

CONTENUTO



- 5 Introduzione
- 6 **COME SI FORMA E SI COMPORTA UN FULMINE**
 - 6 La formazione di una scarica
 - 8 Come si comporta un fulmine
- 10 **LE NORME TECNICHE ESISTENTI IN MATERIA**
- 14 **IL SISTEMA DI PROTEZIONE DAI FULMINI**
 - 14 Il captatore
 - 15 Il conduttore di discesa
 - 17 Il dispersore
- 18 **IL VOLUME DI PROTEZIONE**
- 20 **LE CARATTERISTICHE DELLA CORRENTE DI FULMINE**
- 24 **LE SCELTE POSSIBILI**
 - 26 Sperare di non essere colpiti
 - 27 Far scaricare il fulmine in mare:
- 28 **LA REALIZZAZIONE DEL SISTEMA PARAFULMINI**
 - 28 Il captatore
 - 29 Il conduttore di discesa
 - 30 Il dispersore
 - 33 Verifica del volume di protezione
- 36 **STRALLO, STRALLETTI, SARTIE E PATERAZZO**
- 38 **L'INDUZIONE ELETTROMAGNETICA**
- 43 **LE MASSE METALLICHE DELLA BARCA E IL LORO COLLEGAMENTO**
 - 43 Le masse metalliche esterne
 - 43 Le masse metalliche interne
 - 43 Le masse metalliche sommerse
 - 43 Il collegamento delle masse metalliche
- 48 **CONSIDERAZIONI FINALI**
 - 48 Prima considerazione
 - 49 Seconda considerazione
 - 51 Terza considerazione
 - 51 Due esperienze significative
 - 53 Per ultime, ma non ultime, le persone
- 55 Bibliografia

Introduzione

Con questo piccolo manuale ho voluto affrontare un problema che interessa sia i “velisti vacanzieri” che i “grandi navigatori”, ma sul quale non ho ancora trovato risposte univoche e certezze assolute.

I fulmini e la barca; che fare?

Cercare di evitarli o farli scaricare in mare?

Per cercare di farmi una “cultura specifica sul tema”, stante la mia diversa formazione tecnica e lavorativa (ingegnere civile che ha poi operato principalmente nel settore ambientale), ho seguito tutti i “forum” che ho trovato sul tema, ho letto le opinioni degli esperti italiani ed esteri, ho cercato in Internet la normativa tecnica italiana, europea e internazionale, ed infine mi sono confrontato con tutti gli amici, sia semplici vacanzieri che navigatori importanti.

La risposta forse più sincera, ma disarmante, l’ho ricevuta da Vittorio Malingri che alla mail con le mie riflessioni ha risposto: *“Vedi tu; comunque rincuorati perché ci stiamo chiedendo ancora tutti come fare e tutti quelli che propongono delle soluzioni sono sempre smentiti dai fatti; qualsiasi cosa facciano succede sempre qualcosa di imprevedibile”*.

Allora ho cercato di ragionare, iniziando dal capire cos’è un fulmine, come si forma e come si comporta.

Successivamente, sono andato a cercare quanto viene indicato sull’argomento dagli organismi competenti, nazionali e internazionali, e quanto viene prescritto dalle norme tecniche esistenti in materia.

Il risultato finale è questo breve manuale teorico-pratico per la realizzazione del quale ringrazio tutti coloro che mi hanno in qualche modo aiutato (amici, colleghi e addetti al settore), con un particolare grazie a IanSolo per i preziosi consigli e a Tiziano Degl’Innocenti per le elaborazioni grafiche in Autocad.



COME SI FORMA E SI COMPORTA UN FULMINE

Cerchiamo di capire, anzitutto, come nasce un fulmine.

LA FORMAZIONE DELLA SCARICA

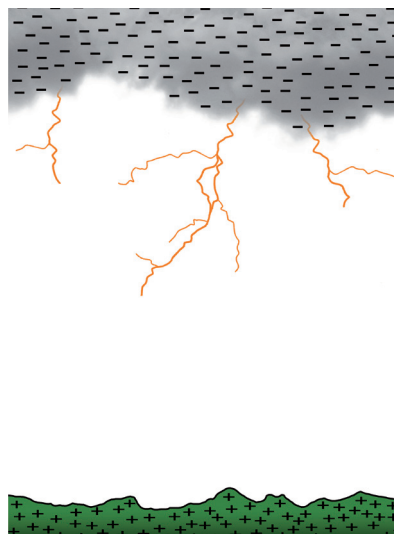
All'interno di una nuvola temporalesca le particelle che risalgono e quelle che discendono si urtano in continuazione. In questo movimento, le particelle più grandi strappano alle particelle più piccole una quantità variabile di elettroni. Si crea così all'interno della nuvola una differenza di potenziale, per cui in generale le particelle con carica positiva risalgono la nuvola, quelle negative la discendono.

La presenza di cariche negative nella parte inferiore della nuvola induce cariche positive sul terreno sottostante, creando fra la nuvola e il terreno un campo elettrico e una differenza di potenziale, che sono la causa della formazione della scarica elettrica.

Quando la differenza di potenziale è sufficientemente elevata, dalla regione della nuvola in cui vi è la maggior concentrazione di cariche negative, partono una o più scariche con percorsi tortuosi e ramificati; questi rami sono detti scariche pilota (o scariche leader).

La loro propagazione avviene dall'alto verso il basso, a scatti, con intervalli di microsecondi ed è una fase silenziosa e debolmente luminosa.

Quando le scariche pilota si avvicinano al terreno, sul quale nel frattempo si sono indotte forti concentrazioni di cariche positive, dal punto del terreno con concentrazione di carica



Scariche leader.



più elevata parte una analoga scarica positiva verso l'alto.

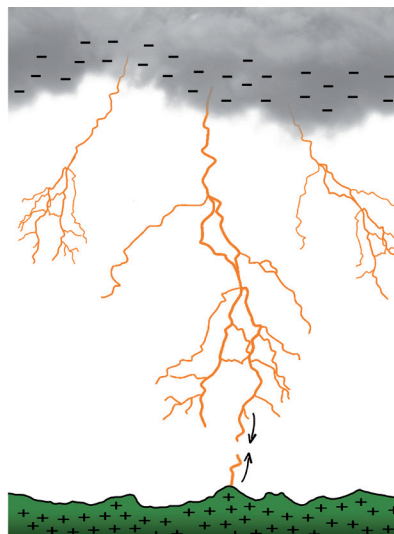
A questo punto si genera la scarica vera e propria, detta "scarica di ritorno": un intensissimo flusso di cariche positive, che dal terreno raggiunge la nuvola lungo il percorso precedentemente preparato dalle scariche pilota.

È questa la fase durante la quale si generano il lampo e il tuono, che sono la manifestazione ottica ed acustica della enorme quantità di energia che si sprigiona.

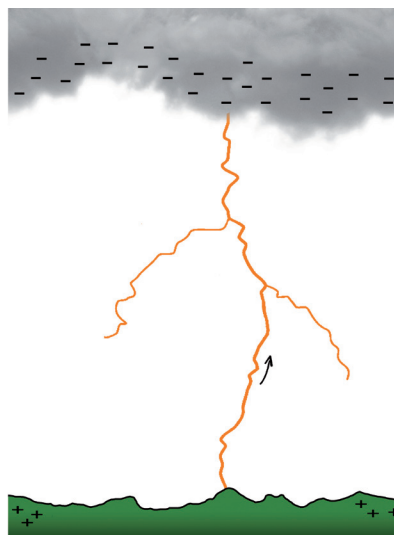
Va ricordato che, sebbene le cariche negative procedano verso il suolo con diverse ramificazioni, solo una di queste incontra le cariche positive che partono dal terreno, dando luogo alla scarica di ritorno.

Due considerazioni finali:

- La prima: nella pagina precedente è stata descritta la formazione di un "fulmine discendente negativo", ma i fulmini possono essere sia ascendenti che discendenti ed avere polarità sia negativa che positiva.
- La seconda: meno dell'1% dei fulmini sono ascendenti (si sviluppano cioè dalla terra verso il cielo) e per quanto riguarda la polarità il 90% dei fulmini sono negativi contro un 10% di fulmini positivi.



Incontro fra le scariche (da qualche centinaio a poche decine di metri dal suolo).



Scarica di ritorno: il fulmine vero e proprio.



In conclusione, “i fulmini discendenti negativi” rappresentano statisticamente una percentuale dell’89-90% del totale dei fulmini.

COME SI COMPORTA IL FULMINE

Quello che si evidenzia dall’analisi di come si forma un fulmine, ci fa capire anzitutto che la scarica fra le nuvole e il suolo, positiva o negativa che sia, parte quasi sempre dal basso (99%) e questo è un fatto di una certa rilevanza.

Tutti infatti sappiamo che un elemento verticale, che si innalza dalla superficie del terreno, rappresenta un “facilitatore della scarica di ritorno” per almeno due motivi:

- Il primo è dovuto al fatto che la distanza da terra alla quale si incontrano le cariche che salgono e quelle che scendono, la si deve considerare dal punto più alto rispetto al suolo.

La scarica di ritorno partirà pertanto più facilmente dalla sommità di un elemento verticale, che non da quelli circostanti posti a quota più bassa. È infatti assodato come i fulmini colpiscono più facilmente un albero, un campanile o un traliccio che non le costruzioni più basse che li circondano.

- Il secondo è dovuto alle cariche elettriche che, richiamate dalla carica opposta della nuvola, tendono a “concentrarsi” sulla sommità di un elemento verticale qualsiasi, in qualche modo puntiforme rispetto al terreno circostante.

Ciò deve la sua origine all’effetto corona, un fenomeno per cui attorno ai corpi appuntiti situati a terra al di sotto della nube si accumulano più facilmente delle cariche elettriche, positive o negative.

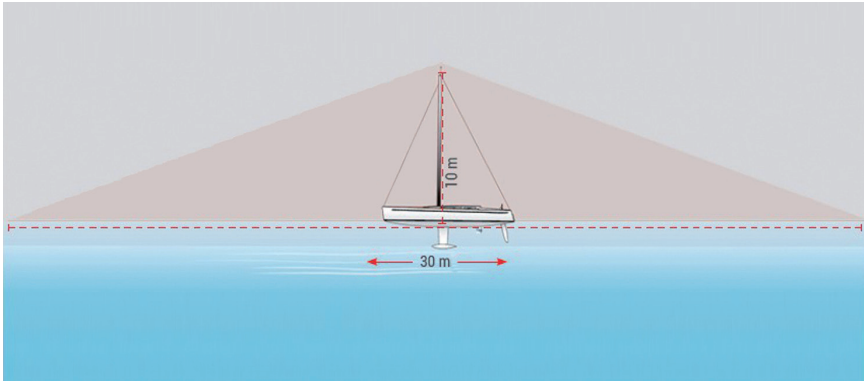
Su questo argomento ritorneremo poi più avanti, parlando di alcuni accorgimenti normalmente indicati come sistemi di protezione dal fulmine.

Occorre poi ricordare anche un altro parametro che si chiama “superficie di cattura”, che è stato sperimentalmente riscontrato per gli elementi che si innalzano dal livello del suolo e quindi, a maggior ragione, è applicabile all’albero di una barca in mezzo al mare.

Come qualsiasi oggetto appuntito su una superficie piana, l’albero di una barca determina una superficie al cui interno vi sono maggiori probabilità che la scarica si diriga verso il punto conduttore più elevato; questa maggior probabilità si manifesta tuttavia in uno spazio delimitato, chiamato “superficie di cattura”.



Per un albero di dieci metri di altezza la superficie di cattura è un cerchio con un raggio pari a tre volte l'altezza dell'albero (30m), come illustrato nella immagine sottostante.



Superficie di cattura. © SVN Solovelanet

Per quanto visto sulla formazione del fulmine si può quindi affermare che se una “scarica leader” si avvicina all’interno della superficie di cattura di un elemento verticale, è maggiormente probabile che ad essa si ricongiunga il flusso di cariche che si è concentrato sulla sommità dell’elemento stesso, dando luogo alla scarica di ritorno.



LE NORME TECNICHE ESISTENTI IN MATERIA

Esaminiamo ora le norme tecniche internazionali, comunitarie e nazionali esistenti in materia.

Norma internazionale

IEC (International Electrotechnical Commission) 60092-507:2014 (EN 60092-507:2015) – Paragrafo 12 – Protezione contro i fulmini

- (12.1) I conduttori del sistema parafulmini devono essere fatti in rame (nastro o treccia) e la loro sezione non deve essere inferiore a 70 mm^2 .
Devono essere fissati a una punta di rame non inferiore a 12 mm di diametro che deve sporgere dalla cima dell'albero per almeno 300 mm. L'estremità inferiore del conduttore deve essere posta a massa.
- (12.2) I conduttori di discesa del sistema parafulmini devono essere posti all'esterno dell'imbarcazione.
Il loro percorso dovrebbe essere il più rettilineo possibile, evitando curve strette.
Devono essere usate solo giunzioni bullonate, rivettate o saldate
- (12.3) Se lo scafo è metallico, l'estremità inferiore dei conduttori di discesa deve essere a massa su di esso.
Se lo scafo è "non metallico", le estremità inferiori dei conduttori di discesa devono essere collegate a una piastra di messa a terra, di rame o di un altro materiale conduttore compatibile con l'acqua di mare, di superficie non inferiore a 0.25 m^2 , fissata all'esterno dello scafo, in una zona riservata a questo scopo e posta al di sotto della linea di galleggiamento a vuoto, in modo da restare immersa in tutte le condizioni di inclinazione dello scafo.
La piastra di messa a terra dei conduttori di discesa del sistema parafulmini deve essere in aggiunta e separata da essa, rispetto alla piastra di messa a terra usata per il sistema elettrico principale o per il sistema di collegamento a massa.



Per motivi di sicurezza la piastra di messa a terra del sistema elettrico principale e qualsiasi piastra di messa a terra dei conduttori del sistema parafulmini devono essere collegate elettricamente insieme.

Dal campo di applicazione di questa norma vengono tuttavia escluse le imbarcazioni da diporto di lunghezza inferiore a 24m o 50t di stazza.

Prescrizione tecnica internazionale

ISO (Organismo Internazionale di Standardizzazione) TR 10134:2020 Small craft – Electrical device – Established practices for the design, construction and installation of lightning-protection systems

Questo Rapporto Tecnico annulla e sostituisce la seconda edizione del precedente Standard internazionale ISO 10134: 2003.

La trasformazione da Standard a Indicazione Tecnica forse toglie a queste indicazioni la forza prescrittiva di una norma, ma lascia comunque inalterata la loro validità per quanto riguarda gli aspetti tecnici, progettuali e realizzativi da adottare su tutte le imbarcazioni, anche di lunghezza inferiore a 24m.

Norma Comunitaria

Certificazione “CE”

Nella lista delle “Norme armonizzate 2017” – Direttiva 2013/53/UE (norme che devono essere rispettate dai costruttori in riferimento alle “piccole imbarcazioni” – prevalentemente il diporto) sono presenti:

- la “ISO 10133:2017 Small craft – Electrical systems – Extra-low-voltage d.c. installations”;
- la “ISO 13297:2014 Small craft – Electrical systems – Alternating current installations”;
- la EN 60092-507:2015 sopra richiamata.

La ISO 13297 nell’Annesso D – Standard correlati e breve descrizione del loro contenuto – riporta la “EN ISO 10134 - Lightning-protection systems” per quanto riguarda il sistema parafulmine; richiamo normativo che, pur con la precisazione “*se installato nell’imbarcazione*”, non credo possa essere ignorato.



Norma nazionale

Regolamento RINA (Registro Italiano Navale)

Le prescrizioni tecniche del regolamento seguono la logica delle norme internazionali ed europee. Infatti nel regolamento del 1° gennaio 2020 (*Regole per la classificazione delle imbarcazioni da diporto – Part C – Capitolo 2 – Installazioni elettriche*), alla Sezione 1 – “*Campo di applicazione e requisiti generali – Riferimenti ad altri regolamenti e standard – punto 1.2.1*”, sono richiamate le pubblicazioni della Commissione Elettrotecnica Internazionale od altre norme riconosciute a livello internazionale, in vigore alla data della classificazione degli yacht. Quindi si deve intendere compresa fra queste anche la IEC 60092-507:2014.

Il regolamento tuttavia non contiene nessuna indicazione esplicita e/o dettagliata per quanto riguarda il sistema parafulmini, quantomeno per le imbarcazioni da diporto fra 24m e 50m e fino a 500t di stazza, così come prescritto nella norma richiamata.

Norma nazionale

Comitato Elettrotecnico Italiano CEI EN 62305: protezione di strutture contro i fulmini

Queste norme fanno riferimento alla protezione dai fulmini nelle strutture terrestri, civili e industriali; non sono mai richiamate nelle norme di settore, ma ci sono di aiuto per comprendere le classi o livelli di protezione dai fulmini.

Norma USA e paesi associati

AB&YC (American Boat and Yacht Council)

Questo ente è un'organizzazione a carattere volontario, che opera negli Stati Uniti e si pone il compito di definire gli standard e le procedure più appropriate per la costruzione delle imbarcazioni da diporto e delle relative attrezzature.

L'applicazione degli standard è assolutamente volontaria e non viene imposta per legge.

Negli Stati Uniti e nelle aree ad essi associate (Caraibi, ecc.), esse costituiscono il principale riferimento tecnico e di qualità per la nautica da diporto.

AB&YC fa riferimento a vari enti normatori, primo fra tutti l'ISO.



Ricapitolando: la protezione contro i fulmini delle imbarcazioni da diporto è trattata nella norma IEC 60092-507:2014 al paragrafo 12, mentre è solo indirettamente richiamata nel regolamento RINA.

Nella IEC 60092-507:2014 viene tuttavia sancito un distinguo normativo fra imbarcazioni da diporto di lunghezza fino a 24m o 50t di stazza e imbarcazioni (navi da diporto secondo il Codice della nautica italiano) di lunghezza maggiore di 24m e fino a 50m o 500t di stazza, escludendo le prime dall'obbligo di un sistema parafulmini.

Questa suddivisione normativa appare tecnicamente incoerente per quanto riguarda la protezione dai fulmini, specialmente per gli yacht a vela, stabilendo una inesistente differenza di rischio e la conseguente necessità di un adeguato sistema di protezione fra un'imbarcazione con lunghezza fuori tutto (lft) di 23m e una nave di 25m.

La protezione contro i fulmini è invece trattata nel Rapporto Tecnico ISO TR 10135:2020, che in qualche modo integra le indicazioni date dalla norma IEC 60092-507:2014 e dalle norme statunitensi dell'AB&YC.

In conclusione cosa ci dicono normative e indicazioni tecniche?

Ci dicono che un sistema di protezione contro i fulmini deve essere previsto, in base alla IEC 60092-507:2014, nelle imbarcazioni da diporto con lft maggiore di 24m e fino a 50m o 500t di stazza, mentre nelle imbarcazioni da diporto con lft inferiore a 24m o 50t di stazza, la necessità del sistema di protezione contro i fulmini viene individuata dalla ISO TR 10134:2020 – (Pratiche consolidate di progettazione e costruzione) e dagli standard AB&YC.