione delle antenne e del relativo traliccio di sostegno) mi sono trovato nella necessità di documentarmi in modo sufficientemente completo da poter "convincere" in primo luogo me stesso e poi l'amministratore di condominio ed i condomini, numeri e dati alla mano, che la suddetta installazione verrà eseguita nel pieno rispetto delle norme vigenti in materia di prevenzione dei fulmini, rimanendo di gran lunga al di sotto del valore massimo previsto per legge per la frequenza annua di fulminazione diretta al suolo. In questo articolo riporto le formule di calcolo ed un esempio numerico pratico di calcolo, eseguito in conformità alle normative vigenti.

Tale calcolo è valido per la previsione della sola fulminazione diretta, e per un normale condominio con caratteristiche "standard" di uso esclusivo per civile abitazione.

Non viene qui presa in considerazione la previsione di fulminazione indiretta, che richiede di valutare molte più variabili e necessita di calcoli assai più complessi.

La complessità dell'argomento, la molteplicità di riferimenti normativi e le formule di calcolo non ci debbono spaventare più di tanto : alla fin fine, il calcolo pratico sufficiente per noi Radioamatori è molto più semplice di quanto possa sembrare a prima vista.

Ringrazio qui Vittorio IK4CIE per avermi fornito le indicazioni bibliografiche e normative fondamentali che stanno alla base di questo piccolo lavoro, dalle quali ho cercato di riassumere ed estrarre le informazioni fondamentali che possono essere utili anche ad altri OM.

Riferimenti normativi : Leggi 46/90 e 447/91;
Nota del Dicastero della industria del 7/5/94;
Norma CEI 81-1 (e relativa appendice G), Norma CEI 81-3
Tabelle pertinenti, contenute nelle suddette Norme CEI

DISCLAIM : Questo articolo descrive e rappresenta unicamente ciò che l'autore ha soggettivamente desunto, compreso e personalmente interpretato dalle normative vigenti in materia.

Esso non ha la pretesa di fornire indicazioni definitive che posano essere assunte come riferimento assoluto per decisioni da prendere nell'ambito di casi concreti, la cui responsabilità resta in carico al Radioamatore che intraprenda, di sua personale iniziativa, una installazione di antenna sul tetto del proprio condominio.

L'articolo non fornisce inoltre indicazioni in merito ai vincoli di carattere ambientale ed urbanistico, che debbono essere comunque rispettati a norma di legge e che ricadono sotto la giurisdizione di un differente corpo normativo

FORMULAZIONE DEL PROBLEMA

Il Dicastero della industria, con la sua nota del 7/5/94, ha stabilito che l'attività radioamatoriale può considerarsi esente da quanto previsto dalle leggi 46/90 e 447/91 (e da tutto quanto ne consegue per quanto riguarda i relativi obblighi fra cui la messa a terra della struttura, ecc, NdR) a patto che venga garantita l'applicazione della norma CEI-81/1, che regola la protezione di edifici e strutture contro i fulmini. A tale proposito è stato anche stabilito che la messa a terra delle antenne è obbligatoria soltanto quando lo stabile che la ospita necessita di protezione contro le scariche atmosferiche. Da un punto di vista pratico il nostro problema, come Radioamatori, si riconduce pertanto a stabilire se l'edificio in questione debba o non debba essere protetto ai sensi della Norma CEI-81/1 che regola la materia, e che introduce fra l'altro l'importante e ragionevole concetto di rischio accettabile, in funzione della località geografica in cui la stazione è installata. La procedura di seguito descritta ed i relativi calcoli hanno appunto lo scopo di stabilire se l'installazione dell'antenna porti o meno a sfiorare il valore massimo ammesso per la frequenza di fulminazione diretta al suolo consentito per legge, rispetto al valore che la struttura (edificio) senza antenna di per se già ha.

Per le valutazioni di interesse pratico per il Radioamatore, e per il caso tipico di una installazione di antenna sul tetto di un normale edificio adibito a civile abitazione, la legge consente di utilizzare la procedura semplificata di calcolo di seguito descritta.

In casi particolari, in relazione soprattutto al tipo di attività svolte o ai materiali contenuti nell'edificio, tale procedura semplificata non è ammessa e bisogna ricorrere alla procedura completa, assai più complessa ma per contro molto più accurata e precisa.

Per intenderci : quanto esposto in questo articolo vale per un normale condominio ma non vale, certamente, se abitate in uno stabile con un benzinaio di fianco, un armaiolo al pianterreno o una distilleria di grappa nello scantinato...

Ovviamente, nei casi dubbi è doveroso e prudente chiedere consiglio a specialisti esperti nella valutazione del rischio.

DESCRIZIONE DELLA PROCEDURA SEMPLIFICATA DI CALCOLO

La procedura, di seguito descritta, è schematizzata graficamente nel diagramma di flusso allegato.

Essa è fondamentalmente semplice e, a parte i calcoli intermedi per la determinazione dei parametri necessari al calcolo finale, consta di soli quattro passaggi :

- A) Calcolo di **Nd** (denominato "frequenza assoluta prevista per la fulminazione diretta al suolo" ed espresso in numero di fulmini / anno) associato alla propria struttura (edificio) **senza antenna**;
- B) Calcolo di **N'd** (stesso parametro di cui sopra) associato alla propria struttura (edificio) **con antenna**;
- C) Confronto fra i valori di **Nd** ed **N'd** calcolati con **Na**, denominato "frequenza massima accettabile per la fulminazione diretta al suolo", dato tabulato nella Norma CEI 81-1 in tabella G2 di cui si riporta uno stralcio relativo ai soli comuni della provincia di Parma;

Va osservato che risulta sempre $N'd > Nd$, ossia la installazione dell'antenna aumenta *sempre*, di poco o di tanto, la frequenza assoluta prevista per la fulminazione diretta al suolo.

Si tratta di accertare se l'aggiunta dell'antenna alla struttura comporti, o meno, il superamento del valore massimo Na tollerato.

Si ha infatti il seguente :

D) Criterio di valutazione :

- Se $Nd > Na$, già la struttura senza antenna NON può considerarsi autoprotetta dal rischio di fulminazione diretta, ed a maggior ragione NON lo sarà dopo installazione dell'antenna stessa. Si dovranno dunque attuare le idonee misure di protezione previste per legge a protezione dell'edificio (fra cui la messa a terra della struttura metallica di sostegno all'antenna : più facile a dirsi che a farsi, IH ...). In questo caso, però, il problema è dell'intero condominio (ed *anche, ma non solo*, del Radioamatore se vi abita, e soltanto in qualità di inquilino e non come OM...), unicamente in relazione al rischio di fulminazione ed indipendentemente dal fatto che la sua antenna venga installata o meno : se già senza antenna la struttura non risponde ai requisiti di legge in materia di sicurezza contro i fulmini, a maggior ragione non sarà conforme ad esse dopo l'installazione dell'antenna.
- Se $Nd \leq Na$, ma $N'd > Na$, si ricade nel caso precedente, ma in questa situazione l'onere di provvedere alla messa a norma della struttura è unicamente del Radioamatore, poiché è proprio l'installazione della sua antenna a portare la struttura fuori norma, struttura che risulterebbe autoprotetta senza l'installazione dell'antenna medesima.
- Se infine $N'd \leq Na$ (e quindi, a maggior ragione, $Nd \leq Na$) la struttura, con o senza antenna, viene considerata per legge già "autoprotetta" dal rischio di fulminazione diretta : l'aggiunta dell'antenna non comporta il superamento della frequenza massima di fulminazione al suolo tollerata, e **NON SUSSISTE L'OBLIGO DI ATTUARE ALCUNA MISURA SUPPLEMENTARE DI SICUREZZA**, in particolare, la messa a terra del sostegno di antenna. Ovviamente il condominio può, se lo desidera a tutela della propria maggior sicurezza ed al di là degli obblighi di legge, provvedere comunque in tal senso, ma questo NON è un problema dell'OM, bensì una questione da decidere a livello di condominio, come qualunque altra iniziativa o spesa che riguardi il condominio stesso.

ESECUZIONE DEI CALCOLI

Per coloro che non volessero addentrarsi nei dettagli delle formule e desiderassero andare direttamente al sodo, la procedura di calcolo di seguito descritta può essere eseguita direttamente mediante l'utilizzo del foglio di calcolo Excel allegato, inserendo nel riquadro in giallo chiaro (celle D6 – D12) i valori di L, W, H, Nt, C ed h ed in cella D27 il valore di Na. Per la determinazione di Na, vedasi punto C) di seguito.

A) CALCOLO di Nd (SENZA antenna)

Nd viene calcolato per mezzo della seguente formula :

$$N_d = N_t \cdot C \cdot A \cdot 10^{-6} \quad [1]$$

Vediamo dunque come si deve procedere per determinare i valori dei diversi “ingredienti” della formula, ovvero i parametri **Nt**, **C** ed **A**.

1) Determinazione di **Nt**

Nt viene denominato “densità di fulminazione diretta a terra”, ed è espresso in numero di fulmini / Km² / anno. Esso dipende dalla ubicazione geografica : è più basso nelle zone montuose, mentre è più alto per le zone in prossimità di laghi o grandi corsi d’acqua : ad esempio nella provincia di Parma, **Nt** è più elevato alla “bassa” (con **Nt**=4,0) che non in montagna (con **Nt** = 1,5), negli altri comuni in pianura, inclusa Parma città, si ha **Nt**=2,5.

Consultando la tabella seguente, tratta da Norma CEI 81-3 pagg. 35 e 36 per i comuni della provincia di Parma , si individua il valore di **Nt** corrispondente al comune in cui è situata la vostra stazione. **Nt** è stato determinato su base storica, attraverso il censimento del numero di fulmini registrato in ogni comune rapportato all’area coperta dal comune stesso.

Legenda :

Verde : basso rischio (**Nt** = 1,5 fulmini / Km² / Anno) : Comuni di montagna

Rosso : alto rischio (**Nt** = 4,0 fulmini / Km² / Anno) : Comuni della “Bassa”

Giallo chiaro : rischio intermedio (**Nt** = 2,5 fulmini / Km² / Anno), per tutti gli altri Comuni

VALORI DI Nt PER I COMUNI DELLA PROVINCIA DI PARMA	
Stralcio dalla Tabella in Norma CEI 81-3, pagg. 35 e 36	
COMUNE	Nt n. di fulmini / Km ² / Anno
ALBARETO	2.5
BARDI	2.5
BEDONIA	2.5
BERCETO	1.5
BORE	2.5
BORGIO VAL DI TARO	1.5
BUSSETO	4.0
CALESTANO	2.5
COLLECCHIO	2.5
COLORNO	2.5
COMPIANO	2.5
CORNIGLIO	1.5
FELINO	2.5
FIDENZA	2.5
FONTANELLATO	2.5
FONTEVIVO	2.5

FORNOVO TARO	2.5
LANGHIRANO	2.5
LEGNANO BAGNI	2.5
MEDESANO	2.5
MEZZANI	2.5
MONCHIO DELLE CORTI	1.5
MONTECHIARUGOLO	2.5
NEVIANO ARDUINI	2.5
NOCETO	2.5
PALANZANO	1.5
PARMA	2.5
PELLEGRINO PARMENSE	2.5
POLESINE PARMENSE	4.0
ROCCABIANCA	2.5
SALA BAGANZA	2.5
SALSOMAGGIORE	2.5
SAN SECONDO	2.5
SISSA	2.5
SOLIGNANO	2.5
SORAGNA	2.5
SORBOLO	2.5
TERENZO	2.5
TIZZANO VAL PARMA	1.5
TORNOLO	2.5
TORRILE	2.5
TRAVERSETOLO	2.5
TRECASALI	2.5
VALMOZZOLA	1.5
VARANO MELEGARI	2.5
VARSÌ	2.5
ZIBELLO	4.0

2) Determinazione di **C** (denominato coefficiente ambientale), numero adimensionale.
 Identificare la disposizione relativa della propria struttura (=edificio) in base alla tabella seguente, tratta dalla Tab. G1 della Norma CEI 81-1 e scegliere il valore corrispondente per il coefficiente ambientale **C** :

Tab. G1 da Norma CEI 81-1	
DISPOSIZIONE RELATIVA DELLA STRUTTURA	C
Struttura situata in area con presenza prevalente di strutture di altezza uguale o maggiore	0.25
Struttura situata in area con presenza prevalente di strutture più basse	0.50
Struttura isolata : non esistono altre strutture od oggetti entro una distanza 3H dalla struttura	1.00
Struttura isolata sulla cima di una collina o di una montagna	2.00

Nel mio caso, un condominio di 5 piani in Via Casa Bianca con altri due condomini identici, uno prima e uno dopo sulla stessa strada, e diversi altri edifici della stessa altezza in tutte le direzioni entro un raggio pari a 3 volte l'altezza del mio palazzo, si ha $C = 0,25$.

3) Calcolo di **A**

A viene definita "Area di raccolta alla fulminazione diretta della struttura isolata", si esprime in m² e viene calcolata mediante la seguente formula :

$$A = LW + 6H(L + W) + 9\pi H^2 \quad [2]$$

In cui :

L : Lunghezza in pianta dell'edificio (in m);

W : Larghezza in pianta dell'edificio (in m);

H : Altezza dell'edificio, al colmo del tetto e senza considerare l'antenna, in m;

A questo punto, utilizzando la formula [1], è possibile calcolare **Nd**.

B) CALCOLO DI **N'd** (CON antenna) :

Il calcolo è identico al precedente, ma viene effettuato considerando come altezza totale **H'** dell'edificio la sua altezza naturale **H** più la sporgenza **h** dal tetto dell'intera struttura d'antenna in metri (fino alla sua sommità massima).

Qui viene implicitamente introdotta una ipotesi notevolmente semplificativa, per quanto prevista dalla Norma, e cioè che l'antenna influenzi il valore di Nd unicamente aumentando l'altezza virtuale dell'edificio e quindi la sua area virtuale di cattura ai fulmini, indipendentemente dalle sue caratteristiche dimensionali orizzontali e dalla sua morfologia, ad es. in relazione al potere delle punte.

In questo contesto, quindi, a parità di altezza totale, una monobanda 3 elementi Yagi per i 40 metri (mediamente, un gigante rispetto al tetto) è equivalente, ad esempio, ad una verticalina o ad un semplice dipolo sostenuto da un paletto.

Tornando a noi si ha quindi **H' = H + h**

A parità di Nt e di C abbiamo dunque :

$$N'd = Nt \cdot C \cdot A' \cdot 10^{-6} \quad [3]$$

Cambia soltanto la formula di **A'**, che diventa :

$$A' = LW + 6(H + h)(L + W) + 9\pi(H + h)^2 \quad [4]$$

C) Determinazione del valore di **Na**

Utilizzando la classificazione riportata in appendice G2 della norma CEI 81-1 (che non riporto qui per brevità e perché non indispensabile, oltre che con riproduzione vietata per legge Hl...) occorre identificare la tipologia / caratteristica del proprio edificio. Agli effetti pratici, per noi Radioamatori è sufficiente sapere che, nel caso di un normale stabile adibito esclusivamente a civile abitazione, si può assumere come riferimento

idoneo la classe B (= “edifici adibiti ad uso civile”), corrispondente alla seconda riga della tabella G2 riportata di seguito.

Sempre per un comune edificio adibito unicamente a civile abitazione, quindi senza attività o stoccaggio al suo interno di materiali aventi uno specifico rischio di incendio od esplosione, si può assumere come rischio di incendio il “rischio ordinario”, corrispondente alla colonna centrale in Tab. G2 seguente.

In corrispondenza della classe B e di un rischio di incendio ordinario, la tabella fornisce un valore di **Na=0,050** fulmini / anno :

Tabella G2 da Norma CEI 81-1 :

TIPO DI STRUTTURA	Na (n. di fulmini / Anno)		
	Rischio di incendio		
	Ridotto	Ordinario	Elevato
A	0.05	0.005	0.0005
B	0.50	0.050	0.0050
C	1.00	0.100	0.0100
D	5.00	0.500	0.0500

A questo punto disponiamo di tutti gli elementi per poter applicare il criterio di valutazione descritto al punto D) e decidere se, per effetto della nostra installazione d'antenna, l'OM debba farsi carico o meno delle ulteriori installazioni e modifiche di sicurezza previste per legge in caso di superamento della soglia massima consentita Na, frequenza massima di fulminazione diretta al suolo.

Nota :

Per legge, le Norme CEI non sono riproducibili in alcuna forma dai documenti ufficiali, per cui non mi è possibile riportarli qui in fotocopia o in forma scannerizzata.

Gli allegati riportati sono una libera trascrizione parziale dei dati contenuti nella Norma stessa e relative tabelle, sufficienti per l'esecuzione del calcolo nel caso di un normale stabile adibito unicamente a civile abitazione ed ubicato in provincia di Parma.

Poiché le Norme CEI sono disponibili al mio QRL, sono a disposizione per fornire qualunque informazione di dettaglio non contenuta nel presente articolo, nel caso fossero di interesse.

ESEMPIO PRATICO DI CALCOLO

Nel caso del mio condominio, in Parma città, ho considerato ;

$$N_t = 2,5 \text{ fulmini / Km}^2 \text{ / anno}$$

$$L = 20 \text{ m}$$

$$W = 18 \text{ m}$$

$$H = 25 \text{ m}$$

$$C = 0,25 \text{ (adimensionale)}$$

$$h = 8 \text{ m}$$

$$N_a = 0,050 \text{ fulmini / anno}$$

E quindi ;

$$\begin{aligned} A &= LW + 6H(L + W) + 9\pi H^2 = (20)(18) + (6)(25)(20 + 18) + (9)(3,1415)(25)^2 = \\ &= 360 + 5700 + 17670,9 = \mathbf{23730,9 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$\text{e di conseguenza : } N_d = N_t \cdot C \cdot A \cdot 10^{-6} = (2,5)(0,25)(23730,9) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,014832} \text{ fulmini / anno.}$$

Essendo $0,014832 \ll 0,05$ si ha $N_d \ll N_a$, quindi l'edificio senza antenna risulta largamente autoprotetta : addirittura, N_d è solo il 29,7 % di N_a .

Considerando ora la struttura con antenna, abbiamo :

$$\begin{aligned} A' &= LW + 6(H + h)(L + W) + 9\pi(H + h)^2 = (20)(18) + (6)(25 + 8)(20 + 18) + \\ &+ (9)(3,1415)(25 + 8)^2 = 360 + (6)(33)(38) + (9)(3,1415)(33)^2 = 360 + 7524 + 30789,8 = \\ &\mathbf{38673,8 \text{ m}^2} \end{aligned}$$

$$\text{E quindi : } N'd = N_t \cdot C \cdot A' \cdot 10^{-6} = (2,5)(0,25)(38673,8) \cdot 10^{-6} = \mathbf{0,024171} \text{ fulmini / anno}$$

Anche con l'installazione dell'antenna quindi, essendo $0,024171 \ll 0,05$, si ha $N'd \ll N_a$, e la struttura edificio + antenna risulta ancora largamente autoprotetta : $N'd$ è solo il 48,3 % di N_a , ovvero meno della metà del valore massimo consentito per legge.

