

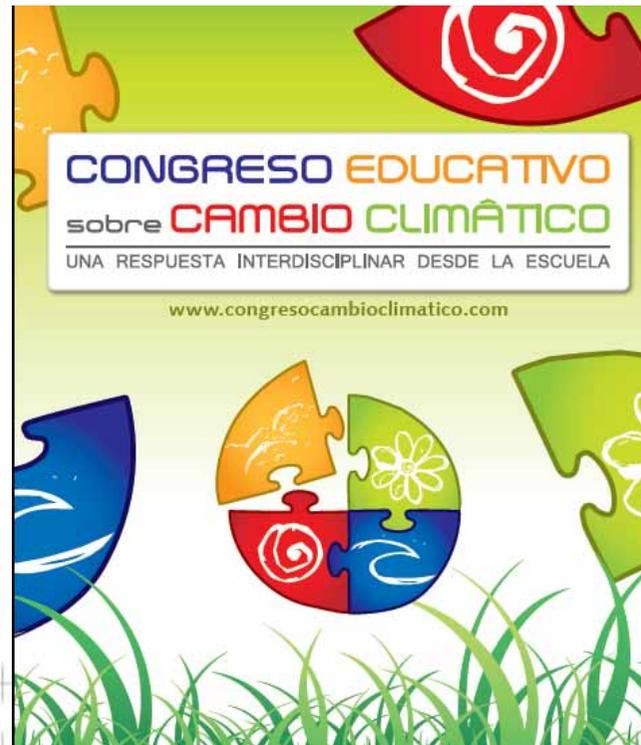
Las Palmas, 6, 7 y 8 de mayo de 2010

Gases de efecto invernadero y aerosoles: causantes del cambio climático

Emilio Cuevas-Agulló

Centro de Investigación Atmosférica de Izaña

Agencia Estatal de Meteorología



¿ Qué hace pensar a los científicos que los seres humanos son los causantes del calentamiento global ?

Hay tres hechos....

1

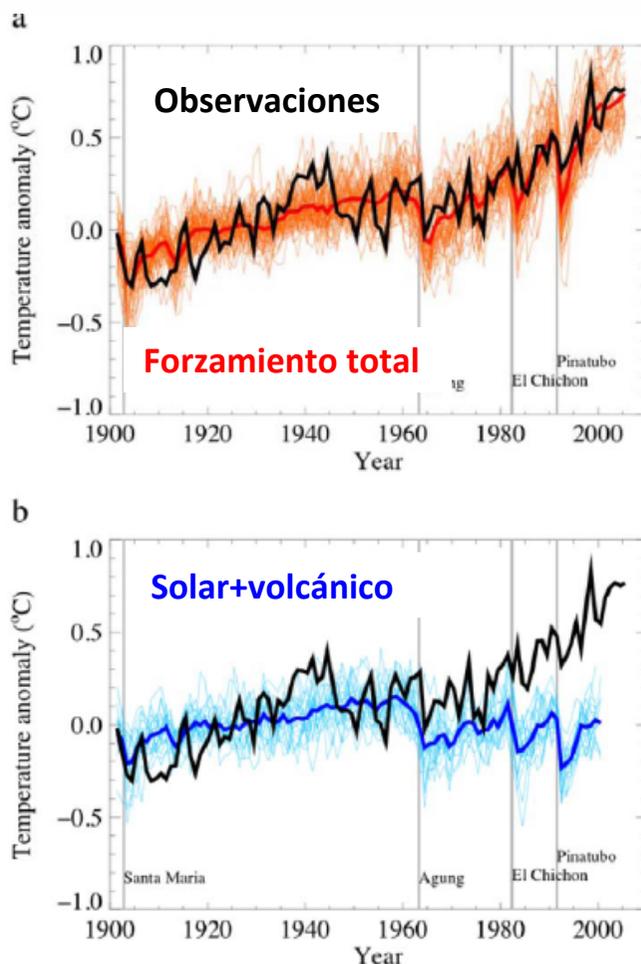
Después de cada era glacial el planeta Tierra ha necesitado 5.000 años para calentarse entre 4 y 7 °C.

En solo 100 años la temperatura se ha elevado en 0,7°C:

→ 8 veces más rápido que los calentamientos naturales previos después de las eras glaciales

2

Los rápidos cambios observados en la temperatura solo son explicados si se introducen los gases de efecto invernadero.



Los cambios observados en temperatura son consistentes con:

✓ **Respuestas esperadas a los forzamientos**

X **Inconsistente con explicaciones alternativas**

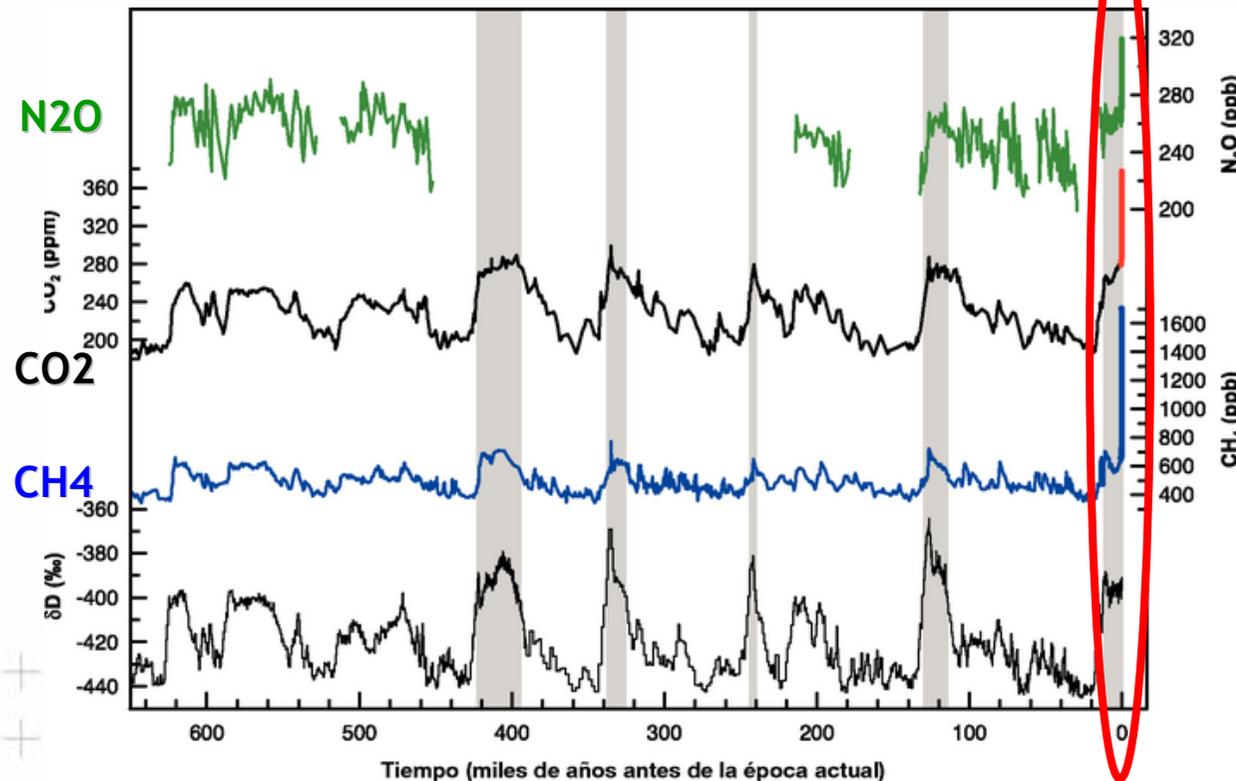
IPCC-2007

3

Los datos paleoclimáticos muestran que los niveles de gases de efecto invernadero (sobre todo CO₂) son más altos de lo que jamás han sido en los últimos 800.000 años.

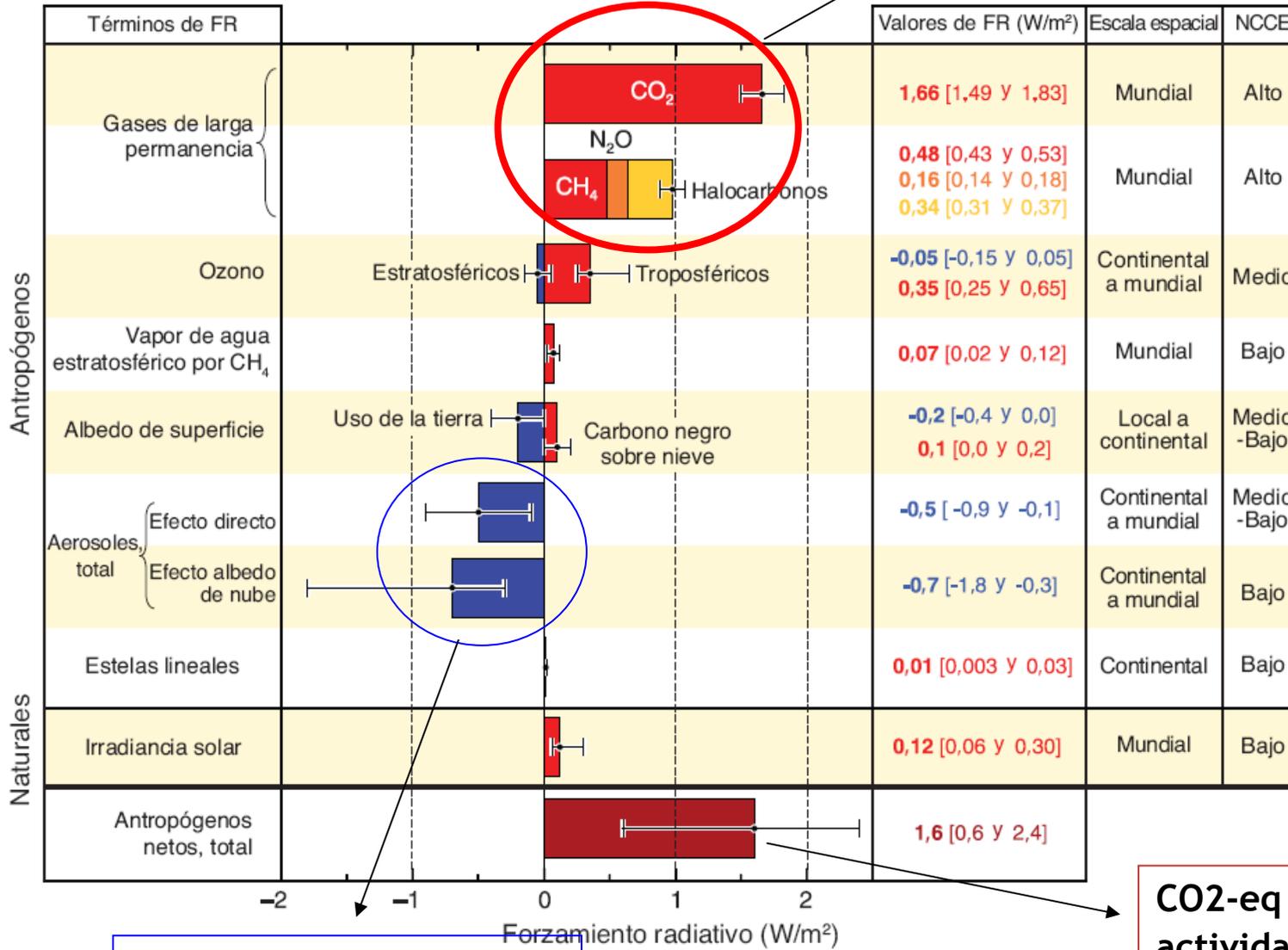
→ No existe razón que pueda explicar por qué estos niveles tan altos de gases de efecto invernadero no debieran causar un calentamiento global.

IPCC-2007



CO₂-eq de 455 ppm para gases de efecto invernadero de larga duración

Componentes del forzamiento radiativo



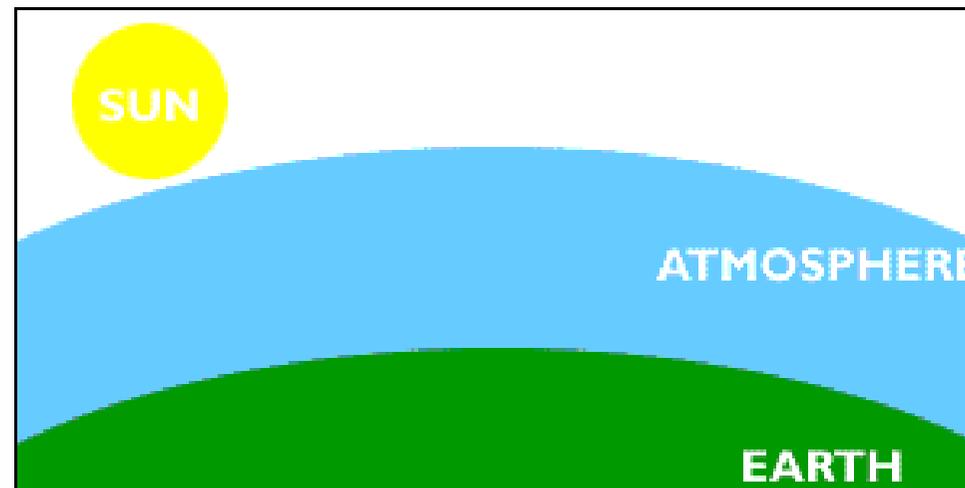
IPCC-2007

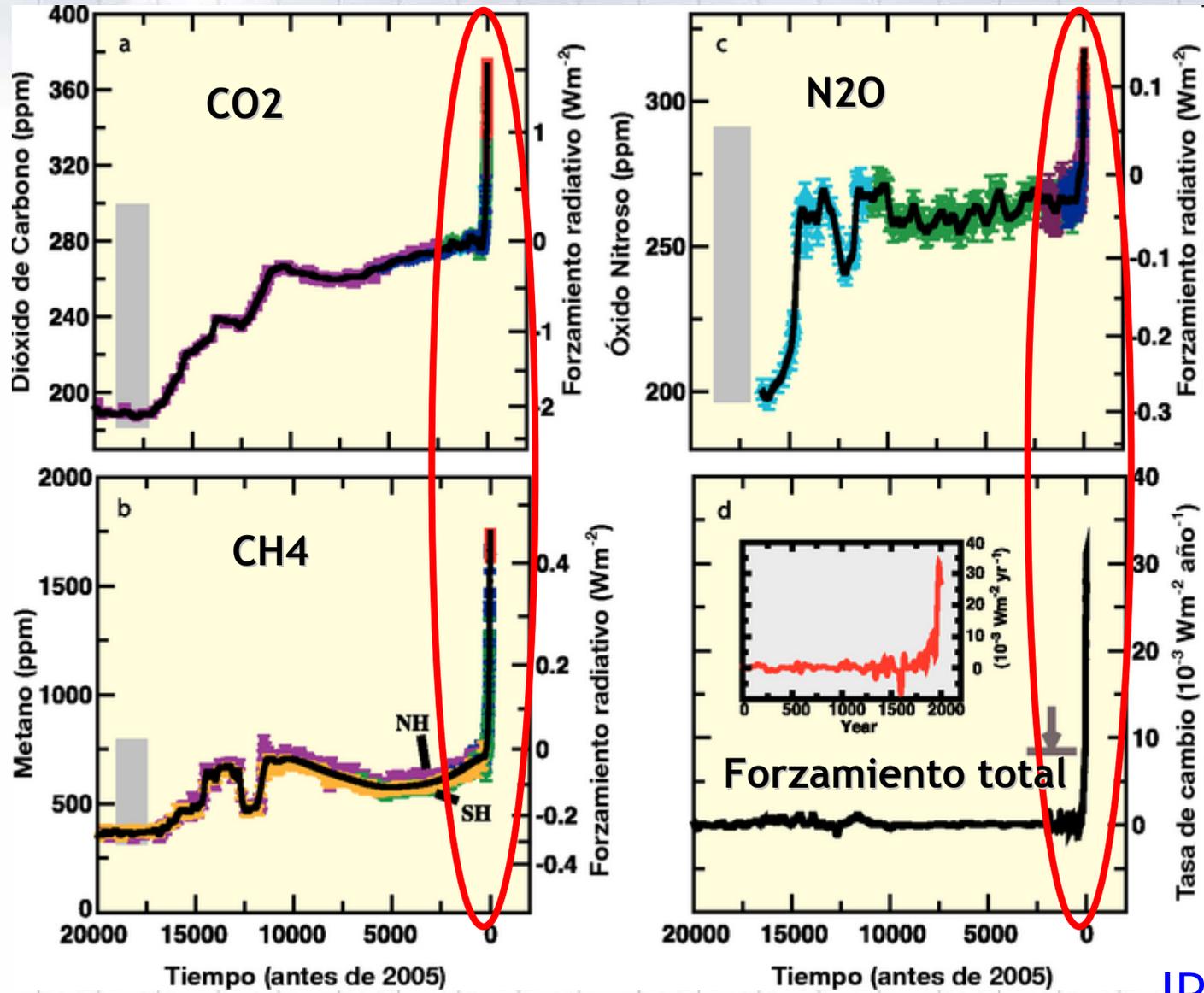
Gases de efecto invernadero:
Gases integrantes de la atmósfera, de origen natural y antropogénico, que absorben y emiten radiación en determinadas longitudes de ondas del espectro de radiación infrarroja emitido por la superficie de la Tierra, la atmósfera, y las nubes.

El efecto desaparece a las pocas semanas

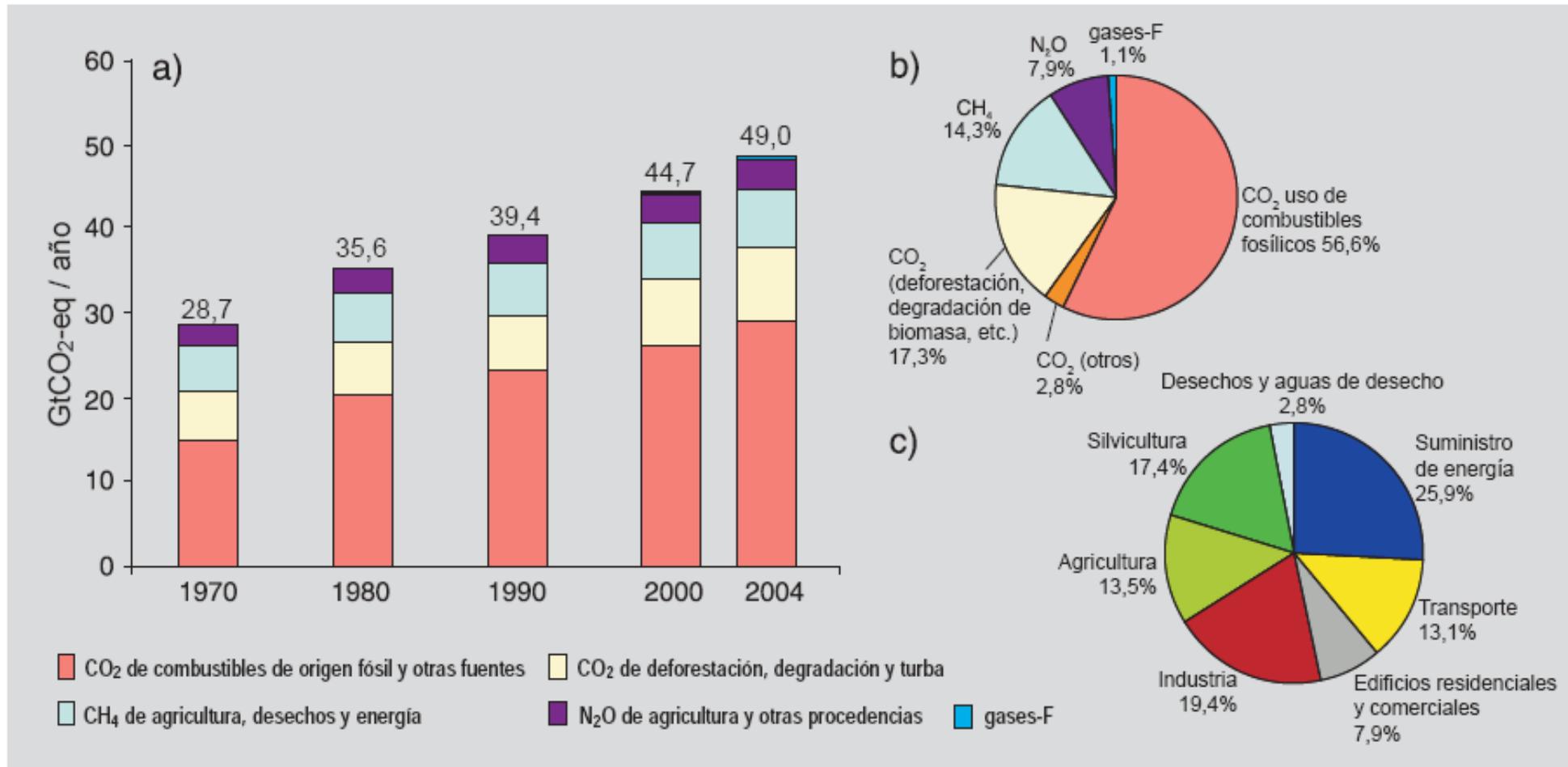
CO₂-eq de 375 ppm por actividades humanas

Gases de efecto invernadero





Emisiones mundiales de GEI antropógenos

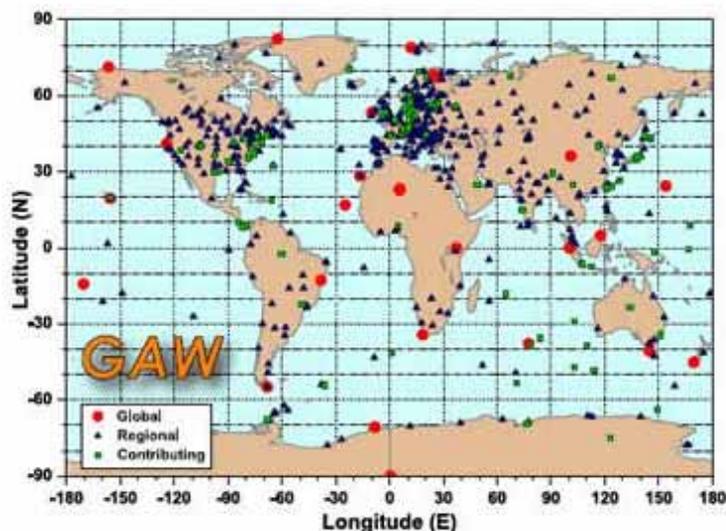


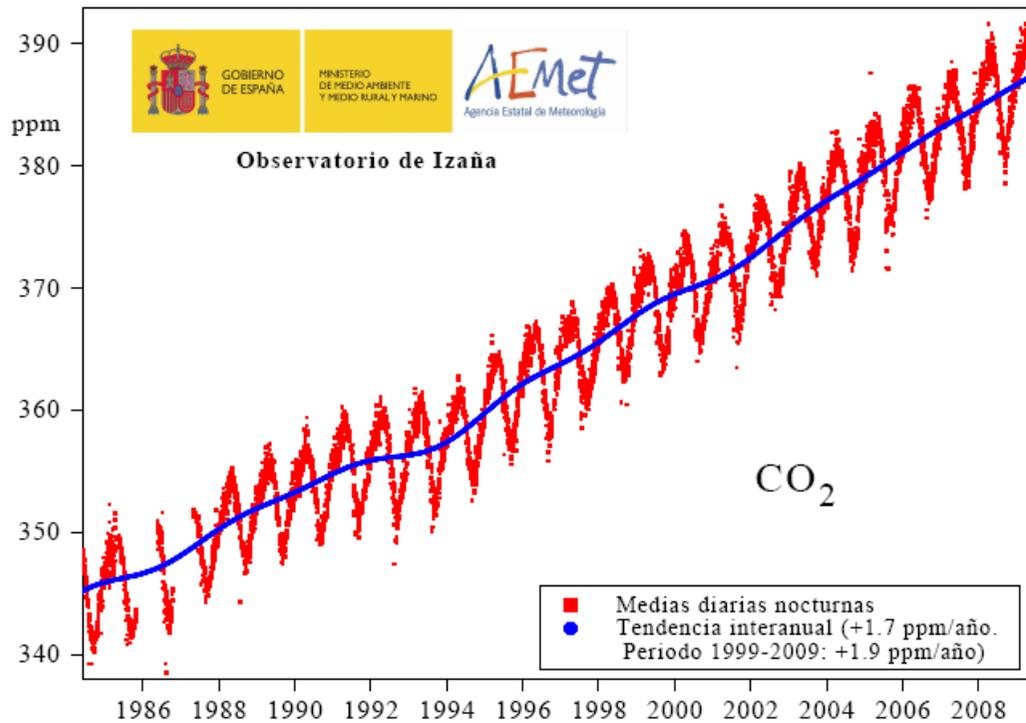
IPCC-2007



Medidas continuas in situ de GHGs en Izaña (contribución al programa VAG de la OMM):

Molécula	Desde	Valor actual	Objetivo VAG	Analizador
CO ₂	1984	385 ppm	+/- 0.1 ppm	NDIR
CH ₄	1984	1800 ppb	+/- 2 ppb	GC-FID
O ₃	1987	40 ppb	+/- 1ppb	UV Abs.
N ₂ O	2007	320 ppb	+/- 0.1 ppb	GC-ECD
SF ₆	2007	6.5 ppt	+/- 0.02 ppt	GC-ECD





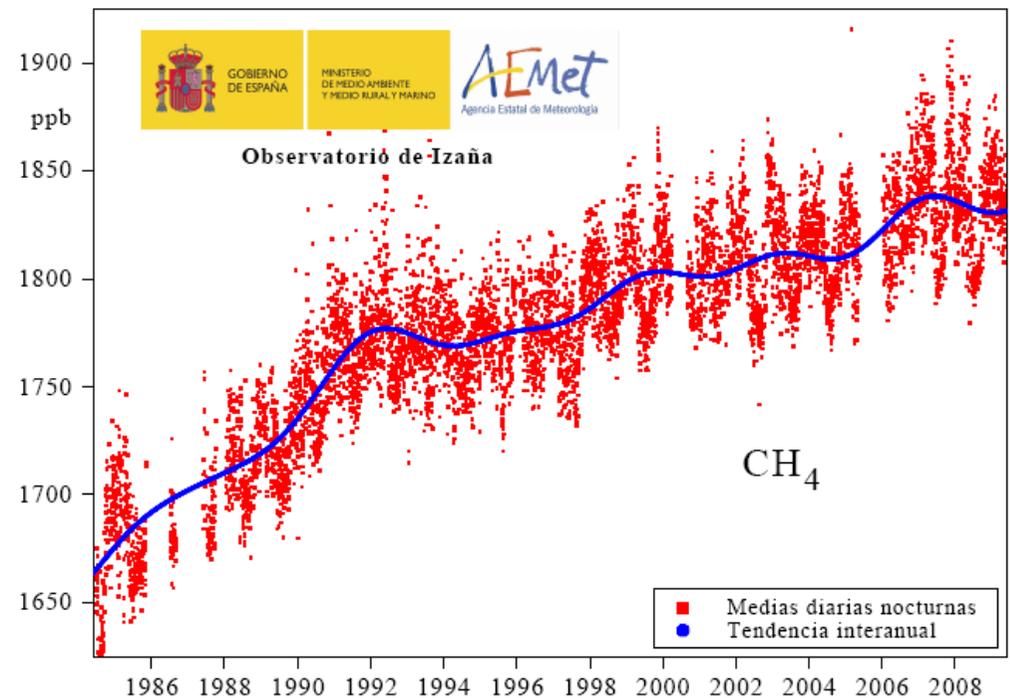
Se ha incrementado un 20% en el periodo 1995-2005.

En los diez últimos años, la tasa de crecimiento anual de las concentraciones de CO₂ (1,9 ppm anuales)

25 años monitorizando CO₂ y CH₄

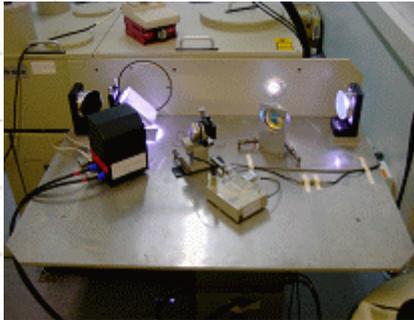
La concentración de CH₄ en la atmósfera mundial ha aumentado, respecto de un valor preindustrial de aproximadamente 715 ppb, hasta las 1850 ppb en 2008.

Las tasas de crecimiento han disminuido desde el comienzo de los años 90.



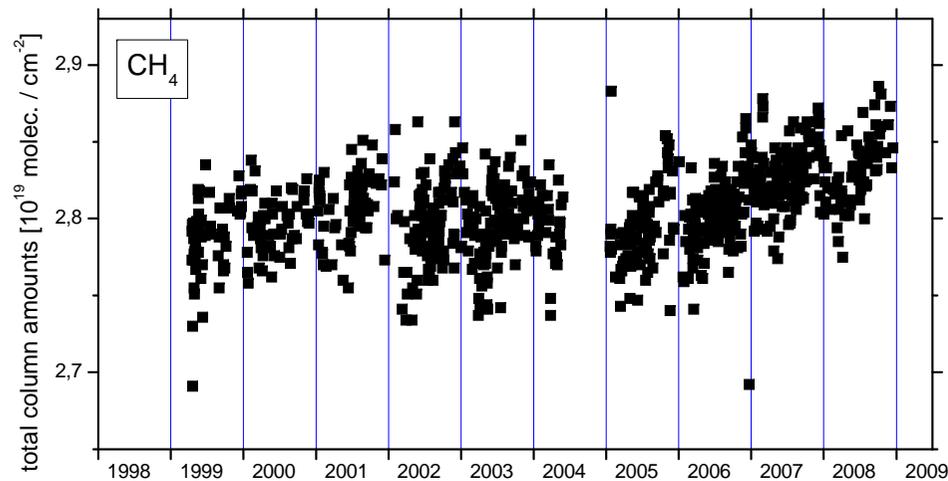
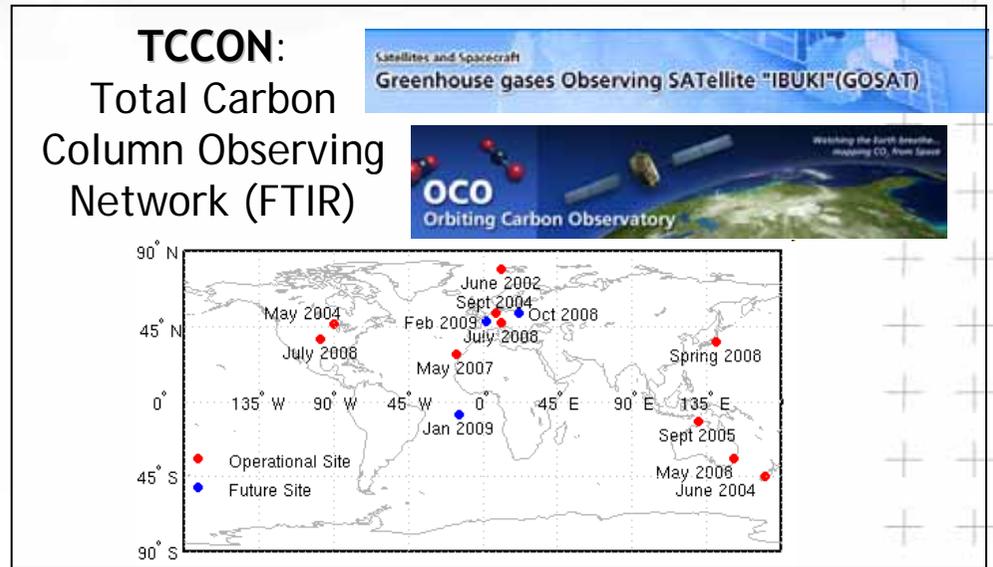
Medidas de columna de GHGs en Izaña

Espectrómetro IR de transformada de Fourier (FTIR)



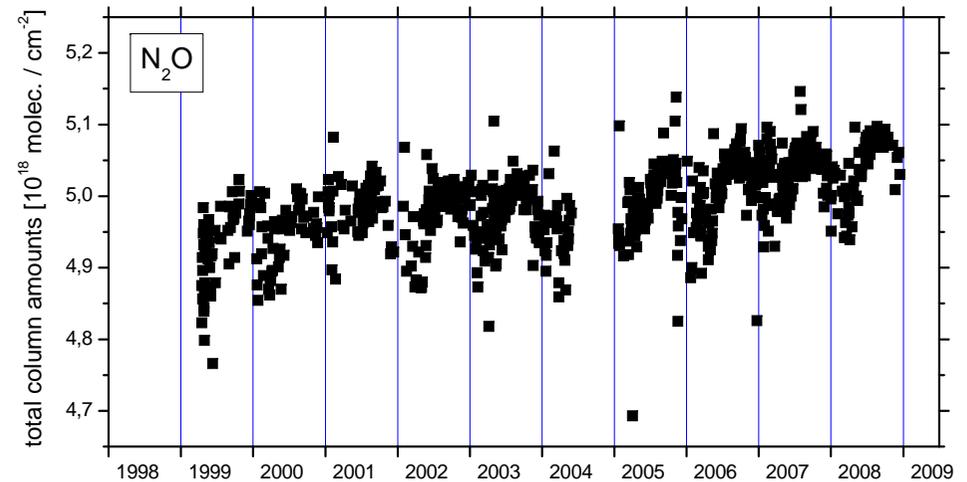
- CH₄, N₂O, H₂O, CFCs
- CO₂ (en desarrollo)

La incertidumbre relativa en las medidas de columna es bastante mayor que en las medidas in situ



N₂O en columna (1999-2008)

CH₄ en columna (1999-2008)

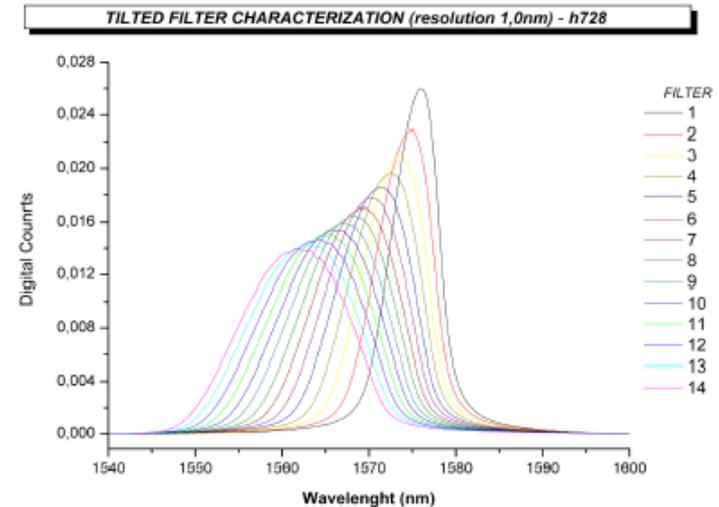


Medidas de columna de GHGs en Izaña

Desarrollo de un nuevo instrumento de medida de CO₂ en columna



Tilted filter CO₂ photometer prototypes



Objetivo: conseguir un instrumento que mida CO₂ en columna a un precio asequible (30K€) para implantar una red global que permita:

- 1) Validar medidas desde satélites
- 2) Comprender mejor el sistema de fuentes y sumideros de CO₂
- 3) Ser utilizada como herramienta supervisora en el mercado de emisiones de CO₂

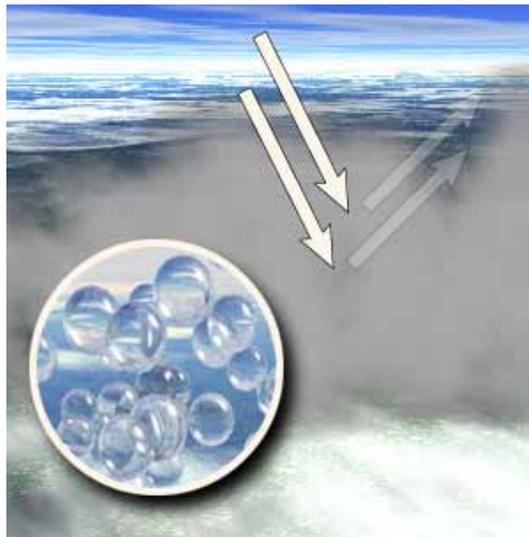
Conclusiones sobre gases de efecto invernadero

- ✓ Las concentraciones atmosféricas de CO₂ y CH₄ in 2005 exceden de lejos las variaciones naturales ocurridas en los últimos 650.000 años
- ✓ El papel desempeñado por los gases de efecto invernadero es bien conocido y su incremento se identifica claramente y sin dudas. Solo el CO₂ provoca un forzamiento superior a **1,5 Wm⁻²**.
- ✓ El efecto neto de las actividades humanas se sabe que causa el calentamiento troposférico y está cuantificado.

Aerosoles?! Aerosoles...???? Aerosoles...!!!

- Materia mineral (Al_2O_3 , SiO_2 , CaCO_3 , Ti , Sr , Fe_2O_3): natural, resuspensión tráfico, industria cerámica, cementeras, centrales térmicas (cenizas volantes).
- Sal marina (NaCl)
- Emisiones de combustión (carbono elemental-CE o BC , carbono orgánico-OC o OM)
- Compuestos traza: industria (V , Ni), tráfico (Zn , Cu) otras!!!!

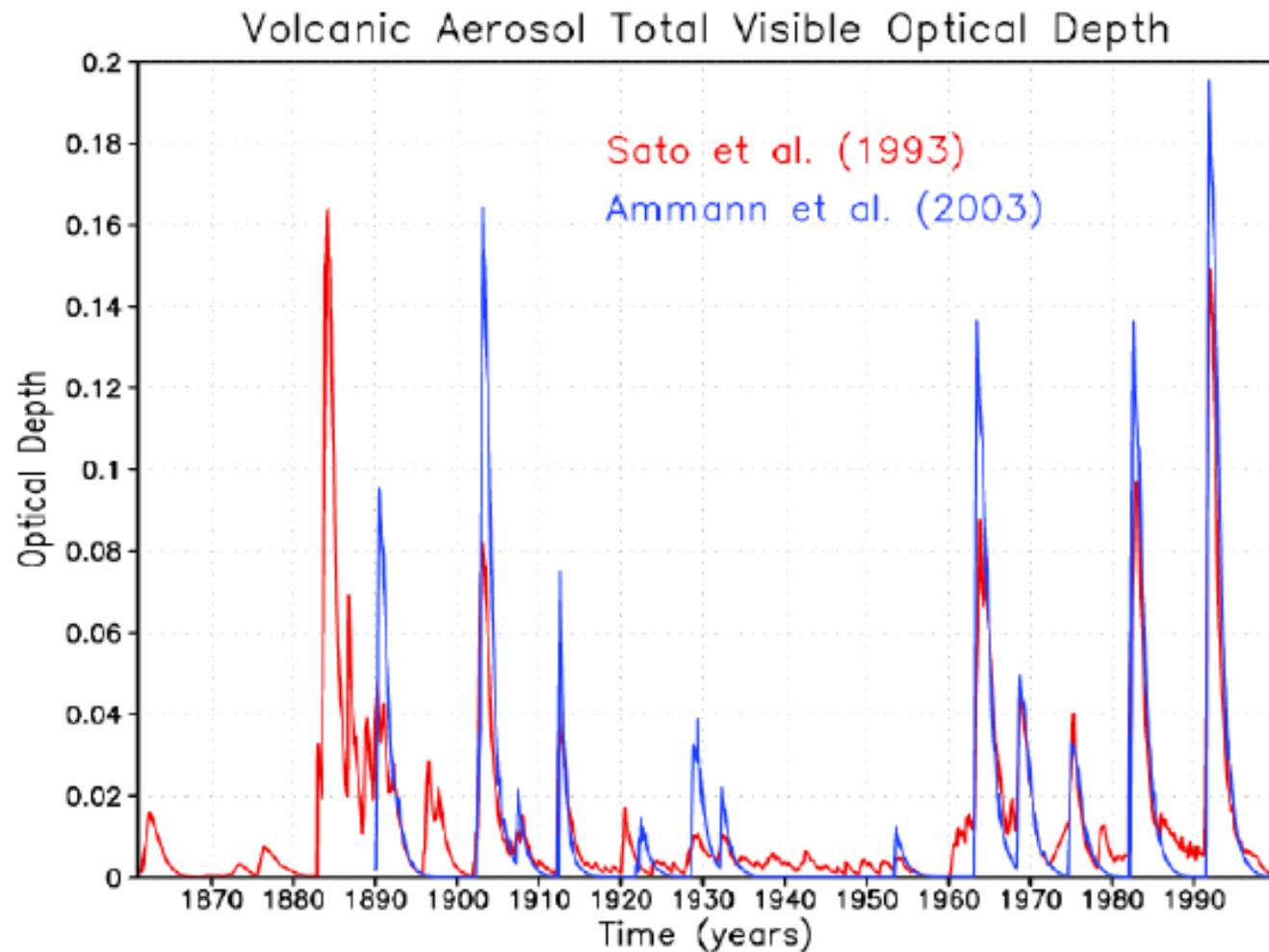
Efectos directos e indirectos de los aerosoles



+
aerosoles



Más gotas más pequeñas:
menor precipitación
nubes más blancas y reflectoras
nubes más duraderas



Los aerosoles volcánicos tienen efectos transitorios y limitados. Las erupciones volcánicas son episódicas.

PROGRAMA DE AEROSOLES en Izaña

5 de junio de 2009

AEROSOLES Y CLIMA.

Observatorio Atmosférico de Izaña



- concentración de materia mineral (polvo Sahariano)..... Nov 1987
- concentración de partículas gruesas, finas, ultrafinas y nano..... Nov 2006
- distribución de tamaños 10nm -20µm..... Nov 2006
- composición química
(mineral, sal marina, sulfato, nitrato, carbono orgánico, hollín, metales trazas)..... Feb 2002
- propiedades ópticas: coeficiente de dispersión σ_{scat} (azul, verde y rojo).. Abr 2008
- propiedades ópticas: coeficiente de absorción σ_{abs} Nov 2006



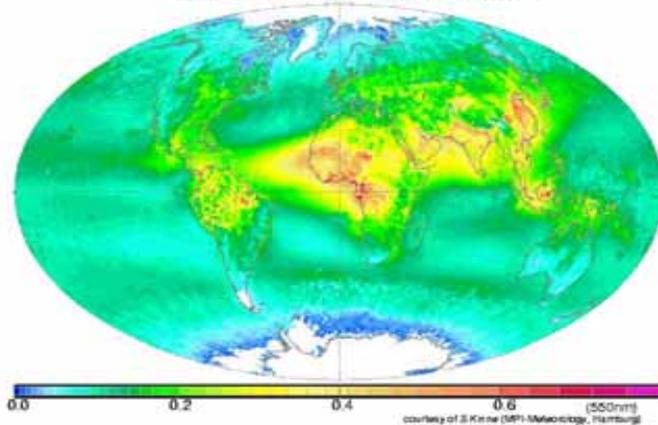
Centro de Calibración de las redes PHOTONS/AERONET y RIMA/AERONET

NASA AERONET (Aerosol RObotic NETwork) <http://aeronet.gsfc.nasa.gov>

PHOTONS (PHOTométrie pour le Traitement Opérationnel de Normalisation Satellitaire)

RIMA (Red Ibérica de medida de Aerosoles Atmosféricos)

SATELLITE COMPOSITE of AOD



(Cortesía de S. Kinne MPI, Hamburgo, Alemania).

Masters PHOTONS/RIMA/AERONET

Mauna-Loa & Izaña: Centros de calibración solar absoluta

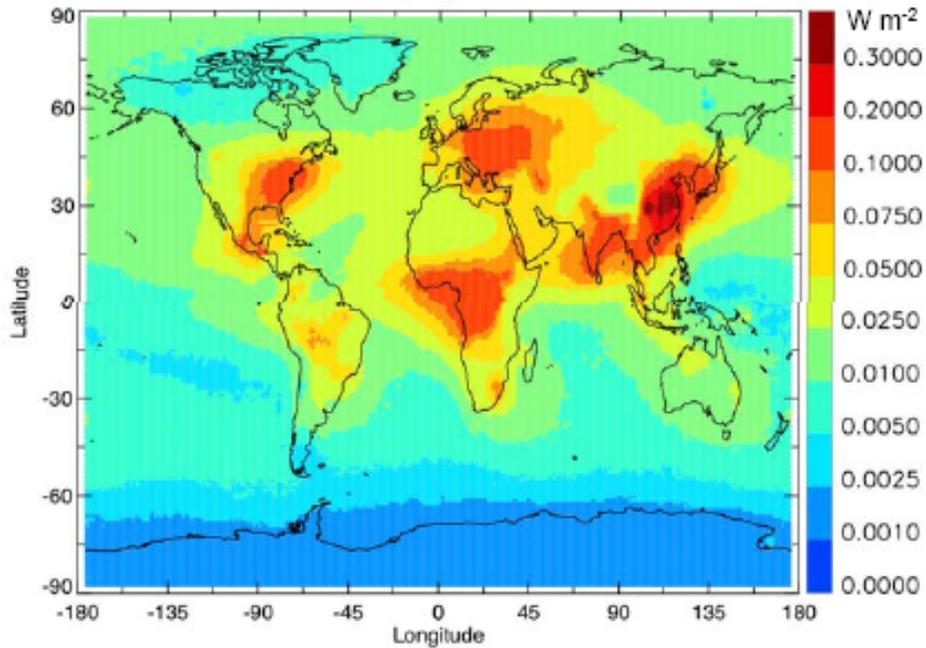
Obtención de constantes extraterrestres

Validación de AOT/AOD
(*aerosol optical thickness / depth*)

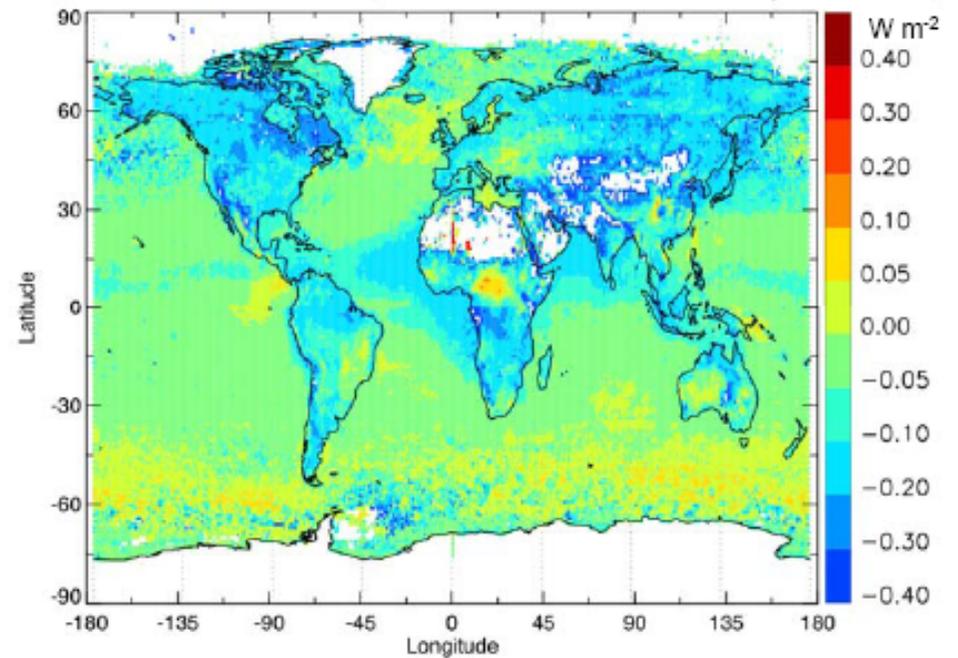


Modelos vs observaciones

AeroCom mean – Anthropogenic aerosol optical depth (AOD)



Total AOD deviation (Aerocom mean – MODIS year 2000)



<http://www.bsc.es/sds-was>



World Meteorological Organization
Member of Climate & Water

NORTHERN AFRICA-MIDDLE EAST-EUROPE (NA-ME-E) REGIONAL CENTER

WMO Sand and Dust Storm Warning Advisory and Assessment System (SDS-WAS)



WMO SDS WAS || Asia/Central Pacific Regional Center || North American Center

[Home](#)

[About us](#)

[Forecasts & Products](#)

[Projects](#)

[Research](#)

[Education](#)

[News & Events](#)

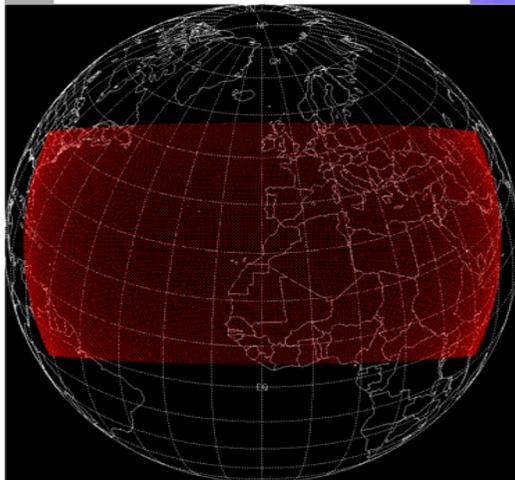
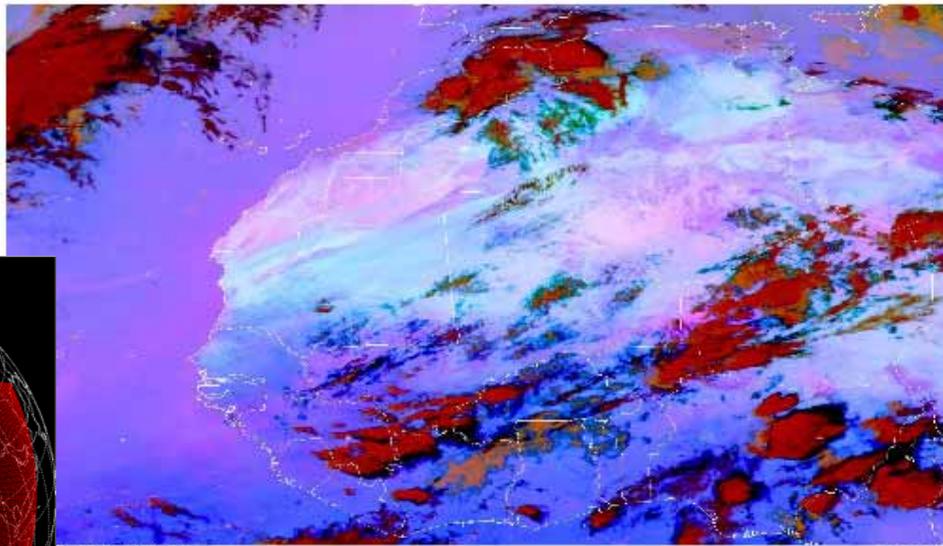
[Contact us](#)

Home

- [About us](#)
- [Forecasts & Products](#)
- [Projects](#)
- [Research](#)
- [Education](#)
- [News & Events](#)
- [Contact us](#)

Northern Africa-Middle East-Europe (NA-ME-E) Regional Center

LATEST RGB dust image (courtesy of EUMETSAT)



Conclusiones sobre aerosoles

En la actualidad el forzamiento radiativo directo de los aerosoles está mejor cuantificado que hace muy pocos años. Un forzamiento radiativo total de aerosoles combinado con todos los tipos de aerosoles se puede estimar por primera vez en $-0,5 \pm 0,4 \text{ W m}^{-2}$, con un nivel medio a bajo de conocimiento científico. (IPCC-2007)

Los efectos que ejercen los aerosoles en el cambio climático son muy difíciles de evaluar debido a que:

- los aerosoles constituyen un componente minoritario de la atmósfera muy difíciles de medir.
- los aerosoles son muy variados y complejos en su composición y naturaleza en un lugar y en un determinado momento.
- los aerosoles se encuentran muy inhomogéneamente distribuidos (especialmente) y su presencia es episódica.
- los aerosoles deben ser estudiados de forma multidisciplinar.
- los aerosoles deben ser observados y estudiados desde el espacio, in-situ, y en el laboratorio.

Gracias por su atención !

www.aemet.izana.org

