



INFLUENCIA DE LOS HIDRATOS DE METANO EN LA GENESIS PIROELECTRICA DE ELECTROMETEOROS

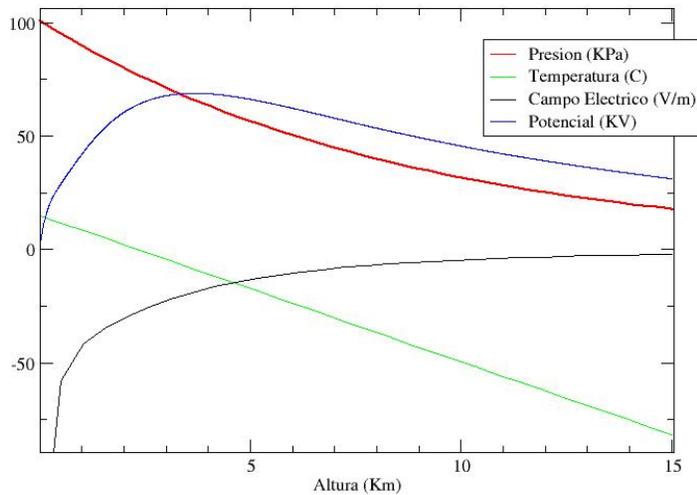
Falcón, N.(1) , Quintero, A. .(1), Vega, C. .(1) y Falcón, R. .(2)

(1) Universidad de Carabobo FACYT, FACYT Grupo de Física Teórica y Astrofísica. Email nelsonfalconv@gmail.com.

(2) Petróleos de Venezuela (PDVsa). División Oriente Gerencia.. Técnica CVP Infraestructura y Procesos. falconre@pdvsa.com

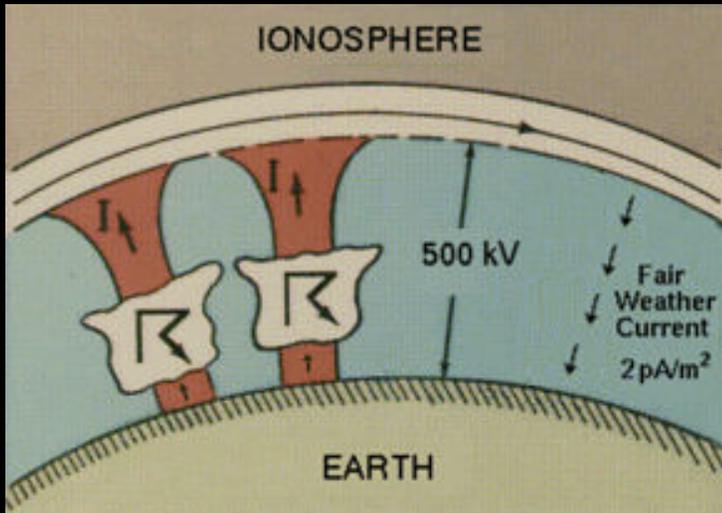


Atmósfera

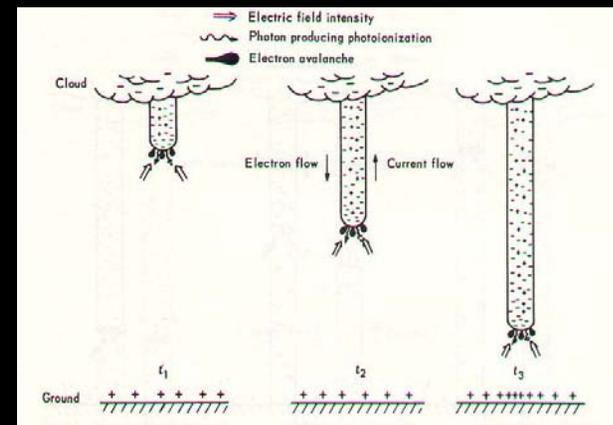


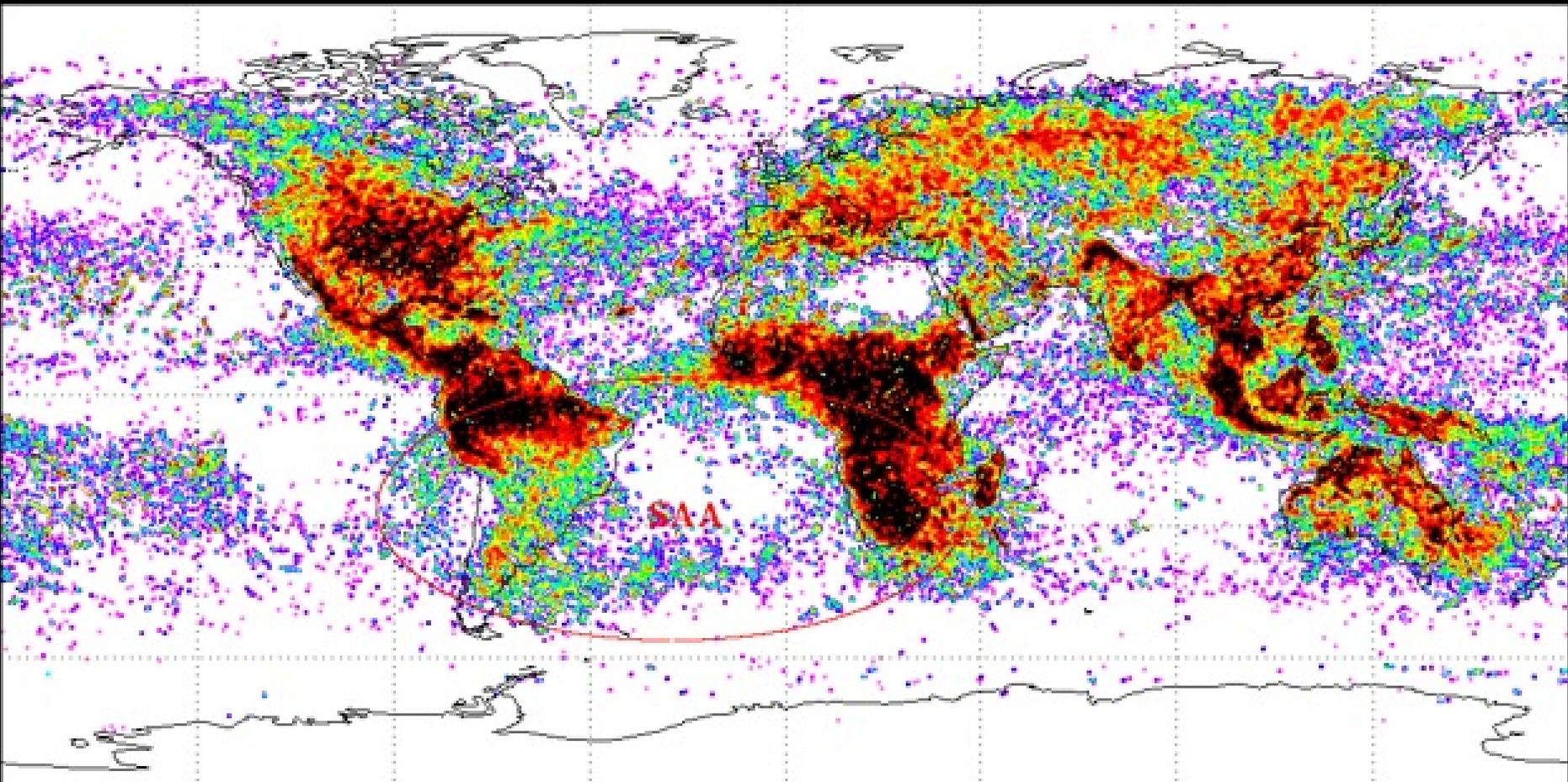
❖ Además del Gradiente de presión y Temperatura, existe un campo eléctrico cuasiestático en la atmósfera.

❖ El transporte de partículas (de agua o de aerosoles) conlleva un transporte de cargas estáticas y la precipitación de cargas (rayos)

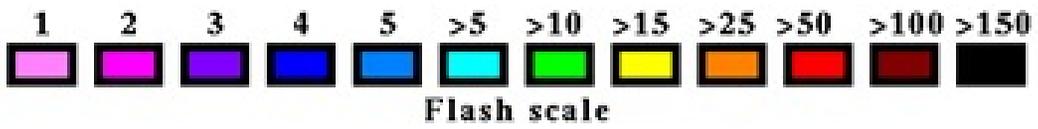


➤ Descargas Eléctricas: Rayos y Relámpagos





Orbits 4205
 Areas 197869
 Flashes 1011306
 Groups 4743464
 Events 8992102
 (Created : 05/06/96)



1995 May - 1996 April



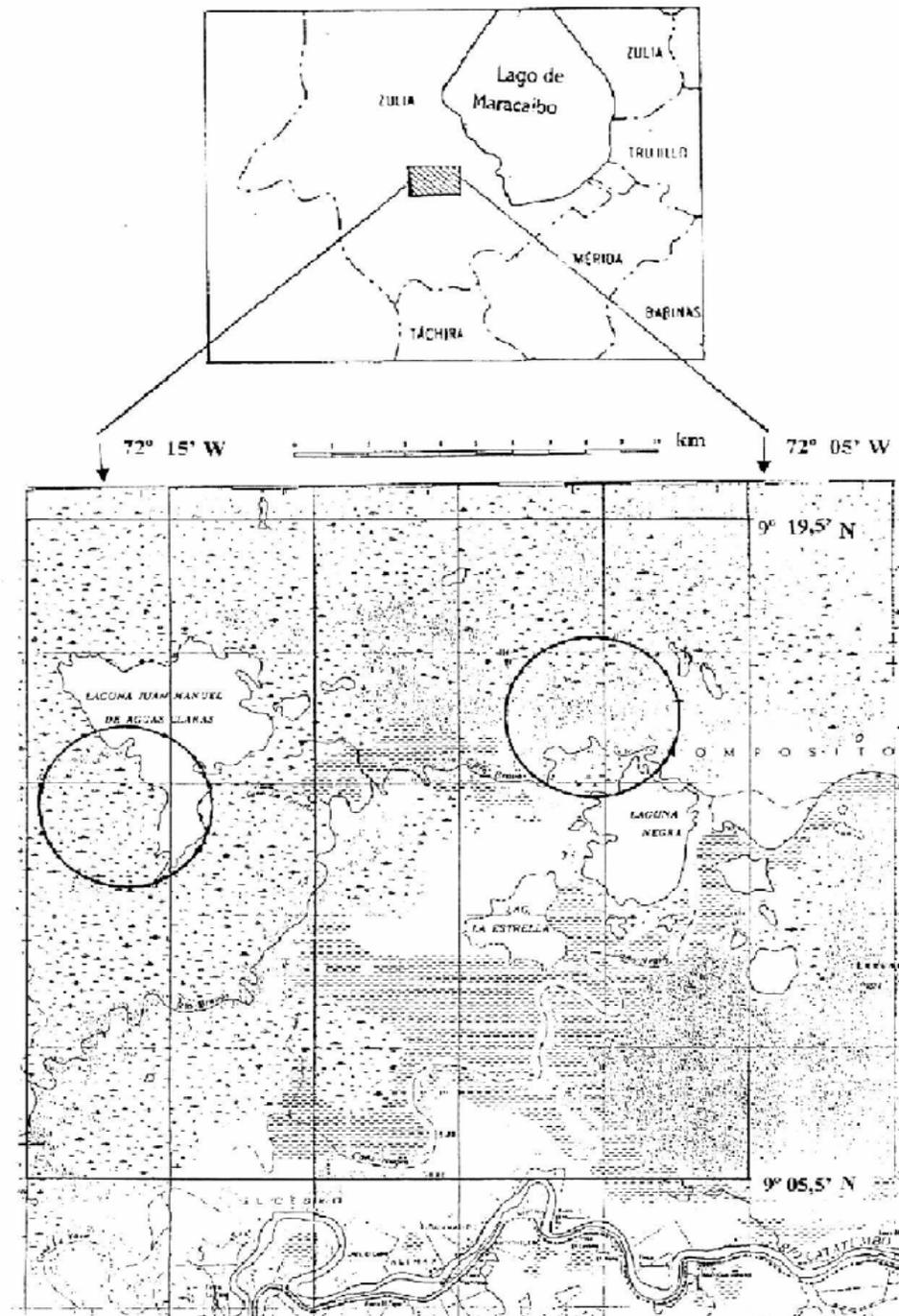
One Million Lightning Flashes



Parque Nacional "Ciénagas de Juan Manuel"



Episcentros y Fenomenología



OBSERVACIONES HISTÓRICAS

- **1597.** Lope de Vega 📖 poema épico *La Dragoneta*.
- **1799.** Alexander von Humboldt
“explosiones eléctricas que son como fulgores fosforescentes...”
- **1841.** Agustín Codazzi: “como un relámpago continuado” para casi todas las noches del año, incluso en el período de sequía”.
- **1911.** Centeno-Grau: “El fenómeno es más claro y visible en épocas de sequía...” (Enero-Abril y Julio-October) causado por tormentas eléctricas permanentes y fuentes geotermales, magnéticas o radiactivas.



**Descargas nube-nube y su relativo confinamiento
(sin extensas formaciones nubosas)**

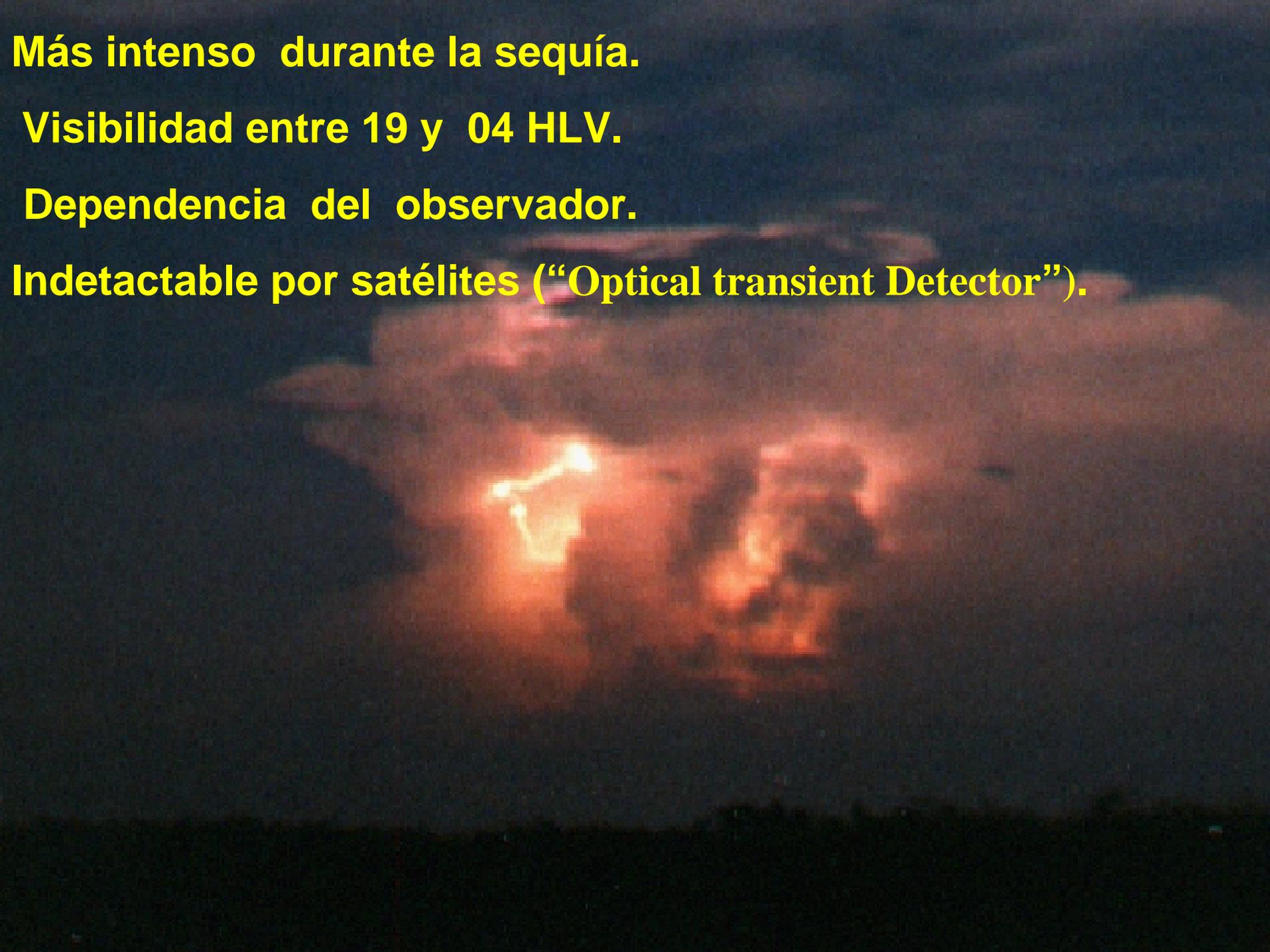
⇒ no es típica tormenta eléctrica.

Más intenso durante la sequía.

Visibilidad entre 19 y 04 HLV.

Dependencia del observador.

Indetectable por satélites (“Optical transient Detector”).



<T> entre 16 y 40 descargas/minutos

⇒ oscilación rápida, transporte nulo de partículas.





Nivel queráunico nulo

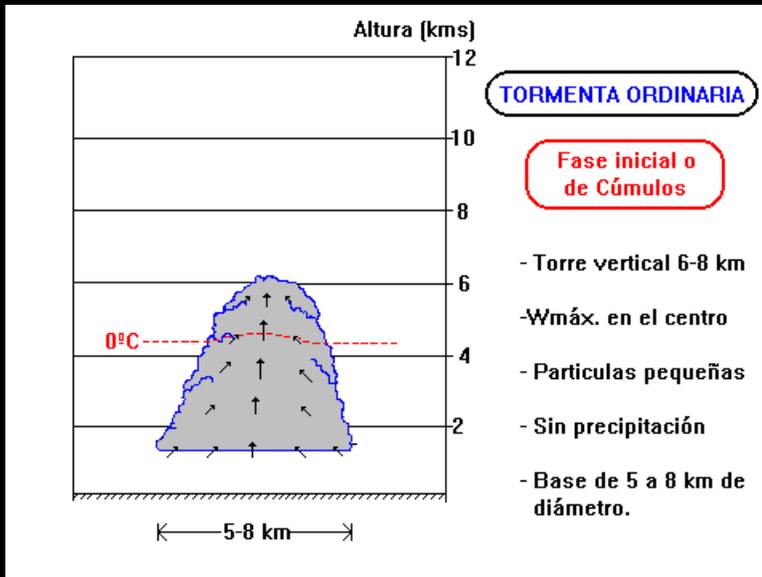
⇒ descargas internas a la nube

Descargas sin moda característica

⇒ origen estocástico.

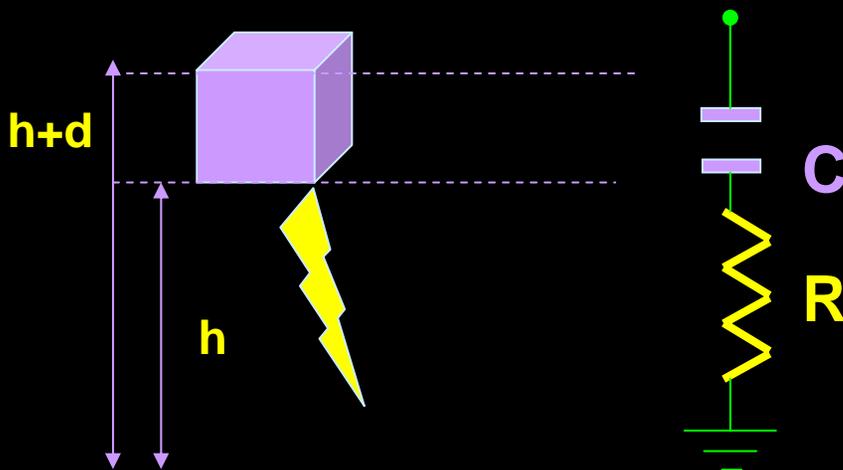
Descargas tipo Townsend .

Modelo Elemental



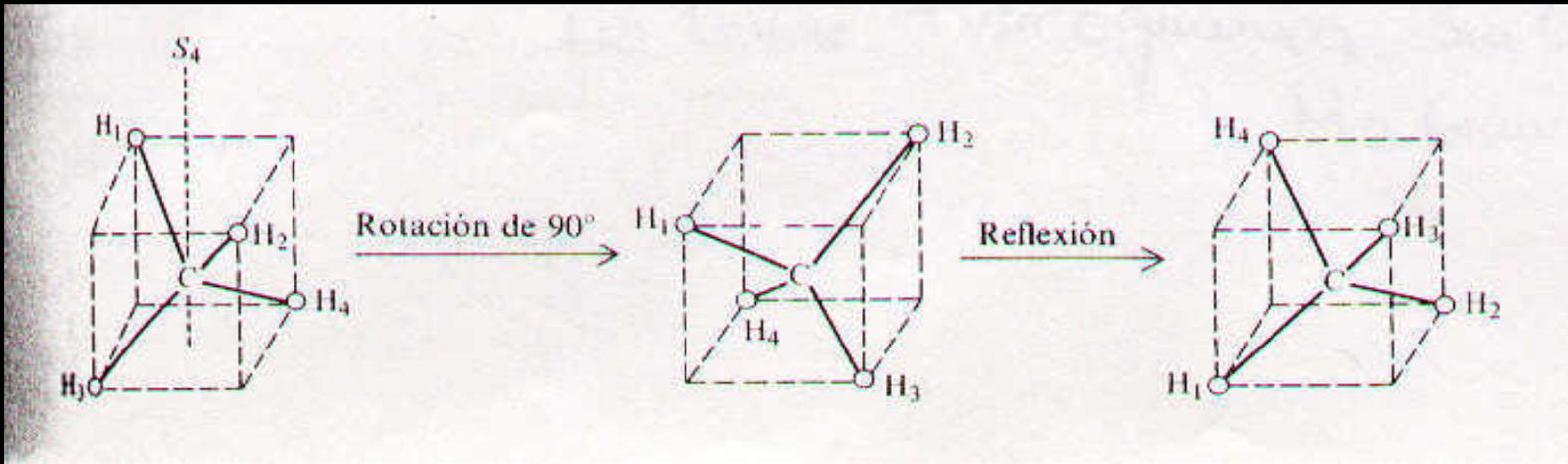
Considere una nube cumuliiforme aislada, constituida por una o más celdas. Cada celda presenta estructura dipolar eléctrica (Rakov & Uman 2003)

Cada celda con un volumen del orden de $5 \times 10^{10} \text{ m}^3$, en equilibrio hidrodinámico con su entorno. Esta aproximación está de acuerdo con los modelos numéricos de formación de nubes (Rogers, 1.977).



Puede considerarse su geometría como un paralelepípedo cúbico a los efectos de modelar el comportamiento electrostático

Simetría del Metano



Estados metaestables $\sim \Delta t$ **descarga difusa** (relámpago) \sim [ns, ms]

- Gradiente barotrópico atmosférico \mapsto **condensación cristales tetraédricos**.
- Simetría $T_d \mapsto$ **piezoelectricidad**. (Landau, 1981).

\mapsto **autopolarización** \mapsto **descargas (rayos)**

$$D_i = D_{oi} + \varepsilon_{ik} E_k$$

- Importante en fenómenos oceanográficos (Suess et al, 1999).

Proceso de Carga

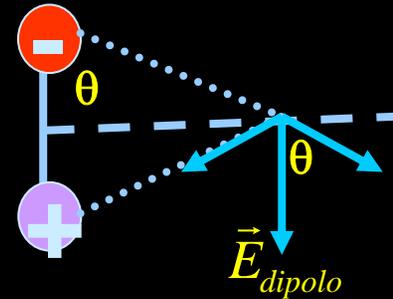
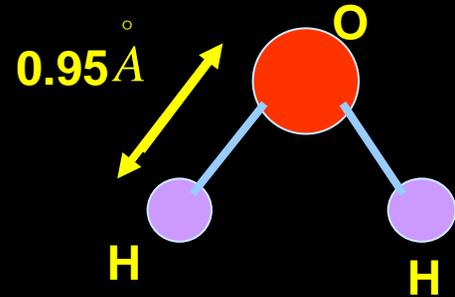
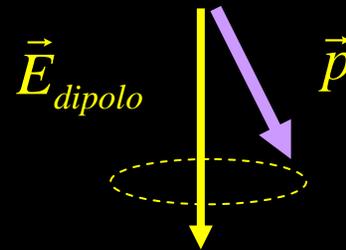
Consideramos la célula como una colección de dipolos de agua, en equilibrio a una temperatura T y en presencia de un campo eléctrico externo \vec{E}_{\oplus}

Entonces:

$$\langle \vec{D} \rangle = \frac{\int \varepsilon_{H_2O} \vec{E}_{\oplus} e^{-\frac{u_i}{kT}} dn}{\int e^{-\frac{u_i}{kT}} dn}$$

con

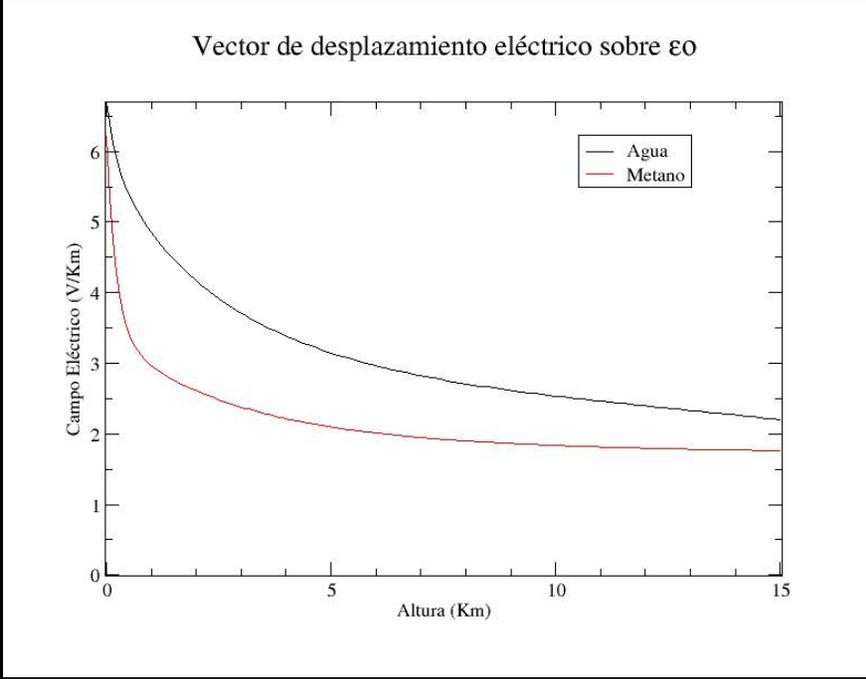
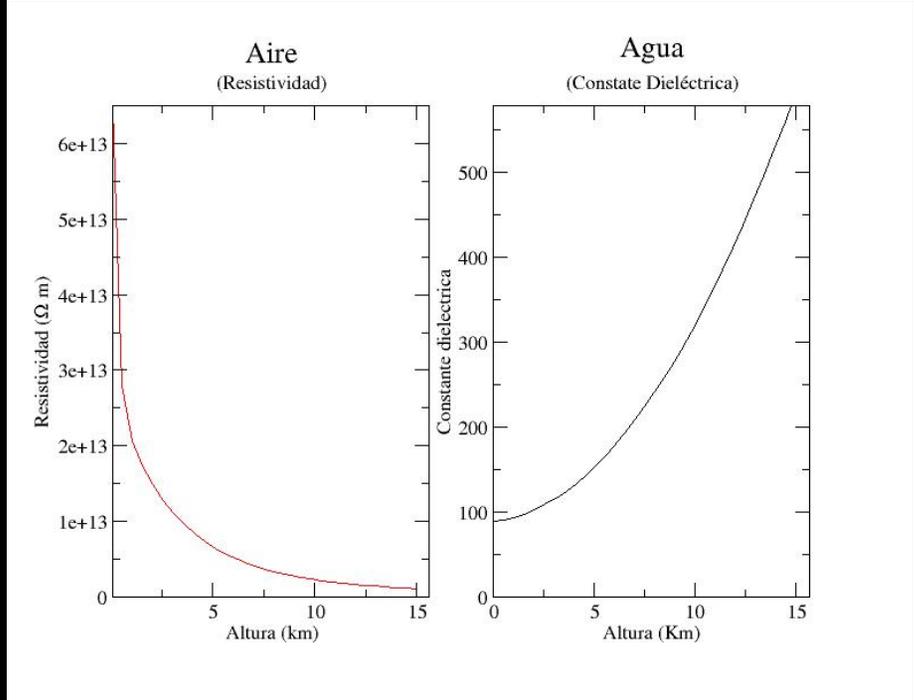
$$dn = \frac{dA}{4\pi r^2} = \frac{\pi \sin \alpha d\alpha}{2}$$



$$\vec{D}_{H_2O} \cong \frac{2\varepsilon_0}{d} \int_h^{h+d} K_{H_2O}(z) \vec{E}_{\ominus}(z) dz$$

Análogamente para aerosoles con polarización inducida (piroeléctricos) como el metano:

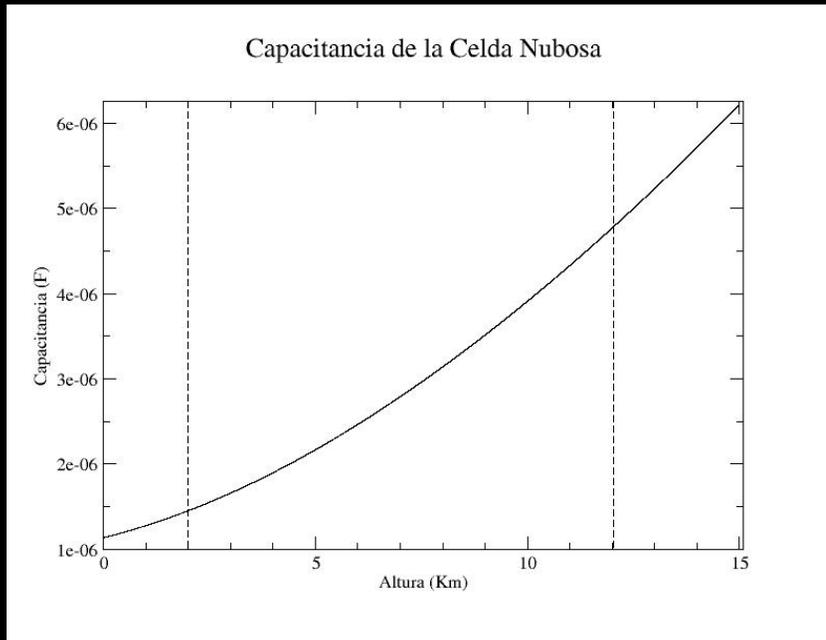
$$\vec{D}_{CH_4} \cong \frac{2\epsilon_0}{d} \int_h^{h+d} K_{CH_4} \vec{E}_\Theta(z) dz + \vec{D}_0$$



$$\rho(z) = r_1 \exp(-\alpha_1 z) + r_2 \exp(-\alpha_2 z) + r_3 \exp(-\alpha_3 z)$$

$$k(z) = k_0 + k_1 z + k_2 z^2$$

Utilizando $d = 4 \text{ Km}$.

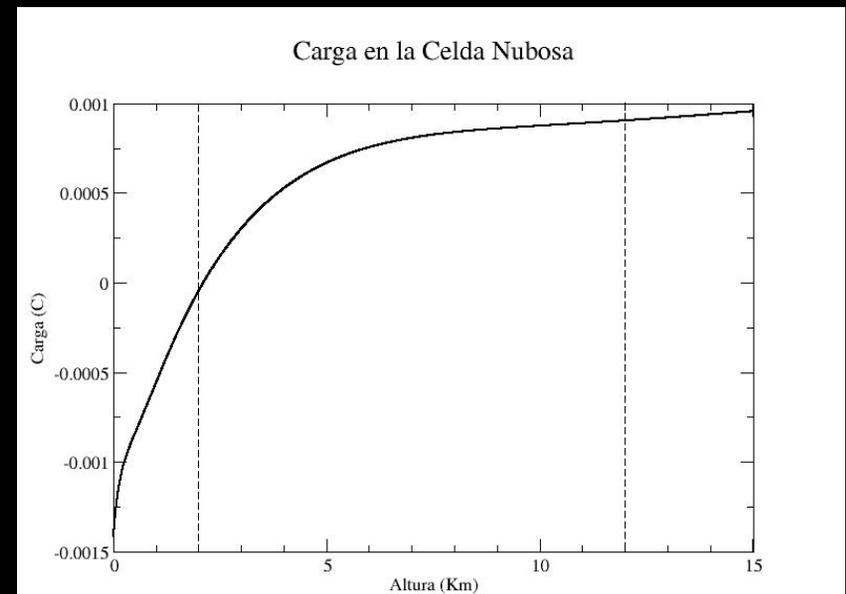


Capacitancia

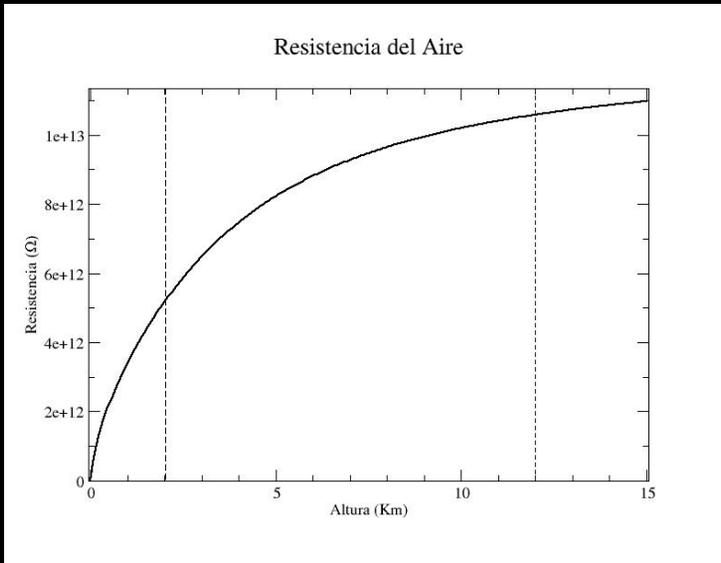
$$C = \epsilon_o * A \left[\int_h^{h+d} \frac{dz}{k(z)} \right]^{-1}$$

Carga

$$Q = C * \Delta V$$



Proceso de Descarga



Resistencia

$$R = \int_0^h \rho(z) \frac{dz}{\Delta C_{rayo}}$$

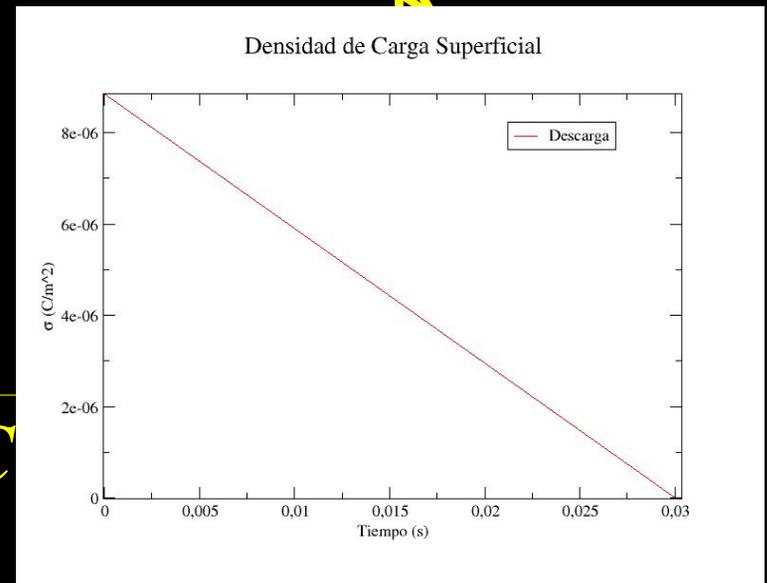


Densidad de Carga

$$\sigma(t) = \sigma_o \exp(-t / \tau_d)$$

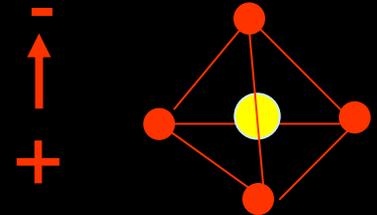
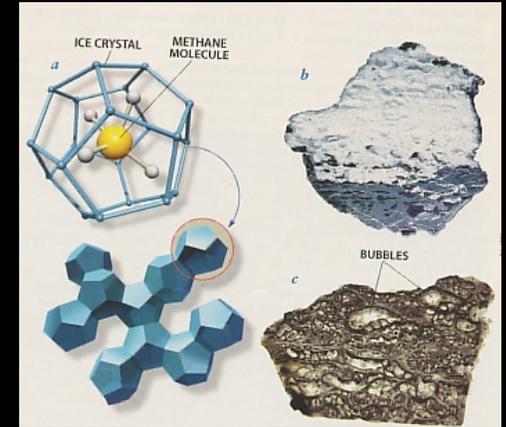
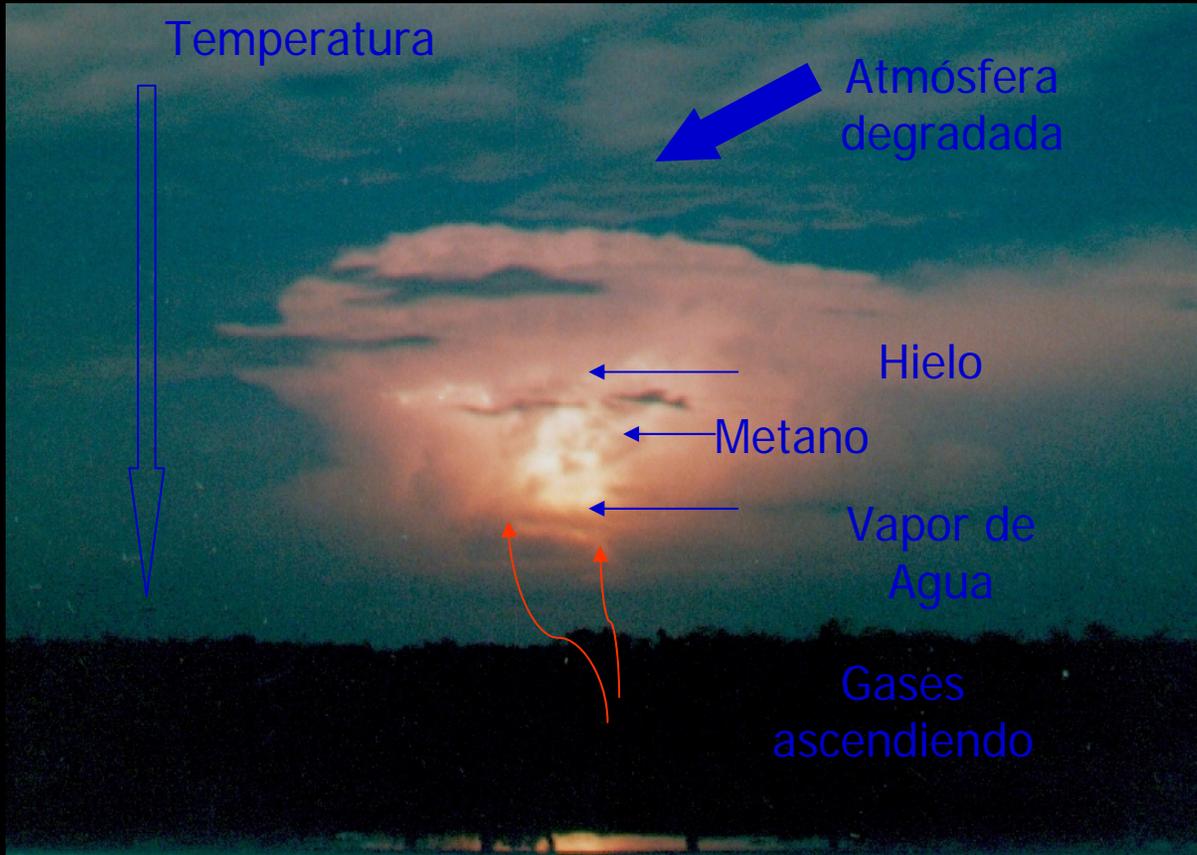
$$\sigma_o \approx 8,85 * 10^{-6} \left\langle \frac{C}{m^2} \right\rangle + \frac{1}{RC}$$

$$\tau_d \approx 7.7117 * 10^{-5} \left\langle \frac{dt}{s} \right\rangle$$





➤ Piroelectricidad



$$\vec{D} = \vec{D}_0 + \epsilon \vec{E}$$

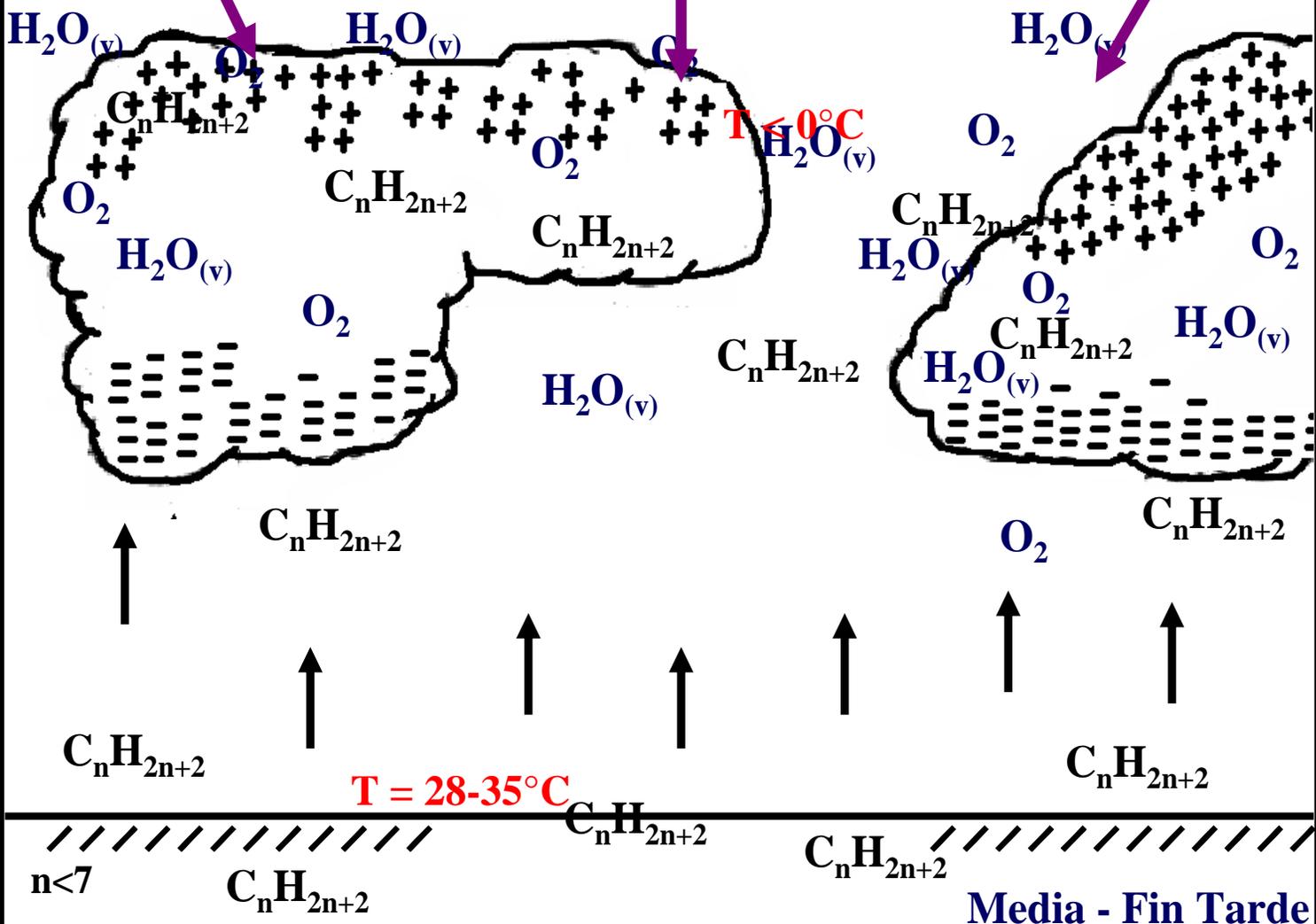
Debido a su simetría los hidratos de metano se auto polarizan eléctricamente

Sobre el Origen de la Ionización Atmosférica necesaria para la formación del Relámpago

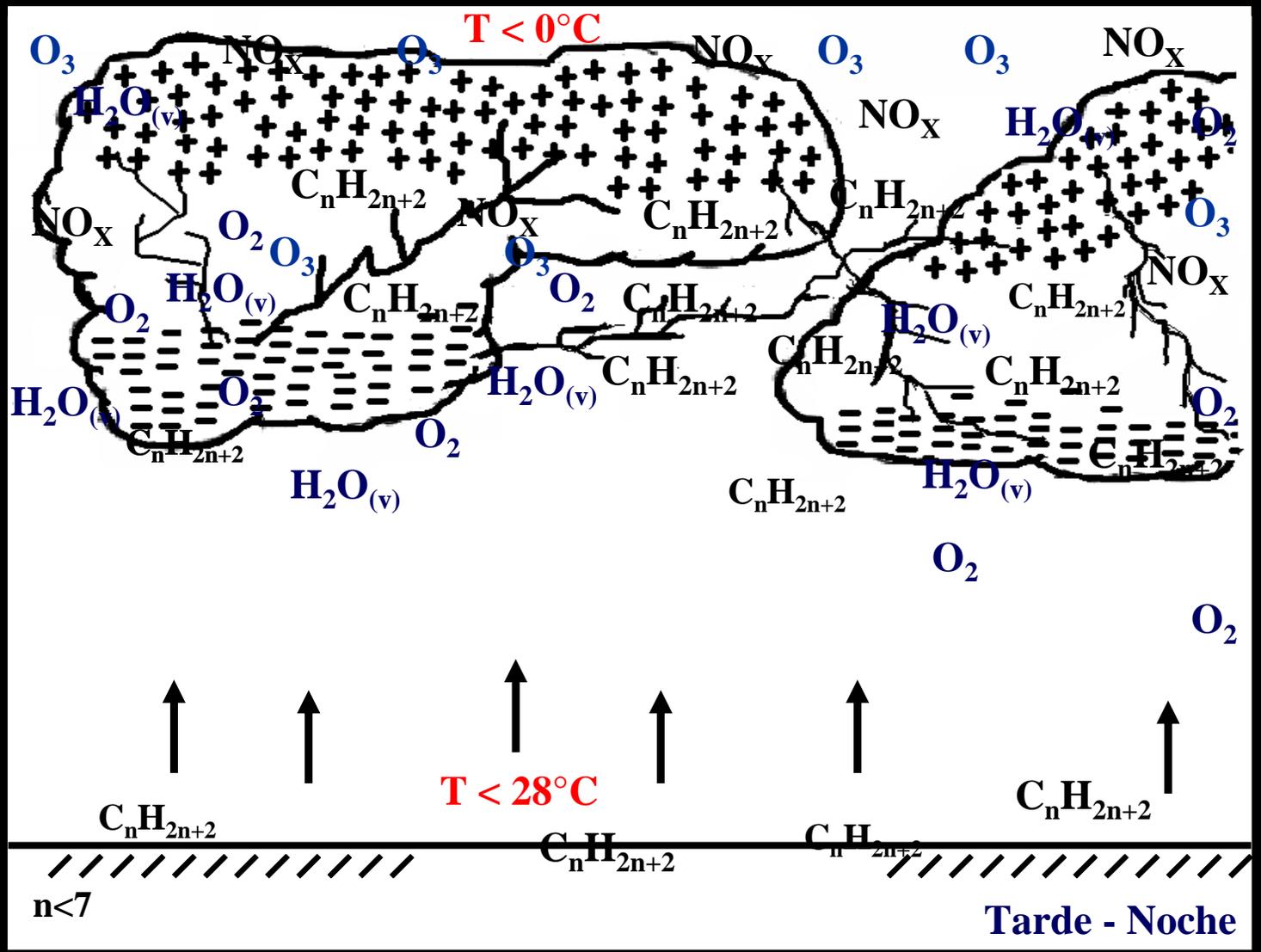
1. Es posible que las radiaciones ultravioleta y cósmicas actúen como un agente coadyuvante o sino el más importante para la ionización de las masas de vapor de agua y otras moléculas presentes en la troposfera.
2. Se espera que las altas presiones provocadas por el descenso térmico al final de la tarde acerquen las nubes ionizadas y faciliten la avalancha de electrones entre ellas al igual que la combustión de los gases volátiles.
3. Entre los gases responsables del fulgor estarían hidrocarburos de bajo peso molecular, tales como el Metano; producidos a partir de la biodegradación de hidrocarburos de alto peso los cuales son frecuentes en la región debido a la existencia de cuencas petrolíferas.
4. Dada la volatilidad de estas moléculas de Metano y sus Hidratos en presencia de pequeñas cantidades de oxígeno, se espera que diferencias de potencial $\lll 3 \times 10^5$ voltios (Desch, et al., 2002) sean suficientes para romper el campo dieléctrico y facilitar la conducción de electrones a través de las nubes de hidrocarburos

Radiación Ionizante : UV, Rayos C3smicos

~ 5 km

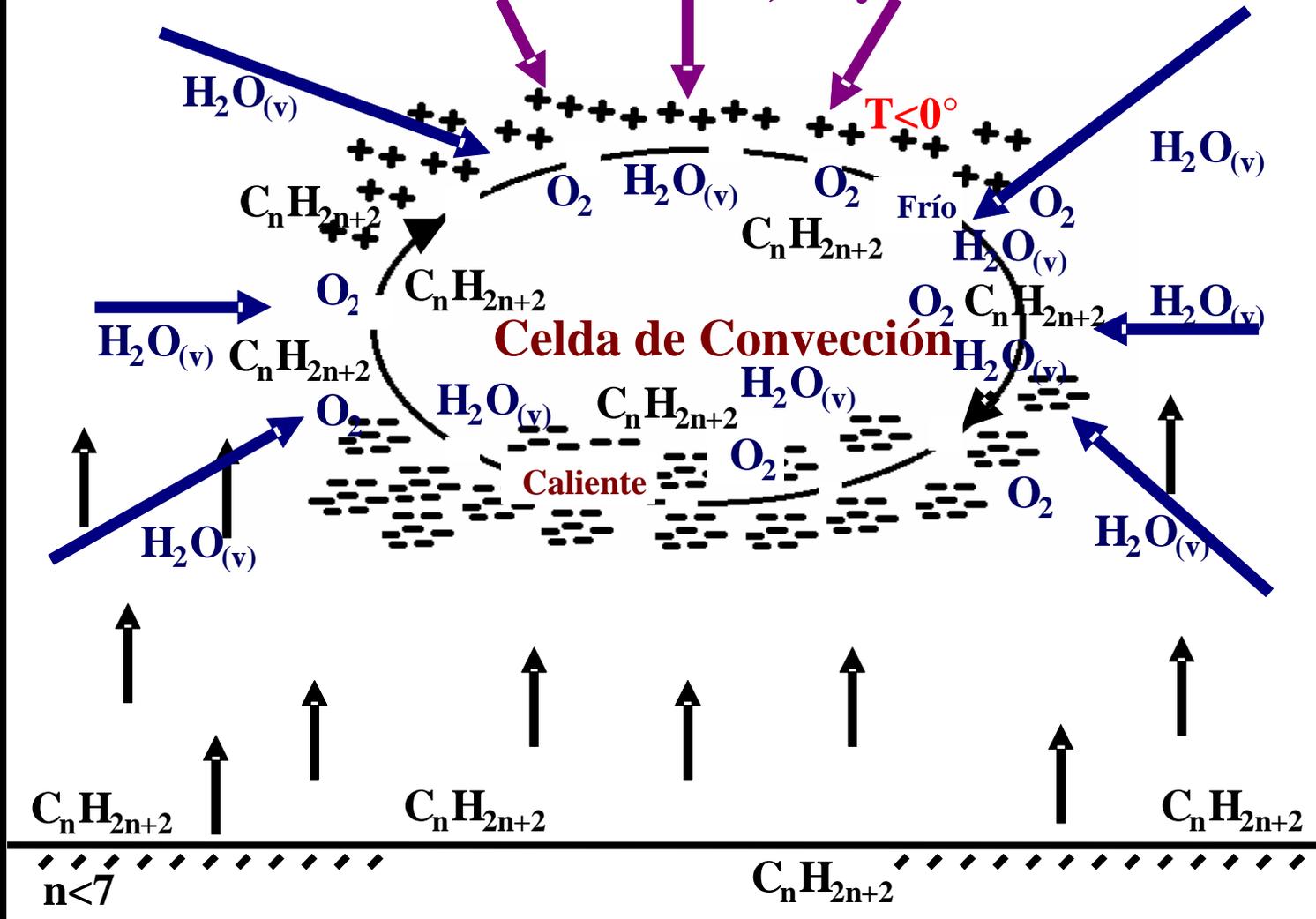


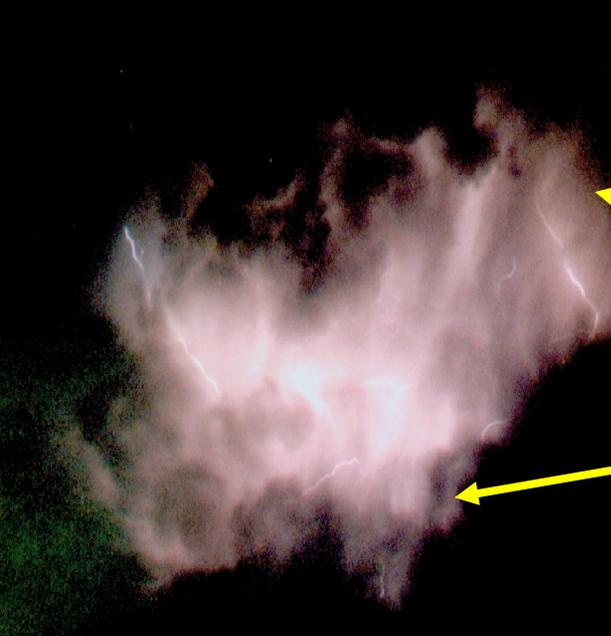
~ 5 km



Radiación Ionizante : UV, Rayos Cósmicos

~ 5 km

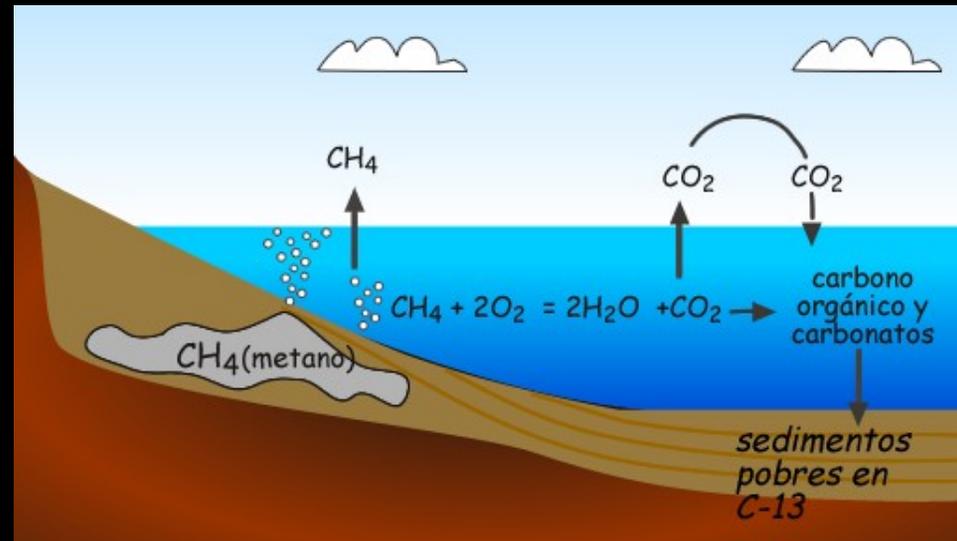
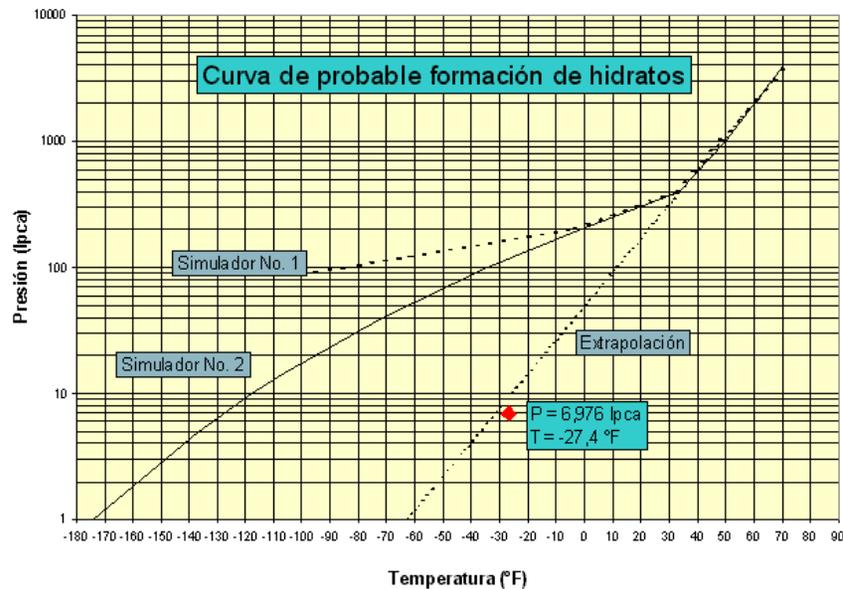
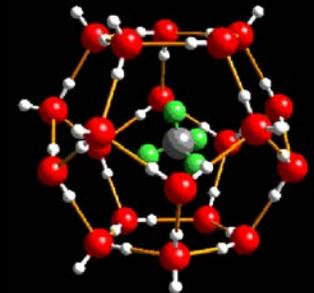


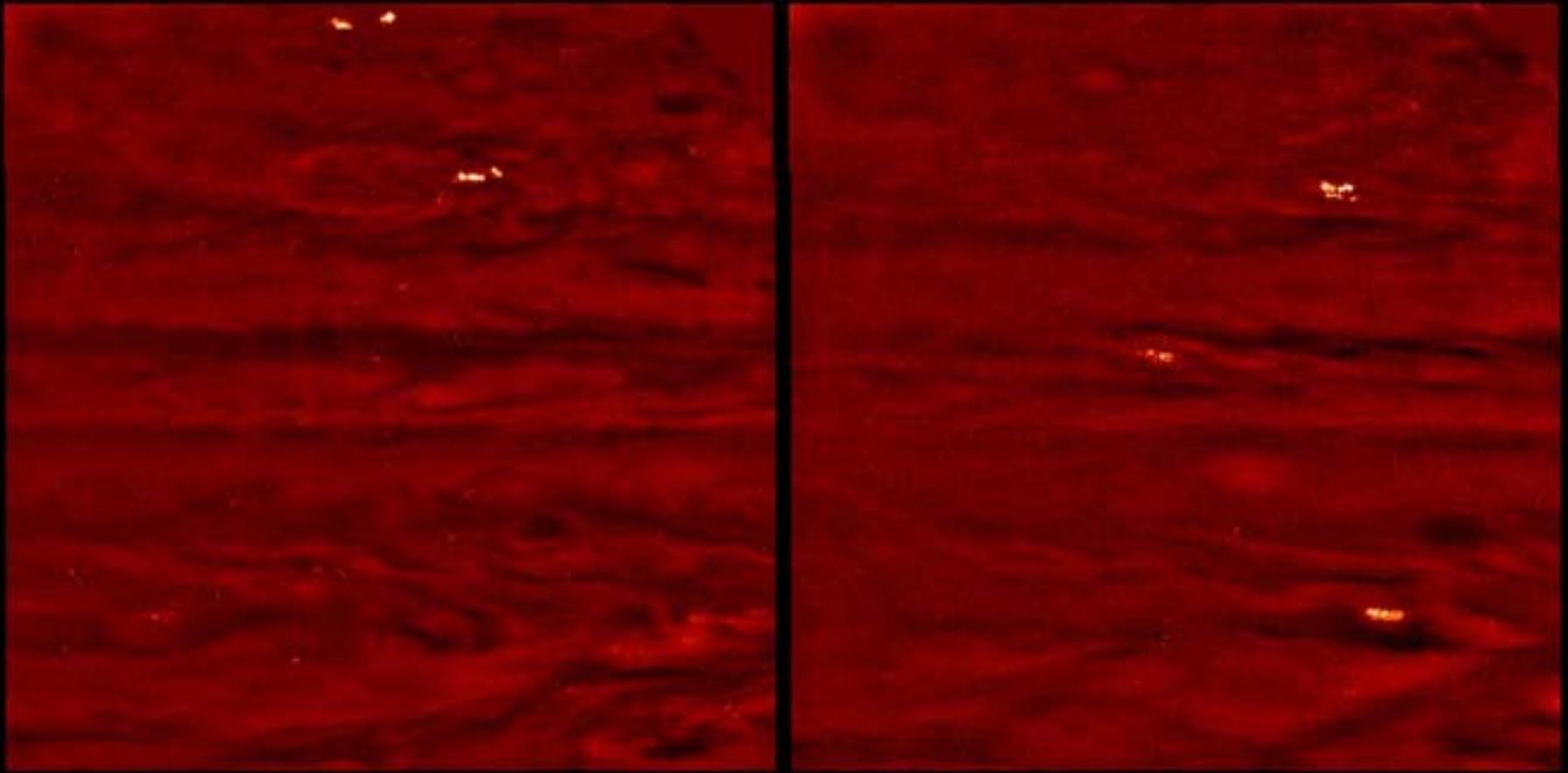


Cristales de Hielo

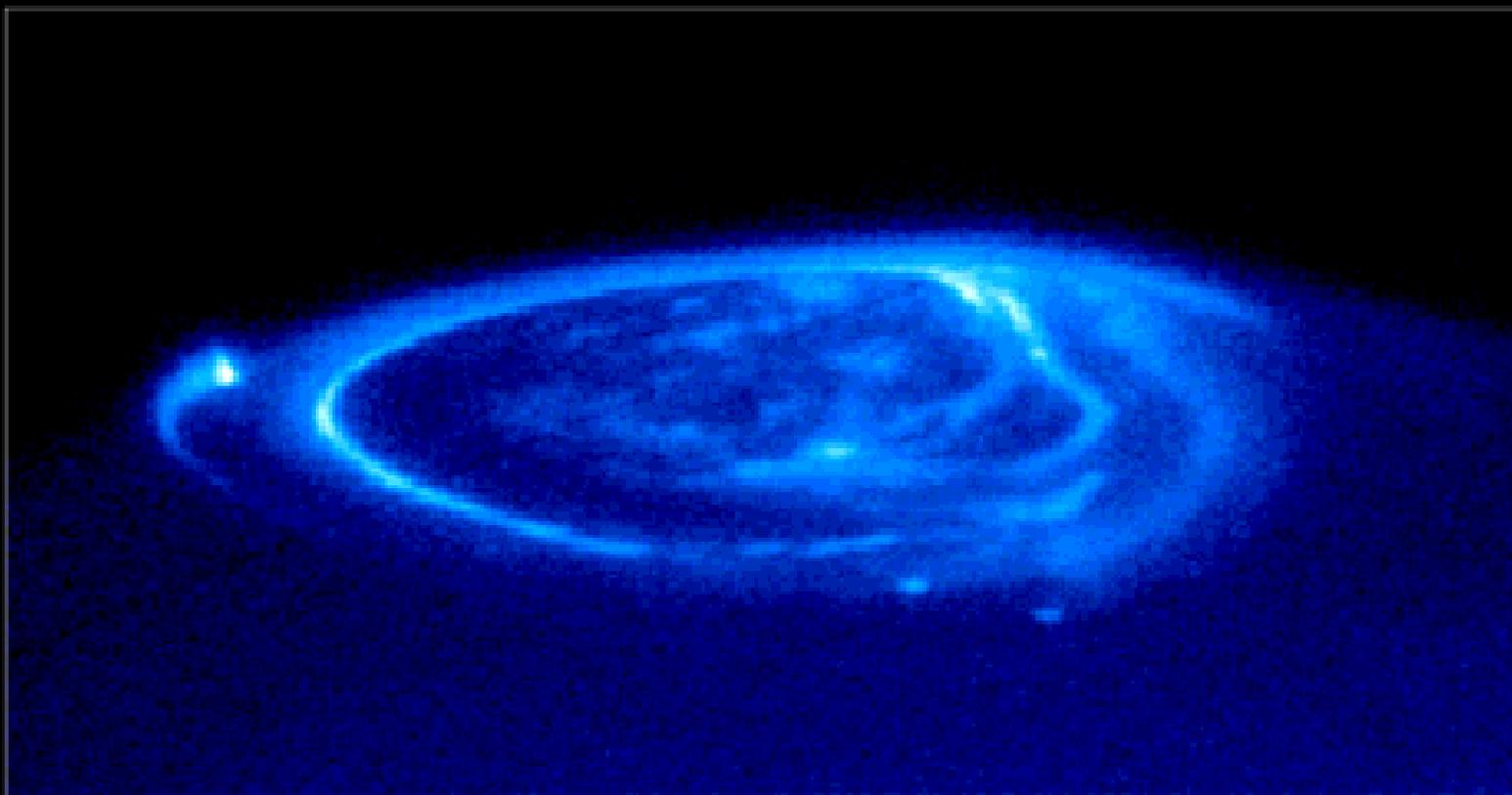


Hidratos de metano





Fotos captadas por la Sonda Galileo mostrando la aparición de descargas eléctricas en Júpiter (Foto Cortesía NASA)



Jupiter Aurora
Hubble Space Telescope • STIS

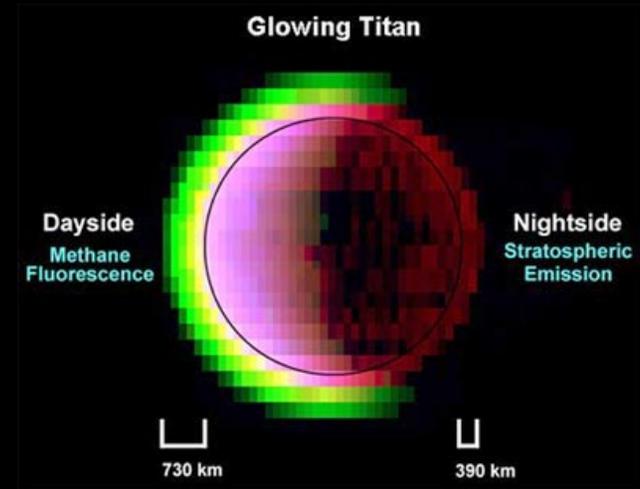


Totalidad de las
descargas en el interior
de las nubes.

Fluorescencia y
descargas típicas de
gas rico en H II.



Perspectivas.



Conclusiones

- Durante y después de precipitaciones intensas y/o prolongadas, la actividad disminuye o desaparece por completo porque las precipitaciones arrastran el metano hacia la superficie.
- Durante la estación seca la evaporación y la temperatura se incrementan, permitiendo la volatilidad del gas y su rápido ascenso a las nubes altas donde se formarían cristales autopolarizados eléctricamente.
- Los vientos no disipan la acumulación relativa del metano porque éste queda atrapado al interior de las nubes. Este proceso de acumulación puede ser favorecido por la existencia de un centro local de baja presión (Gol, 1963) situado entre los ríos Bravo y Catatumbo para cotas inferiores a tres mil metros.