

1. Modelo electromecánico de aflojamiento inducido por la tormenta (MEIT) y trazado helicoidal de corrientes de rayo en estructuras y árboles”

Las tormentas no solo descargan energía en forma de rayos: también “desatornillan el mundo”, cuando el diseño mecánico y electromagnético no hablan el mismo idioma.

2. Fenómenos observados

2.1. En torres de telecomunicación de alta montaña

1. **Puntas Franklin / cabezales multipuntatenas/ herrajes y soportes antenas:**
 - Tornillos y roscas que se **aflojan solos** con el tiempo.
 - En algún caso extremo, **un cabezal desenroscado y caído** al pie del mástil o la torre.
 - Roscas con síntomas de:
 - fatiga mecánica,
 - cambios térmicos agresivos,
 - zonas de fusión parcial.
2. Tras cambiar a:
 - **roscas izquierdas** (sentido antihorario)
 - **pasador mecánico central**
👉 El fenómeno **desaparece**.

2.2. En la naturaleza (árboles)

1. En impactos algunos impactos de rayo sobre árboles:
 - El trazado de la corriente no baja en línea recta.
 - Se Observns **recorridos que “serpentean” o contornean** la corteza.
 - Zonas donde la corteza “Desaparece” o se abre siguiendo **ramas helicoidales** o patrones tipo Lichtenberg.
-

3. Base física: qué sabemos seguro

1. **Antes del impacto principal del rayo ya hay:**
 - campo eléctrico muy intenso,
 - ionización del aire,
 - corrientes de fuga, corona y “streamers” ascendentes y descendentes.
2. **Donde hay corriente, hay campo magnético** (Ley de Biot–Savart, Maxwell):
 - El campo rodea al conductor en **anillos**.

- El sentido del círculo puede ser “dextrógiro” u “levógiro” según el sentido de la corriente (regla de la mano derecha).
 - 3. **En estructuras metálicas largas (mástiles, torres, barras roscadas):**
 - se inducen **corrientes parásitas (eddy currents)**,
 - se generan **fuerzas mecánicas** sobre el metal (Lorentz),
 - aparece **magnetoestricción**: el metal cambia ligeramente de forma con el campo, se magnetiza o se desmagnetiza, arrancando en cada caso el proceso químico de la oxidación irreversible.
 - 4. Si esas fuerzas:
 - son **cíclicas** (cada tormenta),
 - actúan sobre elementos **roscados**,
 - y coinciden con la **dirección de apertura** de esa rosca...
 - 👉 se puede producir un **par torsor acumulativo** que afloje los tornillos expuestos .
-

4. Núcleo de la hipótesis: cómo se afloja una rosca por “tormenta”

4.1. Escenario electromagnético

En una torre de telecomunicaciones de alta montaña:

1. El campo eléctrico de tormenta induce:
 - corrientes sobre el mástil,
 - descargas de corona en la punta,
 - microcorrientes superficiales antes del impacto principal.
2. Esas corrientes:
 - no son idealmente rectas,
 - buscan el camino de menor impedancia,
 - rodean parcialmente las geometrías (mástil + cabezal) en forma de **lazos helicoidales locales**.
3. Cada lazo de corriente helicoidal genera:
 - un **campo magnético** asociado, con su sentido de giro,
 - un **esfuerzo mecánico torsional** sobre cualquier pieza roscada sumergida en ese campo.

4.2. Acumulación del daño

Con cada tormenta se combinan:

- **Vibración mecánica** por viento + onda de choque de la descarga.
- **Esfuerzos térmicos** por calentamiento local (corona, chispas, descargas parciales).
- **Par torsor electromagnético repetitivo** sobre la rosca.

Si el **sentido efectivo del par** coincide con:

- la dirección de **afloje de la rosca (horaria)** → cada evento suma un microrrad de giro.

Después de decenas o cientos de tormentas:

👉 el tornillo se afloja

👉 en casos extremos, **se desenrosca y cae**.

Cuando se modifican las condiciones mecánicas del material:

- a **roscado izquierdo** + pasador,
- el par electromagnético dominante **tiende a apretar, no a aflojar**, y además el pasador actúa como tope mecánico.

👉 El resultado observado: el fenómeno desaparece.

5. Conexión con el trazado del rayo en la corteza del árbol

La misma lógica se puede extender a los árboles, levitación de materiales ligeros, hojas, piezas etc :

1. El tronco no es homogéneo:
 - la corteza y el cambium tienen diferente **humedad y resistividad**,
 - hay capas con canales de savia más conductores.
2. Cuando el rayo baja:
 - la corriente sigue el **camino de mínima impedancia**,
 - pero ese camino no es recto: rodea nodos, grietas, variaciones de humedad,
 - y puede organizarse en **lazos helicoidales** alrededor del tronco o de grandes ramas.
3. En esos lazos:
 - el campo magnético y las fuerzas de expansión térmica actúan lateralmente,
 - la corteza puede **reventar en “tiras” curvas**,
 - los patrones de carbonización y rajado parecen “serpentea” alrededor del árbol.

Así, el **trazado contorneado** y los daños helicoidales en corteza se pueden explicar como:

Manifestación visible del **camino real 3D de la corriente** y del acoplamiento entre corriente, campo magnético y estructura viva heterogénea.

6. Mejoras propuestas

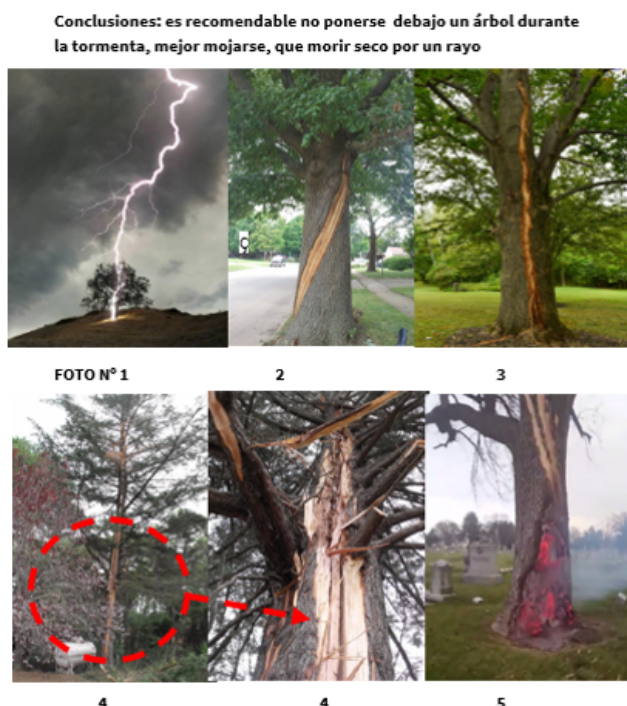
- Recomendaciones de diseño en telecom:
 - preferencia por roscas izquierdas en puntos críticos,
 - uso de pasadores / fijaciones redundantes,
 - selección de materiales menos sensibles a magnetoestricción / fluencia térmica.
- Trabajar :
 - si se reduce la actividad de pre-descarga y coronas,
 - se reduce también el “castigo” electromecánico sobre la estructura.

7.Conclusión

- El FENOMENO:
 - es un **acoplamiento fino entre electricidad, magnetismo y mecánica**,
 - que casi nadie observa.
- **Se abre una línea de trabajo a tener en cuenta:**
 - diseño más robusto de pararrayos,
 - mejores criterios PRL en entornos de alta tormentosidad,
 - comprensión más realista de cómo “piensa” el rayo antes de tocar tierra.

Texto relacionado con las imágenes

Cuando un **rayo impacta en un árbol (foto 1)**, la energía que descarga hacia tierra **nunca es idéntica**, y por tanto, **sus efectos directos e indirectos tampoco lo son**. En algunos casos, el impacto puede dejar **solo marcas de contorneo dextrógiro o levógiro sin quemaduras visibles (2)**; en otros, aparece un **trazado vertical definido acompañado de chamuscado superficial (3)**. Existen impactos que **explosionan limpiamente el tronco, sin presentar astillas quemadas (4)**; mientras que en otros escenarios, el árbol **empieza a arder internamente desde el interior (5)** ... o simplemente **desaparece físicamente**, desintegrado por completo.



AUTOR: Angel Rodriguez Montes angel@andorra.ad

