

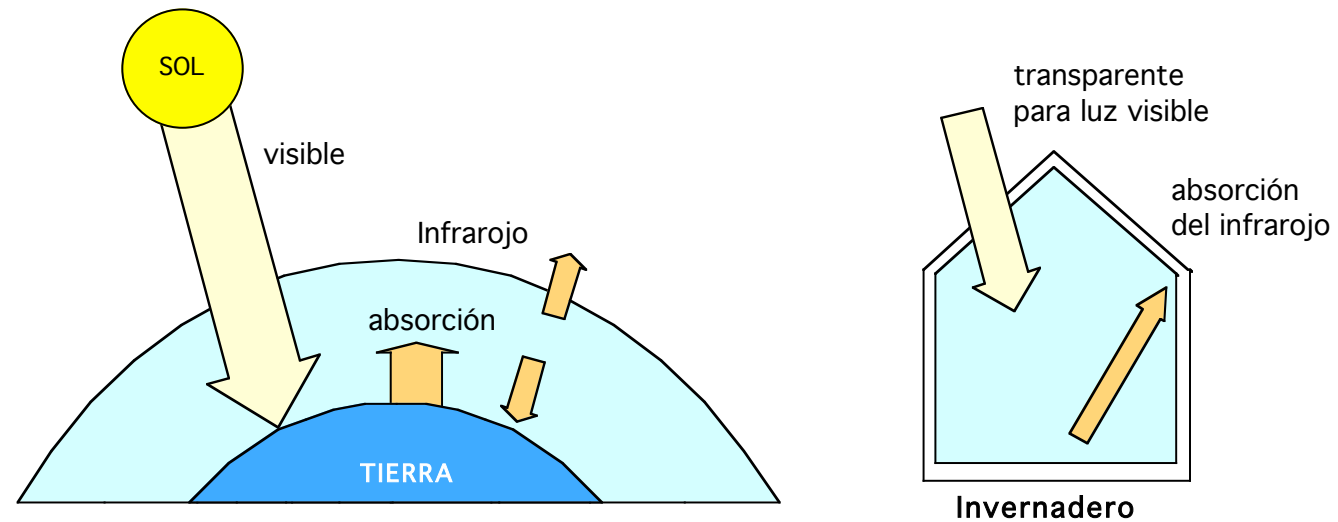


Física y Tecnología Energética

11 - Inconvenientes de los combustibles. El cambio climático.

El efecto Invernadero

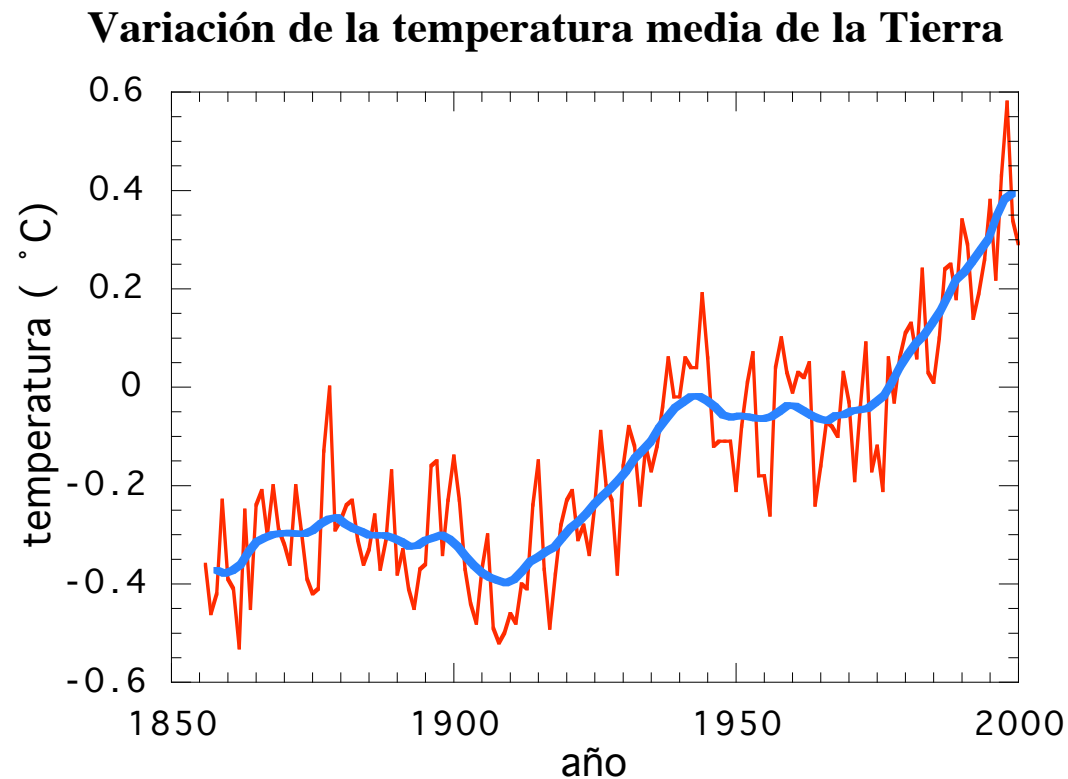
- 1827. J.B. Fourier descubre el fenómeno del atrapamiento radiativo o “efecto invernadero”
 - La atmósfera, al igual que el vidrio de los invernaderos es transparente a la luz visible pero no a las radiaciones infrarojas que son absorbidas por el CO_2 y el vapor de agua
 - Se produce un atrapamiento de la energía radiativa con un calentamiento mayor que para un planeta sin atmósfera.
 - Explica las temperaturas medias de la Tierra (14°C), de la Luna (-23°C), de Marte (-60°C) y de Venus (460°C).



- 1896. S. Arrhenius advierte del problema de excesivo “efecto invernadero” que puede generarse por la quema masiva de combustibles.
 - Calcula que una duplicación del CO_2 atmosférico aumentaría la temperatura terrestre en 6°C

¿ Ha empezado el Calentamiento ?

- 1974 . Metereólogos británicos y americanos avisan que ya es detectable el calentamiento de la tierra debido a las emisiones de los combustibles fósiles



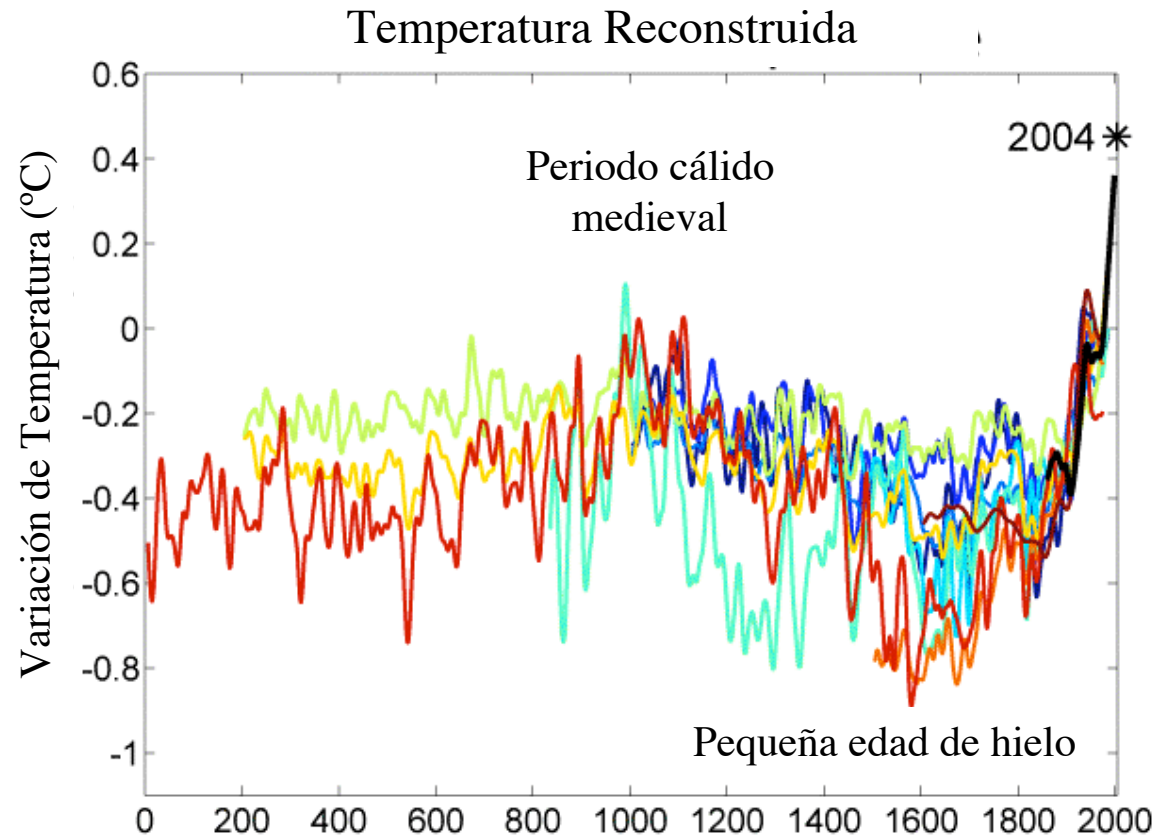
- 1979. I Conferencia Mundial sobre el Clima.
 - Se considera que el calentamiento es un tema de la mayor importancia
 - Hay un notable número de científicos escépticos

Calentamiento y CO₂

- ¿ Realmente está aumentando la temperatura media de la tierra ?
 - Es una magnitud muy variable
 - Solo tenemos series completas del hemisferio Norte
 - Efecto “isla térmica” en las ciudades
- El CO₂ emitido por el hombre, ¿ está en la atmósfera ?
 - Ciclo biológico del carbono. Ciclo geológico y absorción por los océanos
- ¿ Hay otras causas para el cambio de clima ?
 - Hay más gases con efecto “invernadero”: vapor de agua, metano, ozono,... El vapor de agua absorbe gran parte del infrarojo
 - Hay variaciones de la radiación solar, cambios en la órbita, en el eje terrestre, fluctuaciones de las manchas solares.
 - Las erupciones volcánicas generan enfriamientos
 - La tierra se autorregula, si se calienta hay más nubosidad y refleja más radiación solar
- Las actividades humanas ¿ calientan o enfrían el planeta ?
 - Al emitir CO₂ también emitimos cenizas y aerosoles que contribuyen a enfriar.
- ¿ Entendemos el clima terrestre y sus cambios bruscos, como las glaciaciones?
 - Cambios entre dos estados cuasi-estacionarios.
 - El planeta cubierto de hielo refleja la luz solar y no se calienta.
 - Sin hielo, se absorbe la radiación solar y el vapor de agua aumenta el efecto invernadero
 - ¿ La extinción de los dinosaurios se debió a una nube de polvo ?

Las evidencias se acumulan

Estimaciones de temperaturas de siglos anteriores basadas en corales, árboles y otros, parecen confirmar el calentamiento

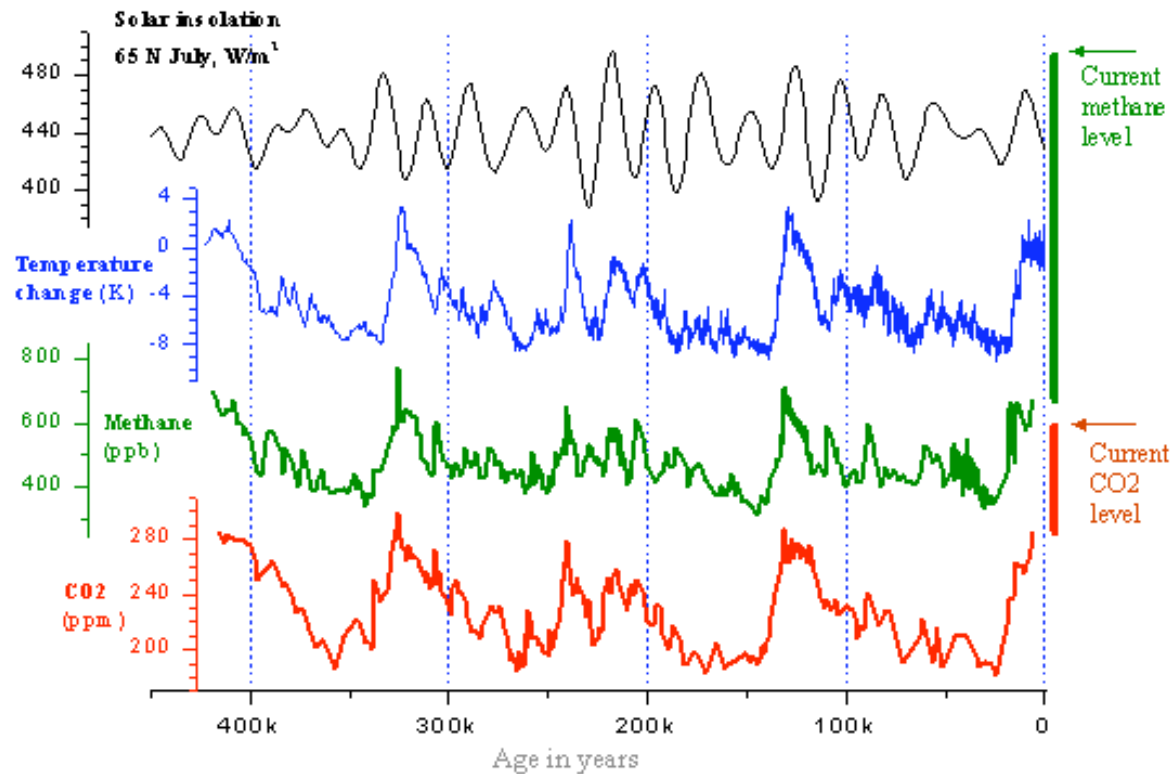


Las evidencias se acumulan

El estudio de las capas de hielo polar también parece confirmar el calentamiento y su relación con los niveles atmosféricos de CO₂

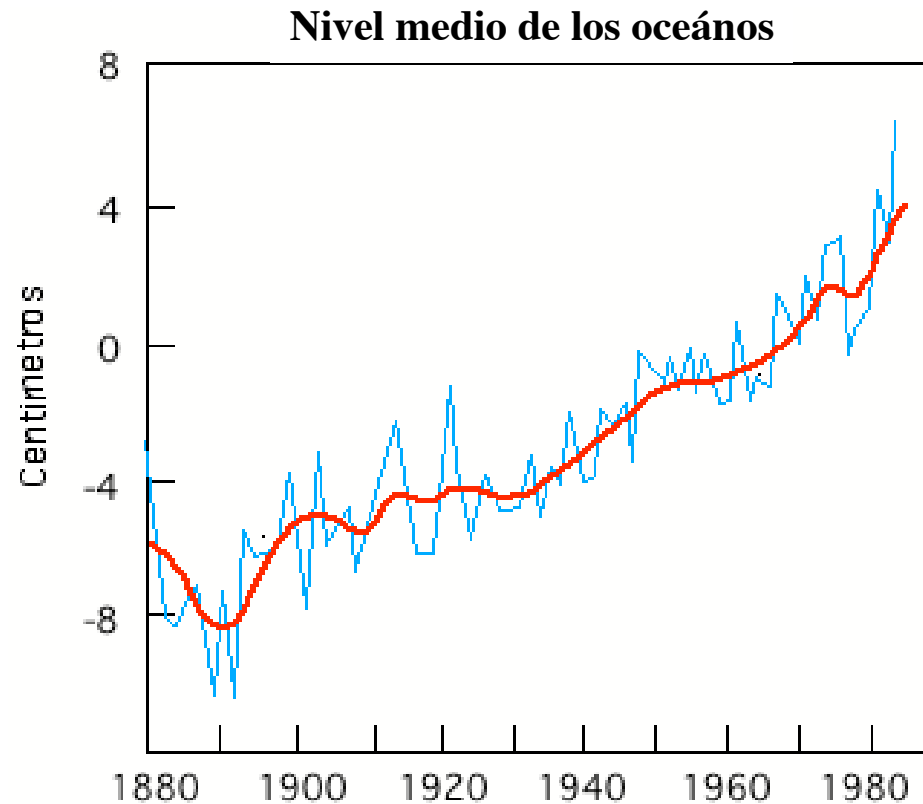
The Vostok ice core record

Source: Petit et al, Nature, 1999.
Berger & Loutre, QSR, 1991

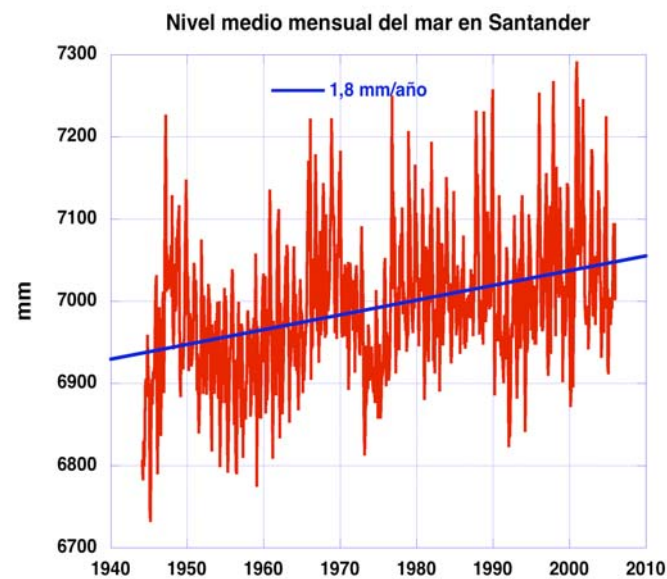
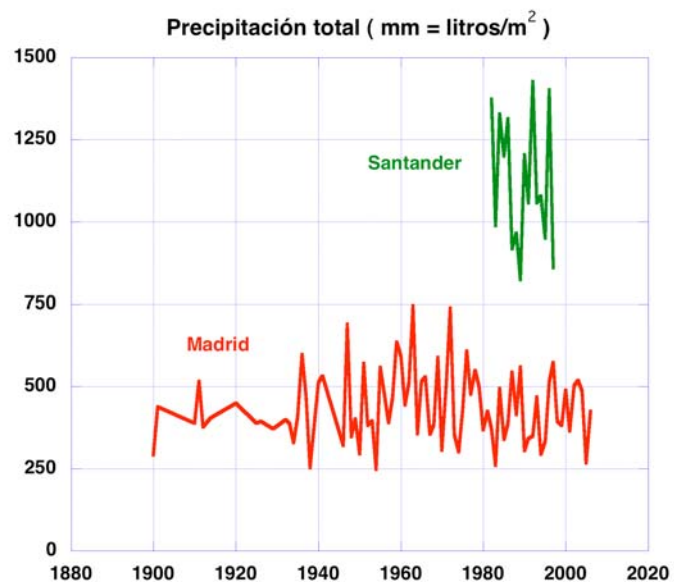
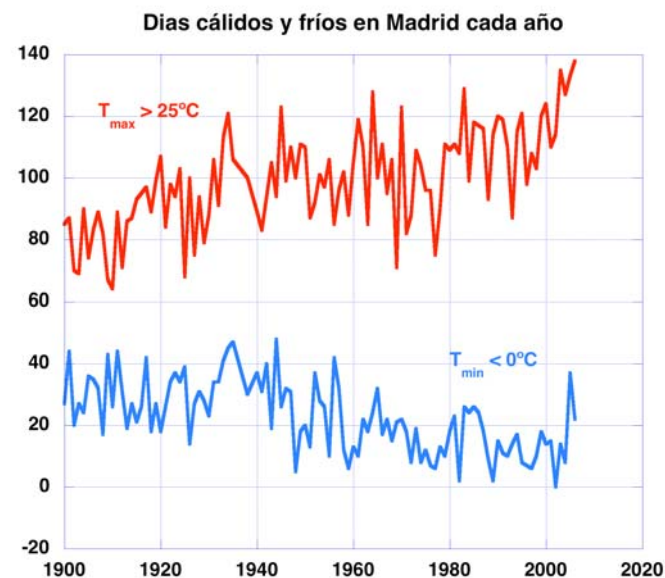
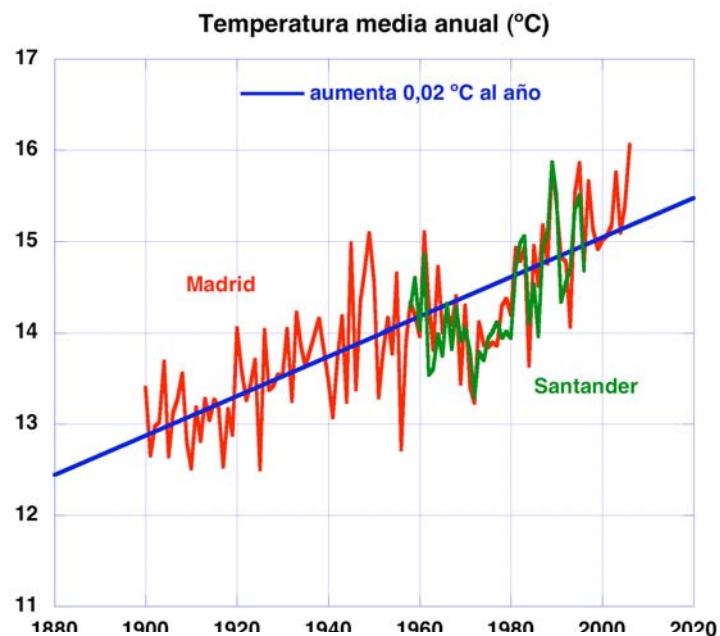


Las evidencias se acumulan

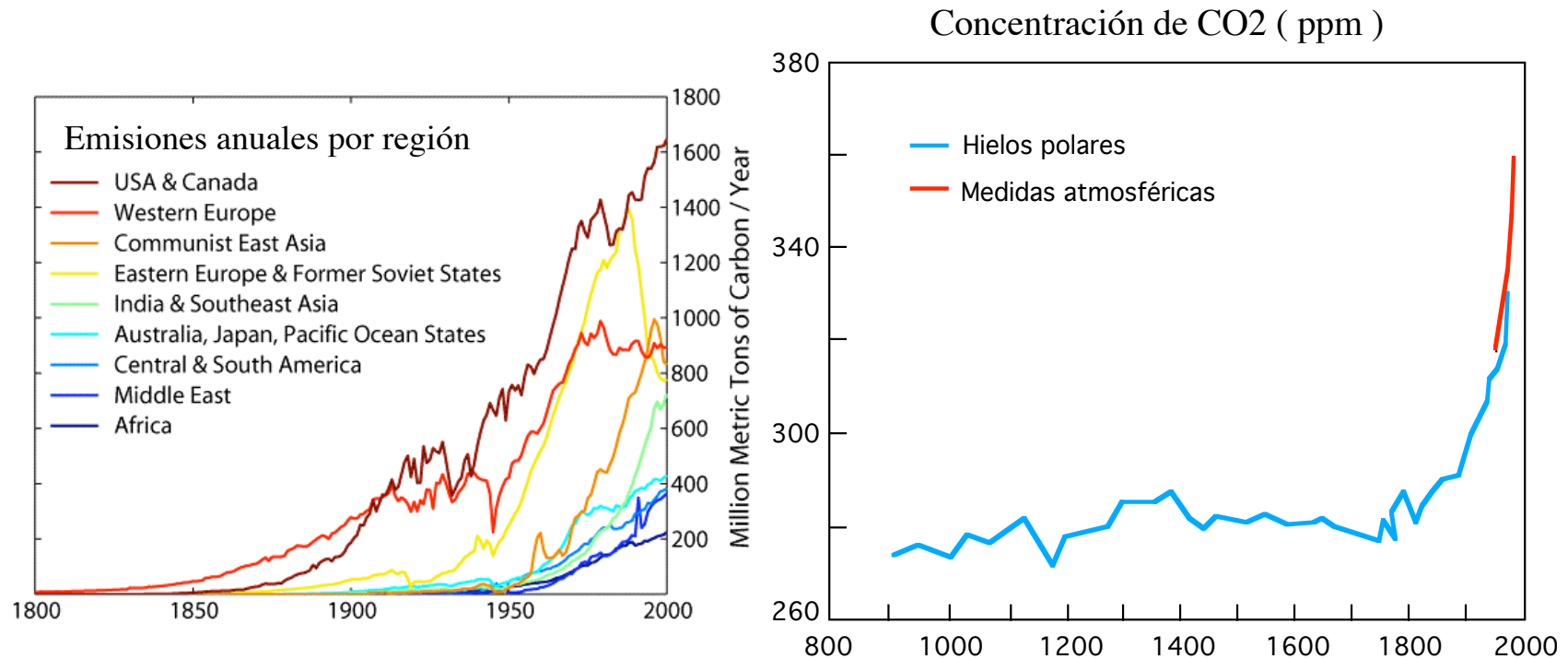
- La extensión de los hielos marinos se ha reducido
- La extensión de los glaciares se reduce cada año
- El número de días al año con helada se reduce
- El nivel del mar ha subido 10 cm durante el siglo XX



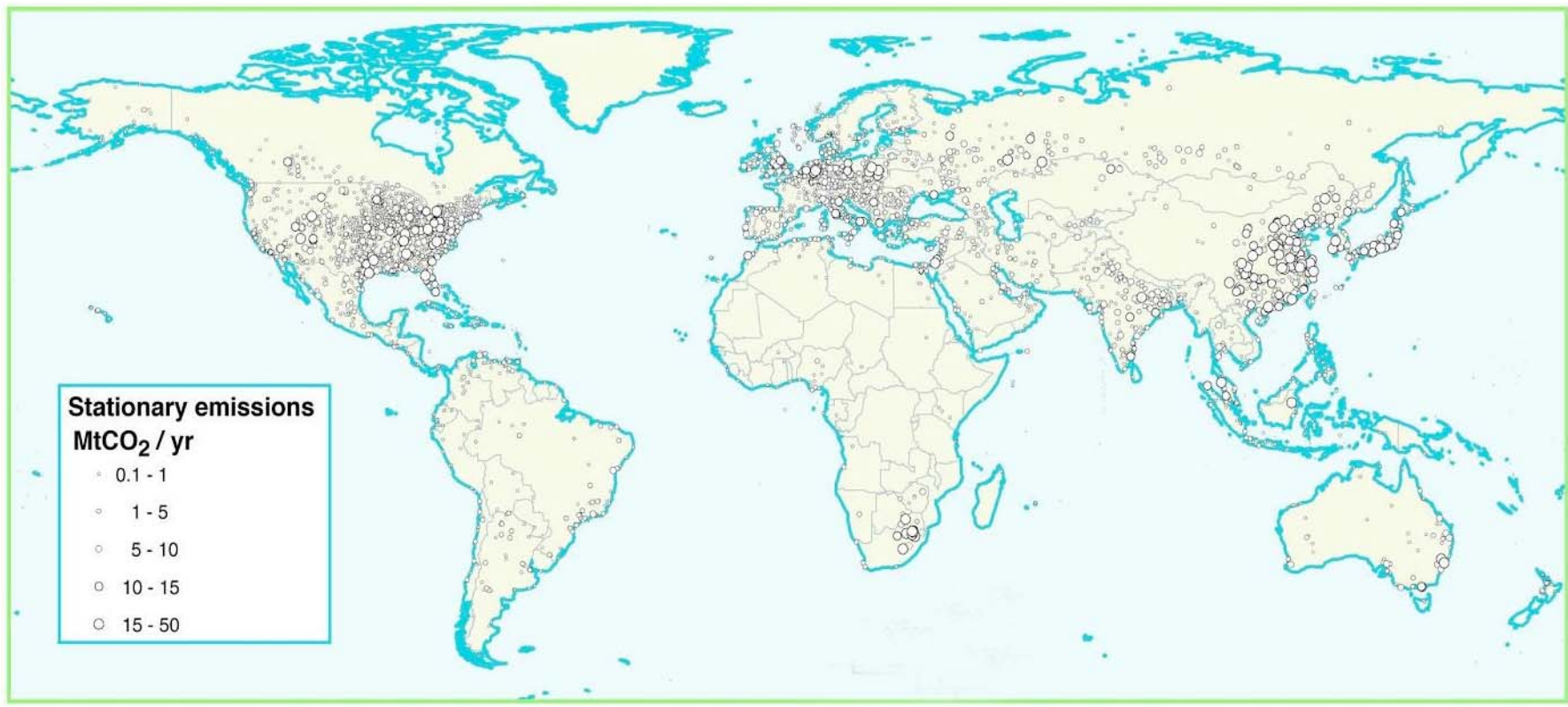
Las evidencias se acumulan (en todas partes)



La concentración de CO₂ en la atmósfera va aumentando



Emisiones de CO₂



Modelos teóricos del clima

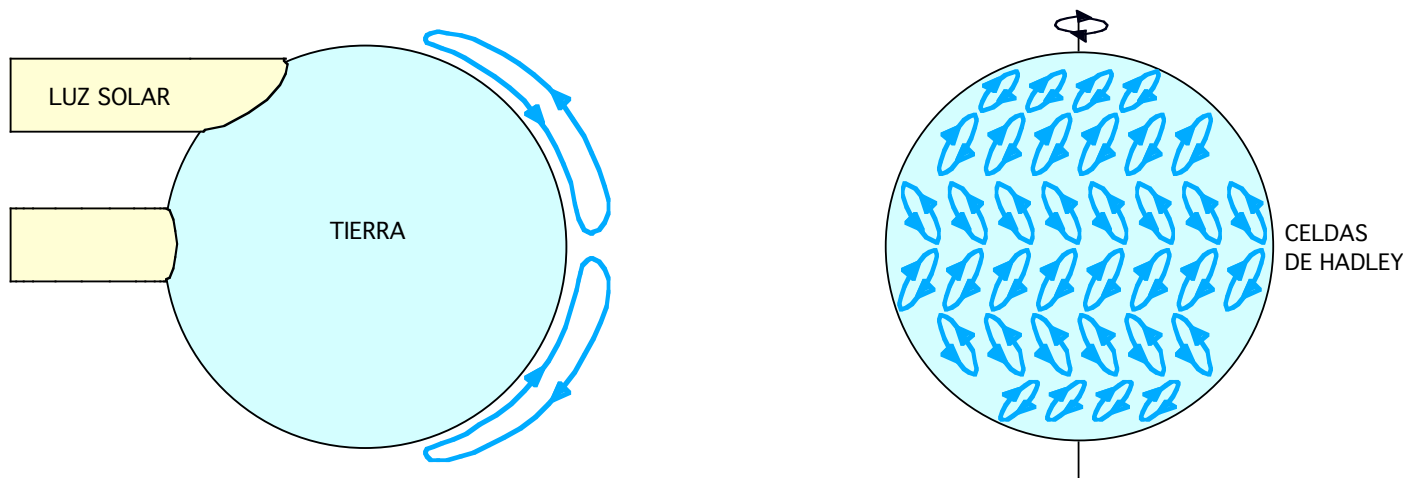
- **Un modelo teórico que concuerde con lo observado nos permite establecer las causas.**
- **La atmósfera es un sistema muy complicado, aparte del efecto invernadero hay muchos otros fenómenos.**

Es necesario introducir en el cálculo todos estos fenómenos

- Radiación solar que se recibe y su interacción con la atmósfera y con la superficie terrestre
- Circulación atmosférica y Oceánica
- Emisión infraroja de los continentes y océanos
- Nubosidad y polvo atmosférico
- Efecto de los gases invernadero
- Absorción y emisión natural de los gases
- Variación de la intensidad solar
- Nubes de polvo de las Erupciones volcánicas

El clima terrestre

- La luz Solar calienta de forma distinta las diferentes regiones del globo
 - Se debería formar una circulación continua de aire entre el ecuador cálido y los polos fríos
 - La rotación terrestre (Coriolis) impide esta circulación general convirtiéndola en ciclos locales (borrascas)
 - Al calentarse de forma distinta tierra y mar, que no están repartidos homogéneamente las circulaciones son turbulentas y altamente variables

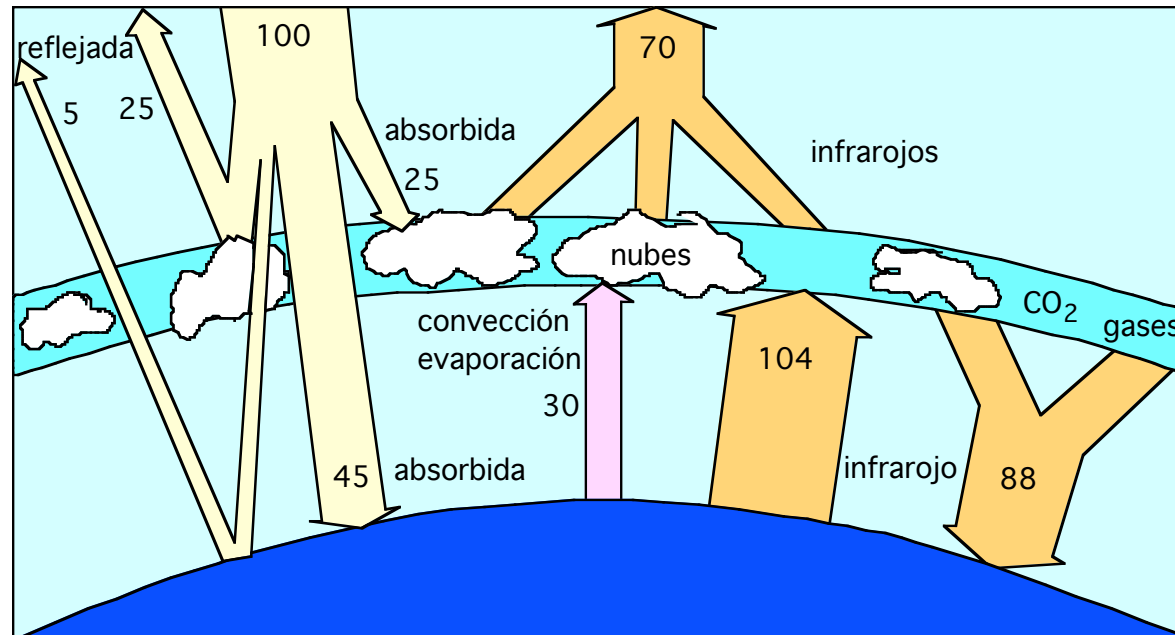


- La intensidad de la luz Solar varía.
 - Manchas solares. Cambia la actividad solar cada 11 años
 - La órbita cambia su excentricidad cada 105 000 años
 - La inclinación del eje terrestre cambia cada 41 000 años

El balance de radiación

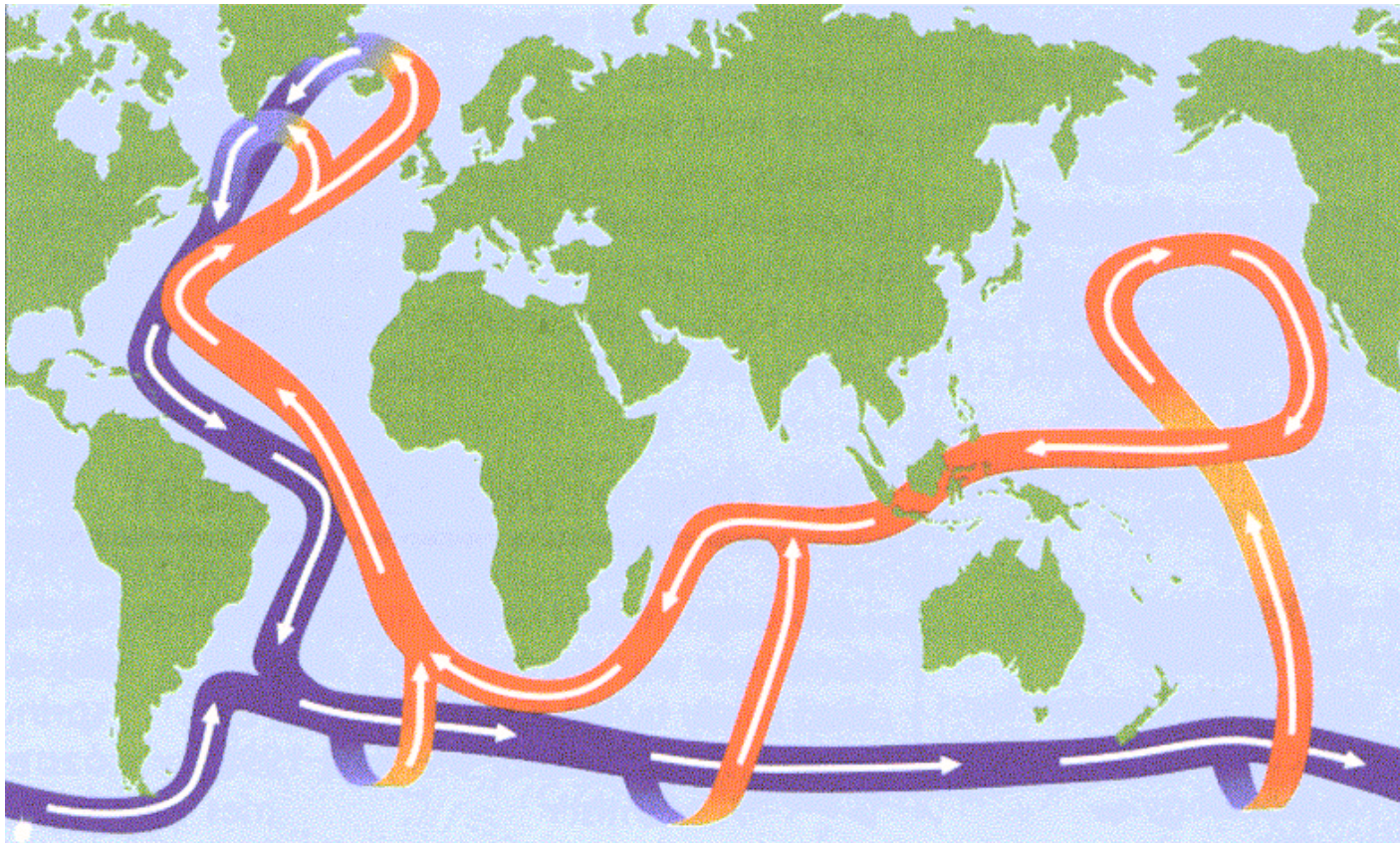
- La radiación es reflejada (enfriamiento)
 - por las nubes y las partículas de polvo de la atmósfera y por los hielos terrestres
- La radiación es absorbida en la atmósfera (calentamiento)
 - CO₂, Metano, vapor de agua, CFCs, Ozono, NO....
 - Los gases de efecto invernadero son de origen tanto humano como natural.

Balance Radiativo de la Tierra



El reparto del calor en la tierra

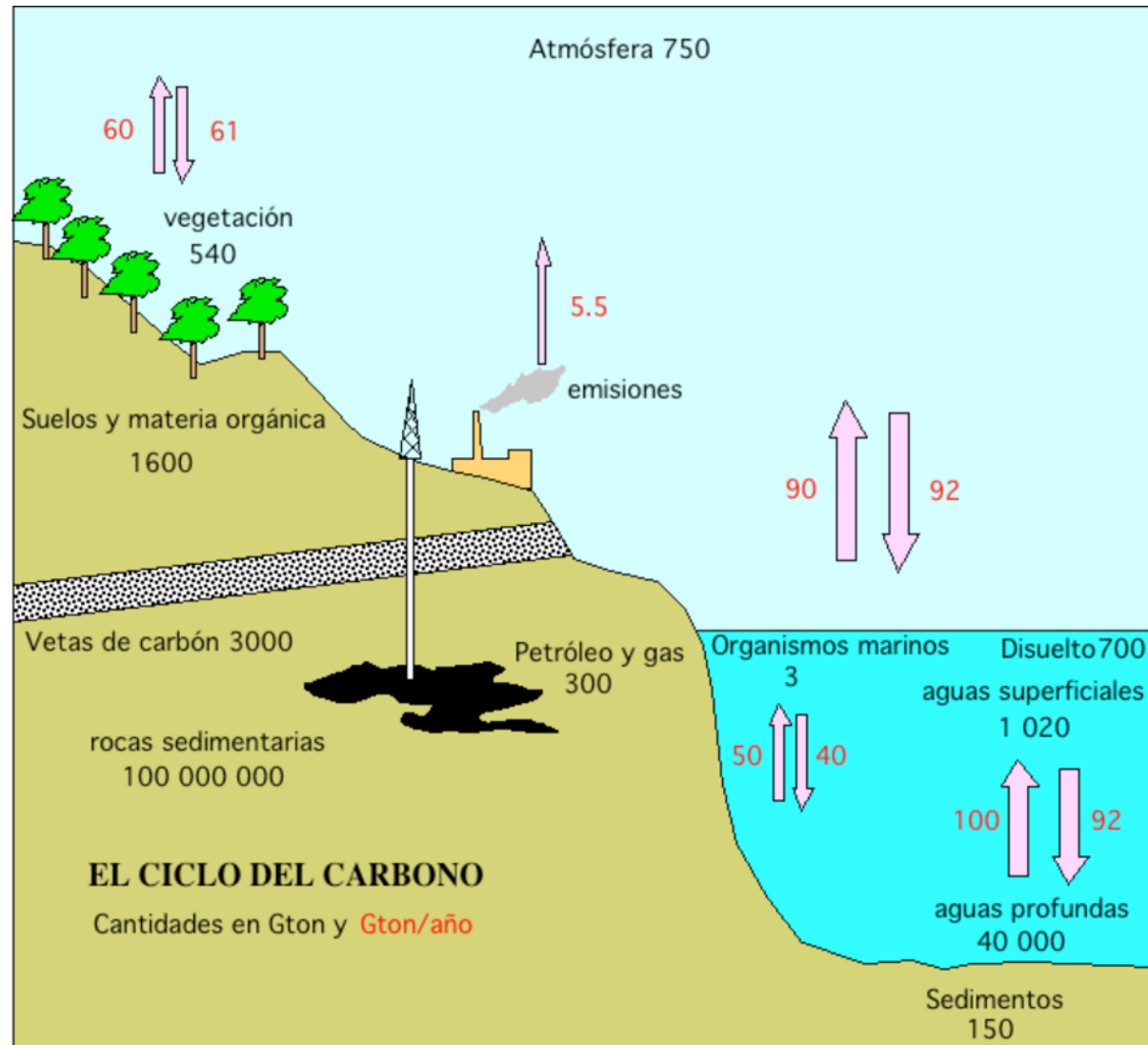
- Además de la circulación atmosférica, el clima y la nubosidad están fuertemente influenciadas por **“La circulación halotérmica de los océanos”**
 - Es posible que las glaciaciones se hayan producido por alteraciones de esta circulación



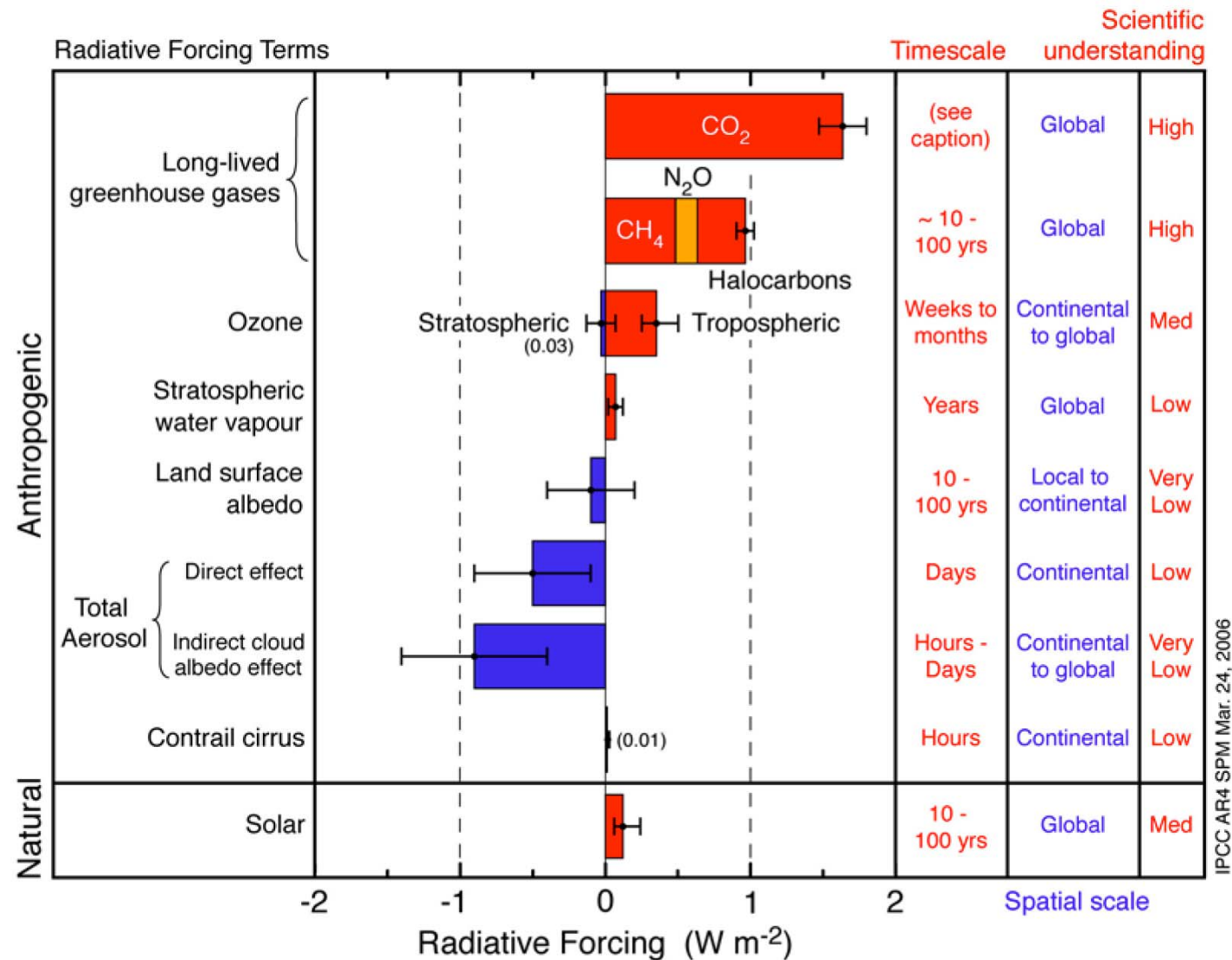
El ciclo del carbono

En la cantidad de CO₂ y CH₄ que hay en la atmósfera participan de forma destacada:

- El ser humano
- Los demás seres vivos
- Los Océanos



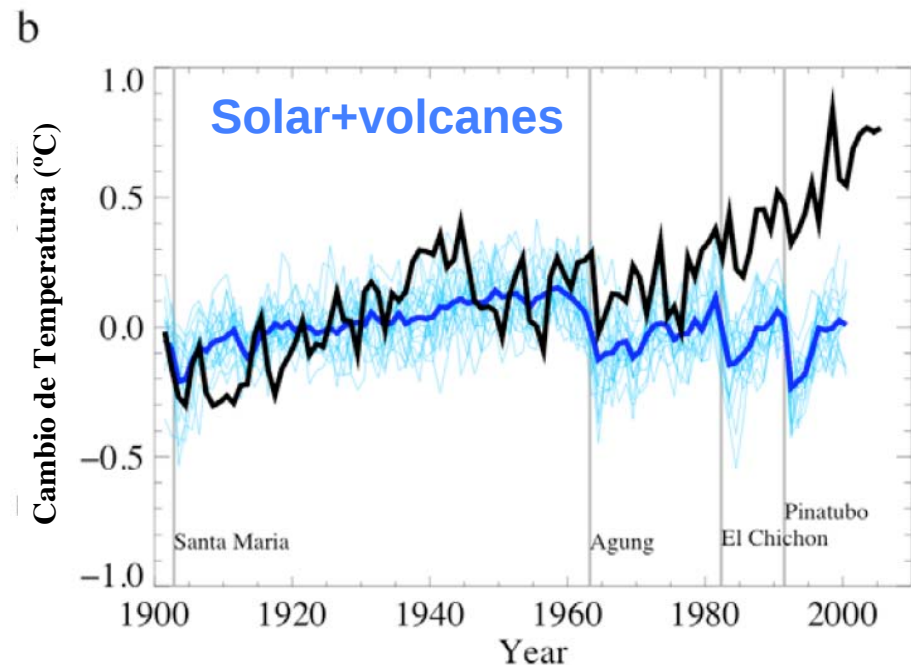
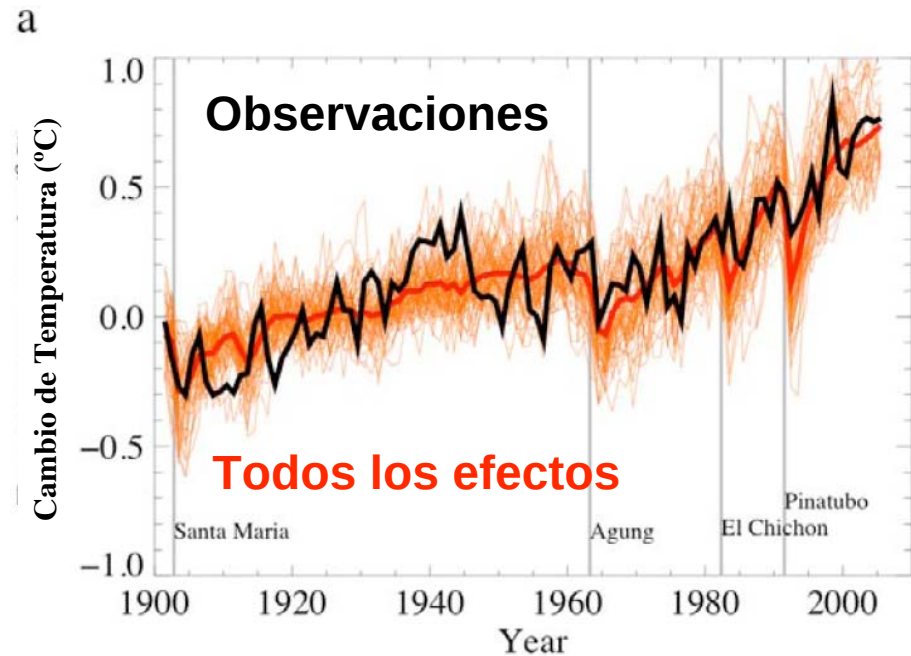
Importancia relativa de los diversos mecanismos de calentamiento y enfriamiento



Acuerdo simulación teórica - medidas

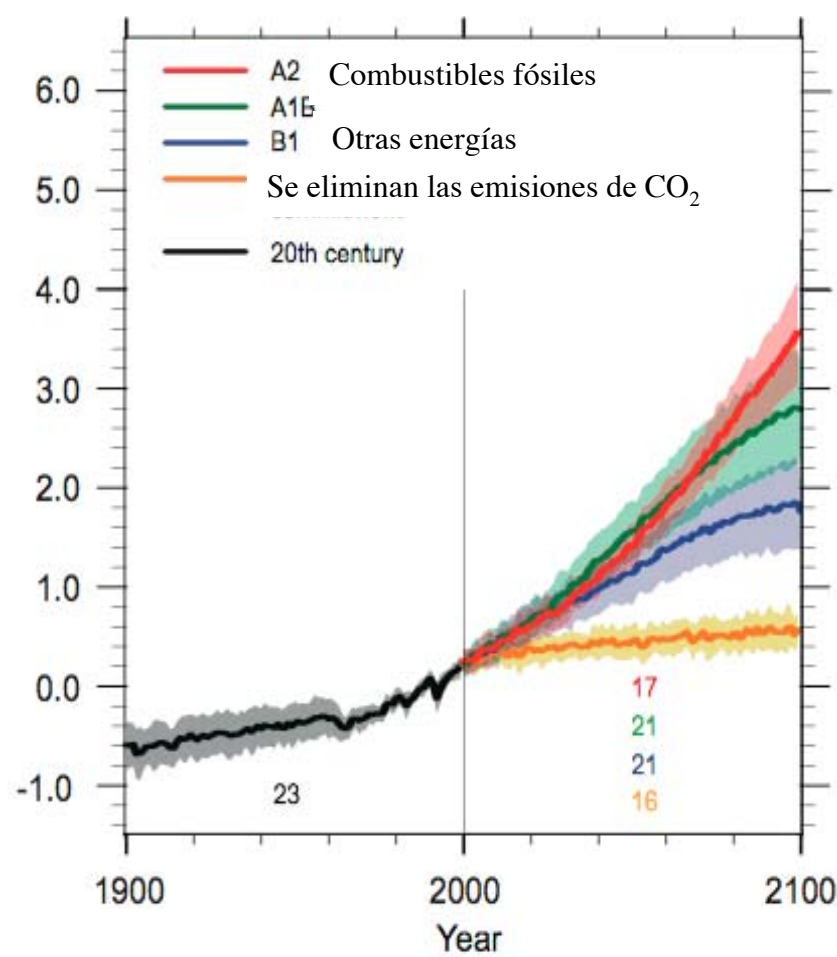
Se logra reproducir algo parecido al
clima terrestre

- Los resultados son mucho mejores si se incluyen los gases emitidos por el hombre que si no se incluyen
- No se reproducen con precisión todas las oscilaciones que muestra el clima terrestre, pero si en sus principales rasgos
- Se puede asegurar que si se siguen emitiendo gases de efecto invernadero las temperaturas subirán

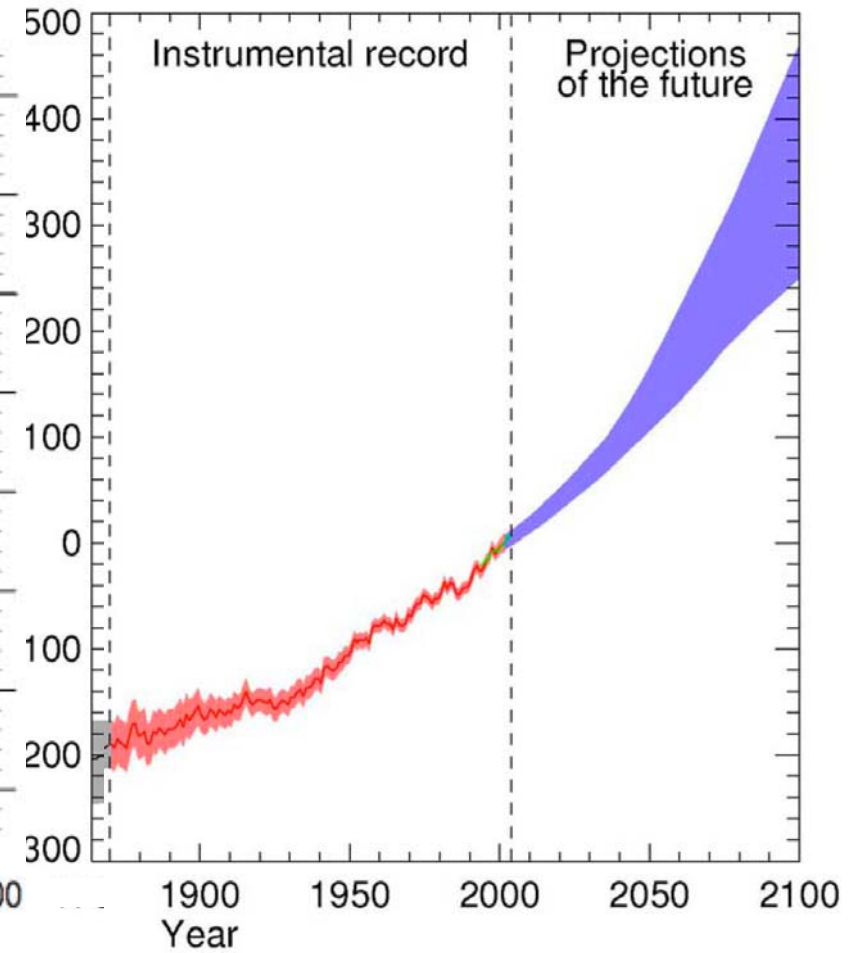


Predicciones para el futuro

Temperatura (°C)

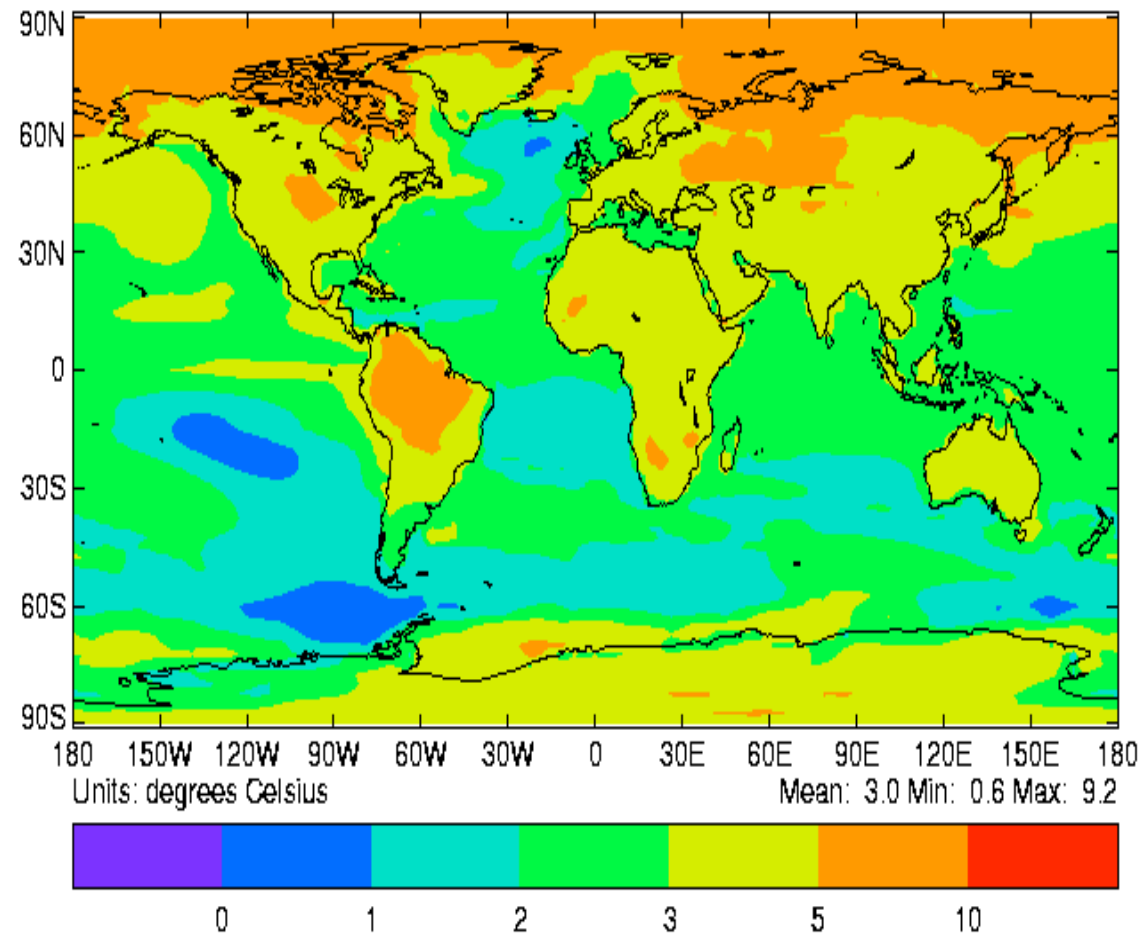


Nivel de los océanos (mm)



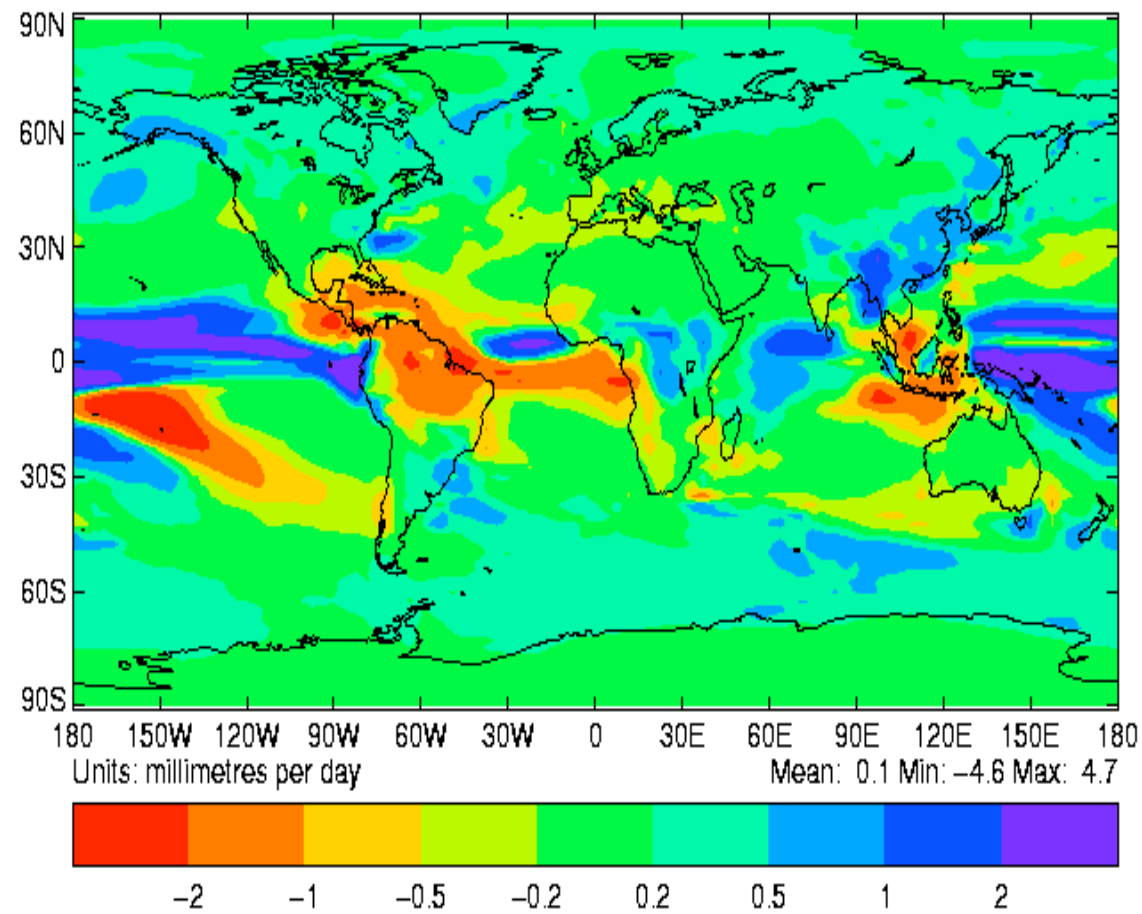
Predicciones para el siglo XXI

Cambio en la Temperatura media anual de 1960-1990 a 2070-2100



Predicciones para el siglo XXI

Cambio en la Precipitación media anual de 1960-1990 a 2070-2100



Conclusiones Científicas (IPCC 2007)

- Es muy probable que las actividades humanas estén causando el calentamiento del planeta
- A finales de este siglo el aumento de temperatura estará probablemente entre 1,8°C y 4°C
- El nivel del mar subirá probablemente entre 28 y 43 cm
- Los hielos articos desaparecerán probablemente en verano en la segunda mitad del siglo
- Es muy probable que aumente el número de olas de calor
- El cambio de clima podría provocar un aumento de intensidad de las tormentas tropicales.

Principio de precaución:

Aunque nunca se puede estar seguro de nada al 100%,....

¿ realmente necesitamos arriesgarnos a sufrir cambios imprevisibles en el clima, por no reducir nuestro empleo de combustibles ?

¿ Se puede atenuar el cambio climático ?

Opciones	Otras ventajas	Inconvenientes
Energía: ▪ Mejorar la eficiencia ▪ Fuentes renovables sin CO₂ ▪ Biocombustibles	▪ Calidad ambiental ▪ Costes (eficiencia) ▪ Seguridad del suministro ▪ Empleo	▪ Emisiones (combustibles) ▪ Biodiversidad(biocombustibles) ▪ Coste (renovables)
Cubierta vegetal: ▪ Reducir deforestación ▪ Plantar árboles	▪ Protección del suelo ▪ Gestion del agua ▪ Biodiversidad ▪ Empleo	▪ Biodiversidad (plantaciones) ▪ Compite con la producción de alimentos
Captura de las emisiones ▪ Yacimientos agotados ▪ Rocas (carbonatos)	▪ Salud y seguridad ▪ Se siguen empleando las tecnologías bien conocidas ▪ Empleo	▪ Contaminación de aguas subterráneas ▪ Coste ▪ Salud y seguridad ▪ Se siguen empleando las tecnologías bien conocidas ▪ Empleo

¿ Se puede hacer algo para evitarlo ?

- El caso de la capa de Ozono
 - Desde 1980 la observación por satélite descubre que la capa estratosférica de Ozono que nos protege de la radiación UV, es cada vez más delgada.
 - En verano la capa de Ozono tiene un agujero sobre la Antártida
 - Se descubre que es debido a la emisión de CFC
 - 1987. Protocolo de Montreal. Se decide suprimir el usos de CFCs en todos los países.
 - 2000 No se emiten CFCs, su concentración disminuye y se espera que en la próxima década se recupere la capa de Ozono
1988. La ONU forma el IPCC (Comité científico para el cambio climático)
- 1992 Convención de Río. 154 países acuerdan reducir las emisiones de efecto invernadero.
Las emisiones del 2000 deben ser como las de 1990
- 1995 Primer informe del IPCC.
- No se puede dudar que hay una parte del calentamiento debida a la actividad humana y que va creciendo
 - Las incertidumbres que todavía hay sobre el fenómeno no son motivo para no tomar medidas inmediatamente

El control de las emisiones

1997. El Protocolo de Kyoto

- En el 2012 Los países industrializados reducirán sus emisiones colectivamente en un 5% con respecto a los valores de 1990. Los países en vías de desarrollo no tienen ninguna limitación.
 - Los países desarrollados son los principales culpables.
 - Esta medida no elimina el calentamiento global, simplemente lo retrasa unos 10 años
- Medidas de flexibilidad
 - Se contabilizarán tanto las emisiones como los sumideros de CO₂ (plantación de bosques)
 - Se contabilizarán las inversiones en el tercer mundo que reduzcan las emisiones
 - Se pueden llegar a acuerdos conjuntos y vender derechos de emisión

2000 El IPCC emite su segundo informe.

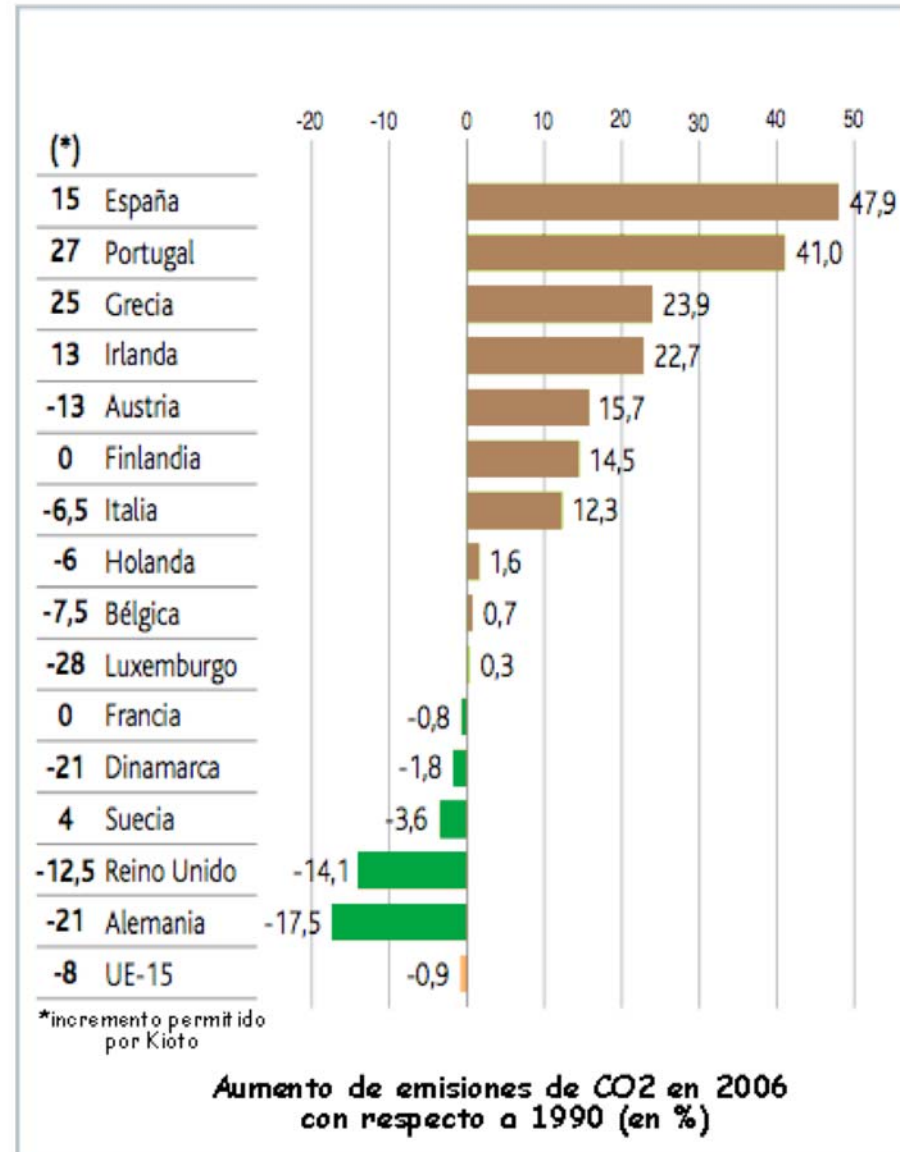
- Se reafirma en sus predicciones de subidas de hasta 6°C y 40 cm del nivel del mar en el próximo siglo. El protocolo de Kyoto es insuficiente.

2001 EEUU se retira de las negociaciones de detalle del protocolo de Kyoto.

2007 Tercer Informe del IPCC - La evidencia científica deja poco lugar a las dudas

España y el cambio climático

- España ha aprobado todos los acuerdos internacionales, conjuntamente con la Unión Europea
- Hay en marcha planes para
 - Cambiar las centrales de Carbón por Gas Natural
 - Aumentar la generación basada en energías renovables
 - Cuotas de emisión para eléctricas e industrias



España y el cambio climático

- Las predicciones para el 2100 son en el peor de los casos

– Aumento de 7 °C. Veranos muy calurosos e inviernos algo más cálidos que ahora

– Sequía y desertificación.

Los excedentes hídricos
de nuestros ríos
desaparecerán
en las próximas décadas

– Subida de las aguas con

erosión costera y
desaparición
de las playas. Afectará al
turismo

– Aumento del riesgo de
epidemias y mortalidad por
olas de calor

