

Ellisse di precisione di localizzazione

CONTESTO

La stima della localizzazione relativa alle scariche nuvola-terra e intra-nuvola è soggetta a un errore di localizzazione che dipende dagli errori di misurazione dei sensori, dovuti:

- a un errore sistematico, legato alla precisione delle misurazioni di angolo (rotazione dell'antenna rispetto al Nord) e di tempo (orografia e conducibilità sul percorso di propagazione),
- a un errore aleatorio causato dalle interferenze con i radiotrasmittitori, dall'intensità della corrente nella scarica, dalla forma del fulmine e dall'elettronica del sensore.

Un'analisi statistica dei dati archiviati permette di determinare i parametri di correzione che vengono utilizzati dal processore di localizzazione dei fulmini per correggere ogni misurazione del sensore prima dell'elaborazione.

Essendo l'errore sistematico corretto, l'errore di localizzazione dipenderà esclusivamente dagli errori aleatori. Gli errori aleatori di misurazione del sensore non possono essere corretti, ma possono essere stimati con una deviazione standard.

Sulla base di tali dati e della deviazione residua delle misurazioni del sensore rispetto alla localizzazione della scarica (per le misurazioni di angolo), oltre che di quelli relativi al tempo (per le misurazioni del tempo di arrivo), il processore calcola un'ellisse di confidenza centrata sulla posizione della scarica e orientata verso la direzione dell'errore massimo.

Il semiasse maggiore e quello minore dell'ellisse indicano rispettivamente l'errore di localizzazione massimo e minimo stimato in metri.

L'ellisse di confidenza è importante per alcune applicazioni, tra cui le correlazioni di incidenti.

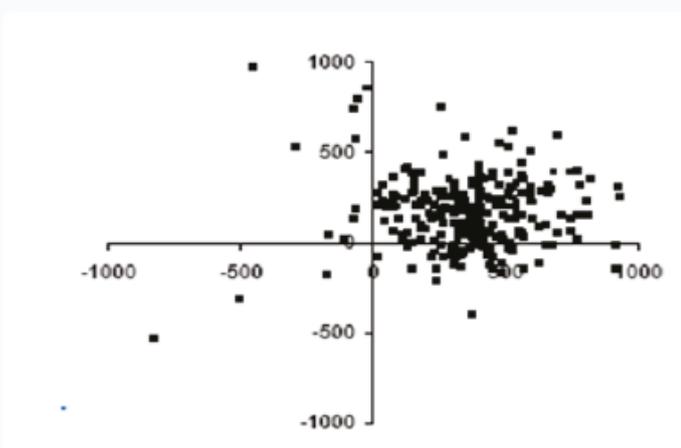


Figura 1.

Figura 1. Il grafico mostra le localizzazioni delle scariche calcolate da una rete di localizzazione dei fulmini, in quanto tutte le scariche hanno in realtà la stessa posizione (centro degli assi), ovvero la cima di una torre di comunicazione. Si può osservare uno spostamento verso destra del baricentro della nuvola di punti: è l'**errore sistematico**.

La dispersione dei punti rispetto al baricentro della nuvola di punti rappresenta l'**errore aleatorio**. La distanza che separa un punto qualunque dal centro degli assi rappresenta il suo errore assoluto di localizzazione. È possibile constatare che ciascun punto possiede un **errore assoluto** diverso.

PRINCIPIO

L'ellisse deriva dall'uso del **metodo dei minimi quadrati**, che consente al calcolatore di elaborare le misurazioni rilevate dai sensori e di localizzare le scariche. Tale metodo permette di minimizzare gli errori di misurazione e di ottenere una stima ottimizzata della localizzazione. Gli errori di misurazione residui determinano gli errori aleatori teorici utilizzati per calcolare l'ellisse.

Sulla base dei lavori di Standsfield (1947), è possibile stimare l'errore aleatorio della localizzazione di un fulmine con una data probabilità tramite un'ellisse di cui:

- il semiasse maggiore rappresenta l'errore massimo teorico,
- il semiasse minore rappresenta l'errore minimo teorico,
- l'orientamento rappresenta la direzione dell'errore massimo.

Per essere applicabile, è necessario che:

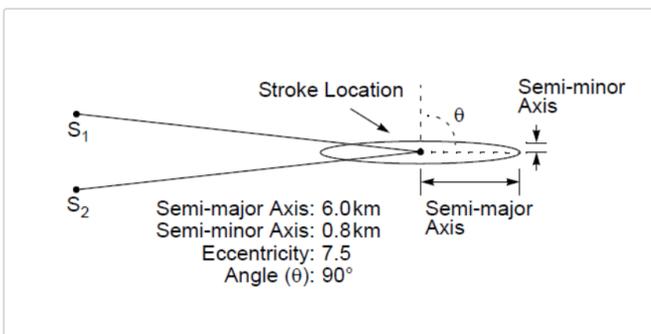
- gli errori di misurazione seguano una legge gaussiana,
- gli errori sistematici siano eliminati.

FUNZIONAMENTO

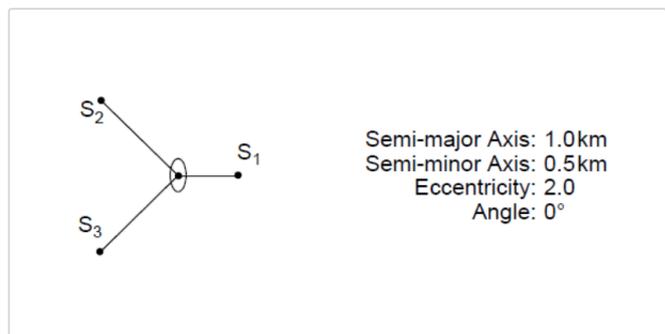
Ogni localizzazione calcolata è accompagnata dai valori della sua ellisse di precisione stimata per una probabilità del 50%. È possibile cambiare la probabilità tramite la semplice moltiplicazione dei valori corrispondenti al 50% per un fattore indicato nella seguente tabella:

Scaling Constant	Probability
1	50 %
1,82	90 %
2,57	99 %

In questo modo, un semiasse maggiore misurante 1 km per il 50% aumenterà a 1,82 km per una probabilità del 90% e a 2,57 km per una probabilità del 99%.



Ellisse di una localizzazione errata



Ellisse di una localizzazione corretta

IMPORTANTE!

L'ellisse è un indicatore statistico che si basa sugli errori di misurazione commessi dai sensori. La posizione fornita da METEORAGE resta la più probabile sulla base dei dati di misurazione. L'ellisse serve dunque da indice dell'affidabilità sul dato di posizione delle scariche ma non rappresenta in alcun caso una misurazione assoluta e reale dell'errore commesso.

Si considera che gli errori sistematici siano quasi nulli nella rete METEORAGE. Per questo motivo, sono effettuati controlli regolari sui dati rispetto ai dati "sul campo". In questo modo, è possibile stimare che l'errore aleatorio rappresenti l'errore assoluto.