



OFICINA EN BARCELONA

Cicle de conferències:

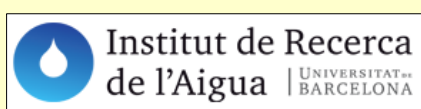
**Transformar l'economia
combatent el canvi climàtic**



Sesió 1

El cambio climático: entender su complejidad

Javier Martín-Vide

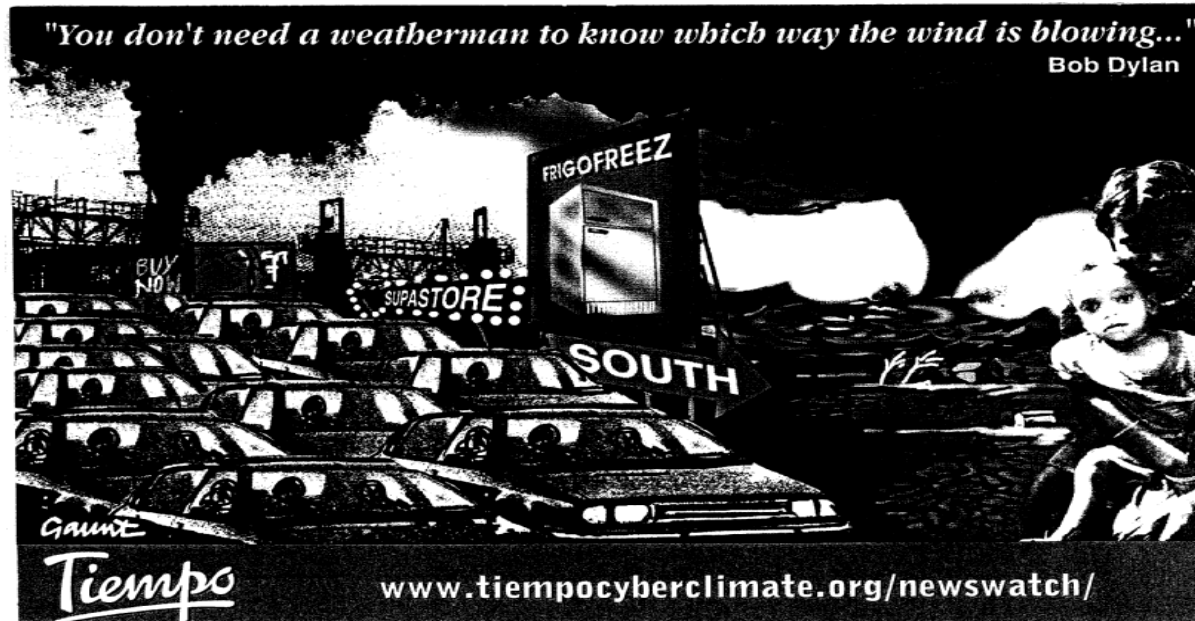


Barcelona (Palau Macaya), 23 marzo 2017

El cambio climático es el problema ambiental (y no es sólo ambiental) más importante al que se enfrenta la humanidad.

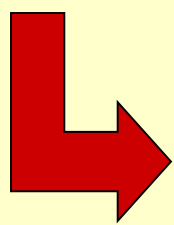
Todos los habitantes del planeta tenemos una cuota de participación en el mismo, dado que, en mayor o menor cuantía, consumimos combustibles fósiles.

Todos somos agentes del cambio climático y todos podemos ser víctimas.

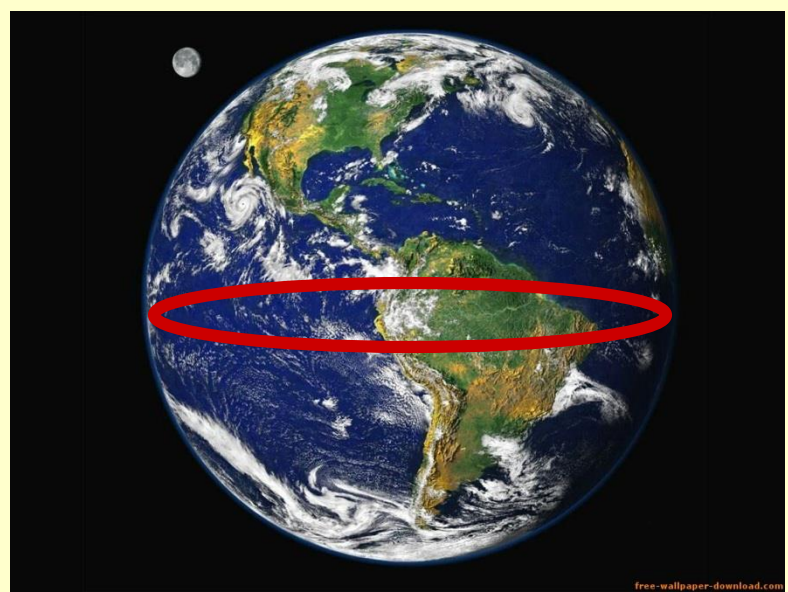




Los límites físicos del planeta Tierra



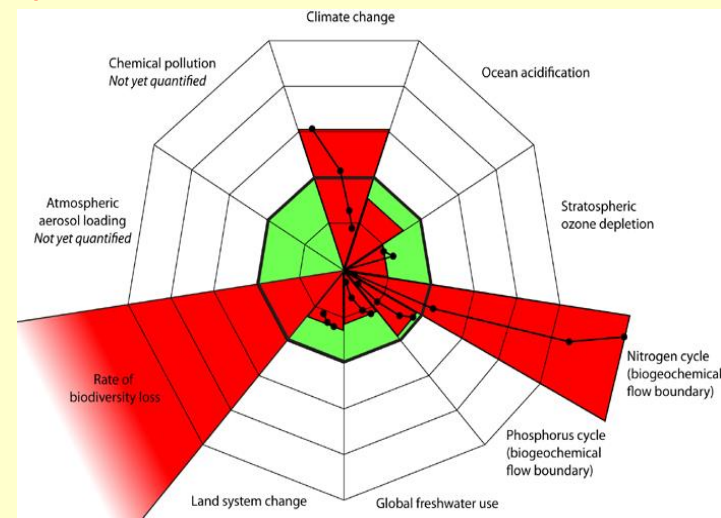
Sólo 40.000 km de circunferencia (!).
Y 7.400 millones de humanos.



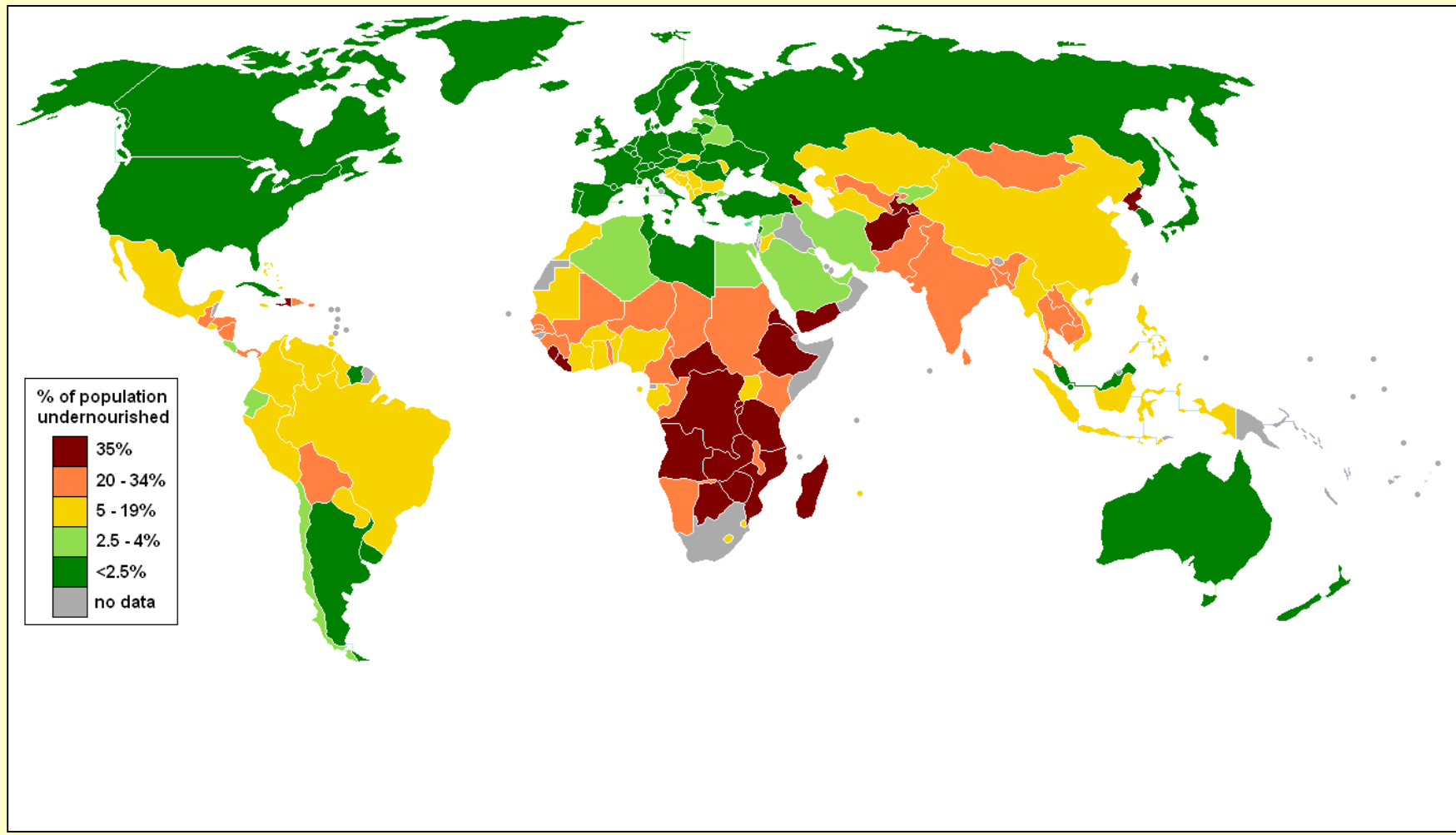
En Rockström, J., W...P. Crutzen...(2009) Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society* 14(2): 32.

se identifican 9 problemas que llevan asociados sendos límites biofísicos planetarios:

- **Cambio climático** (350 ppm de concentración de CO_2 y/o un cambio de forzamiento radiativo de $+1\text{W/m}^2$)
- Acidificación del océano
- Agujero de ozono estratosférico
- Cambios en los ciclos globales del P y N
- Carga de aerosol atmosférico
- Uso de agua dulce
- Cambios de usos del suelo
- Pérdida de biodiversidad
- Contaminación química

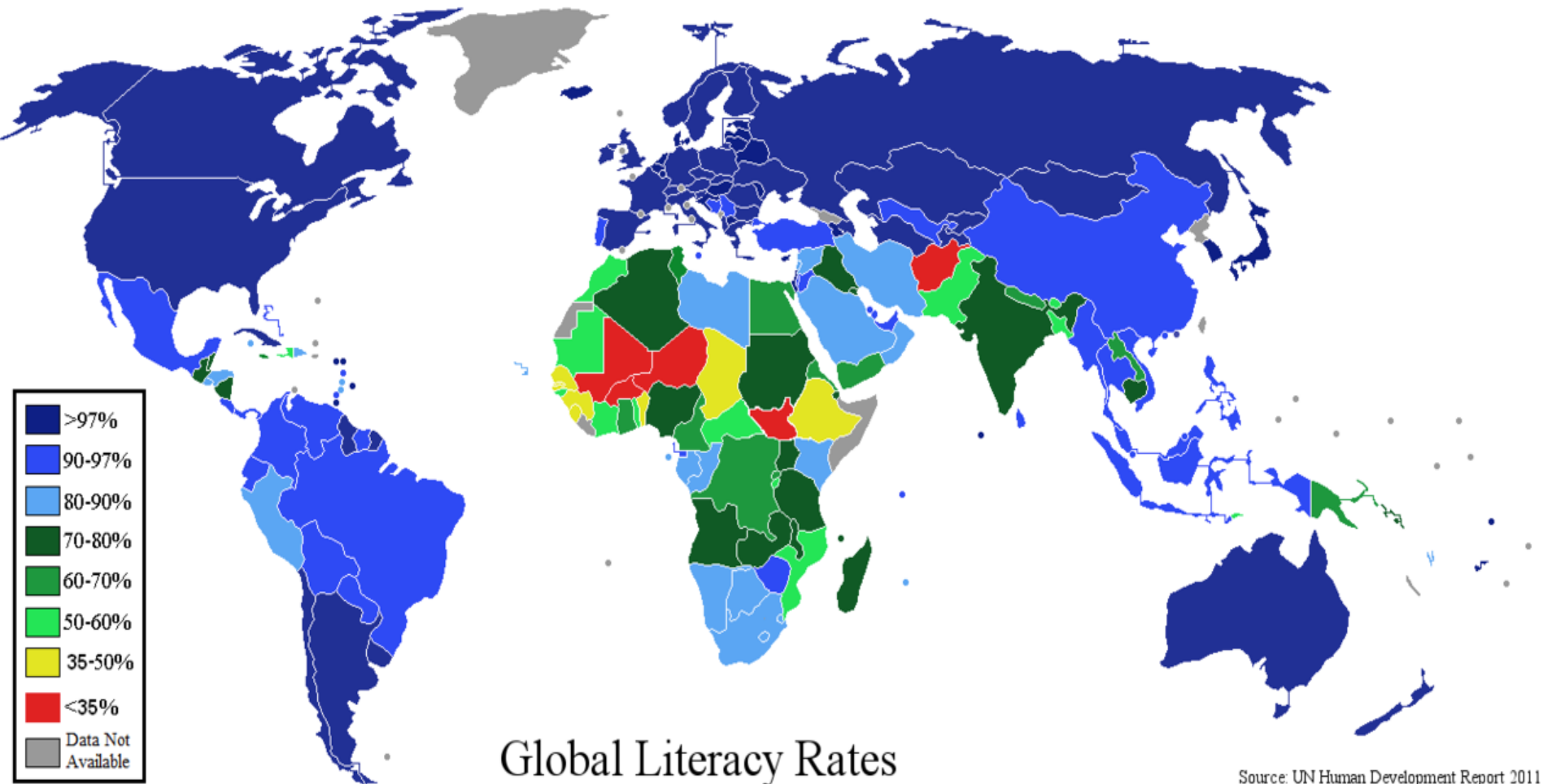


El “mapa del hambre”

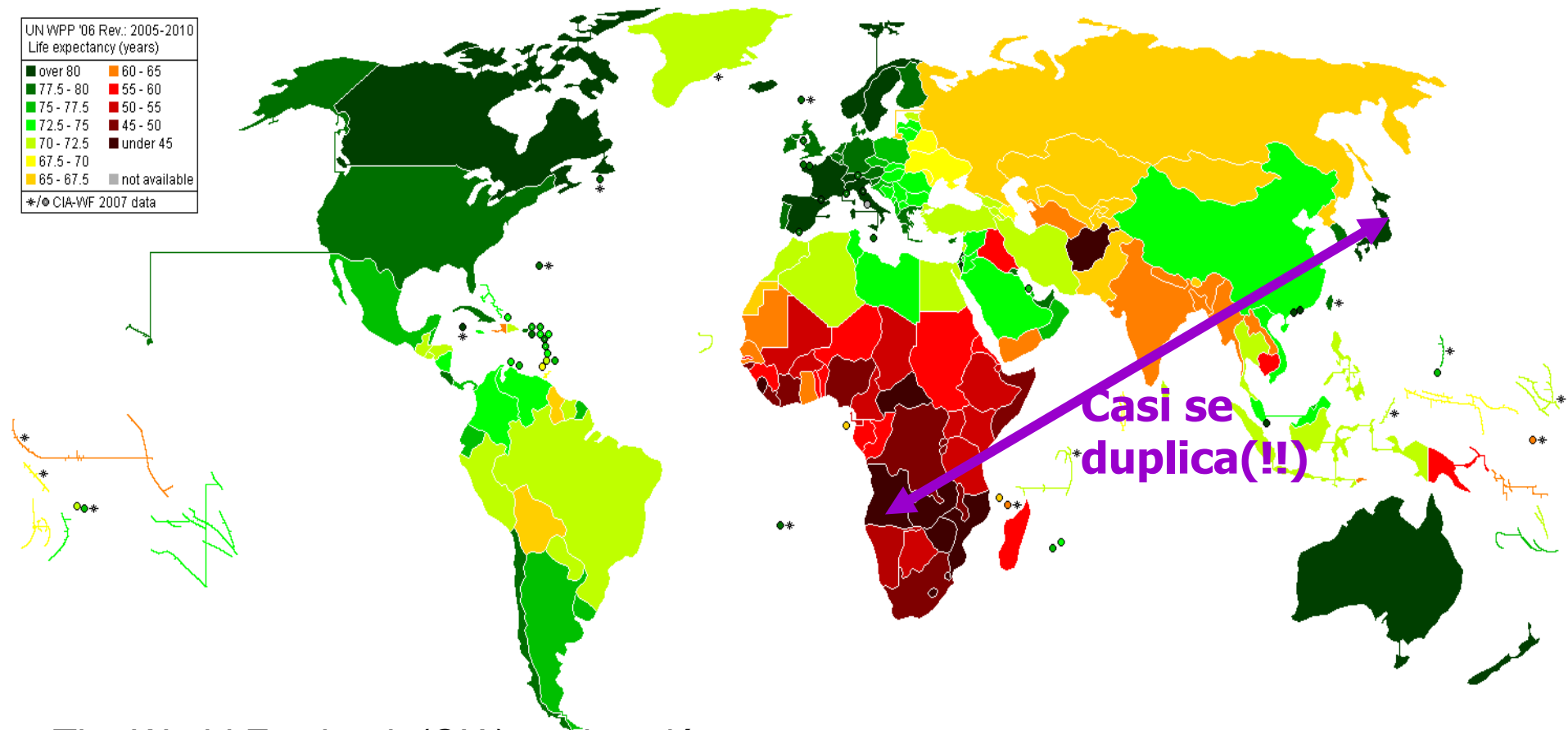


United Nations World Food Programme's interactive “hunger map” y FAO:
The State of Food Insecurity in the World 2006

La tasa de alfabetización



La esperanza de vida al nacer

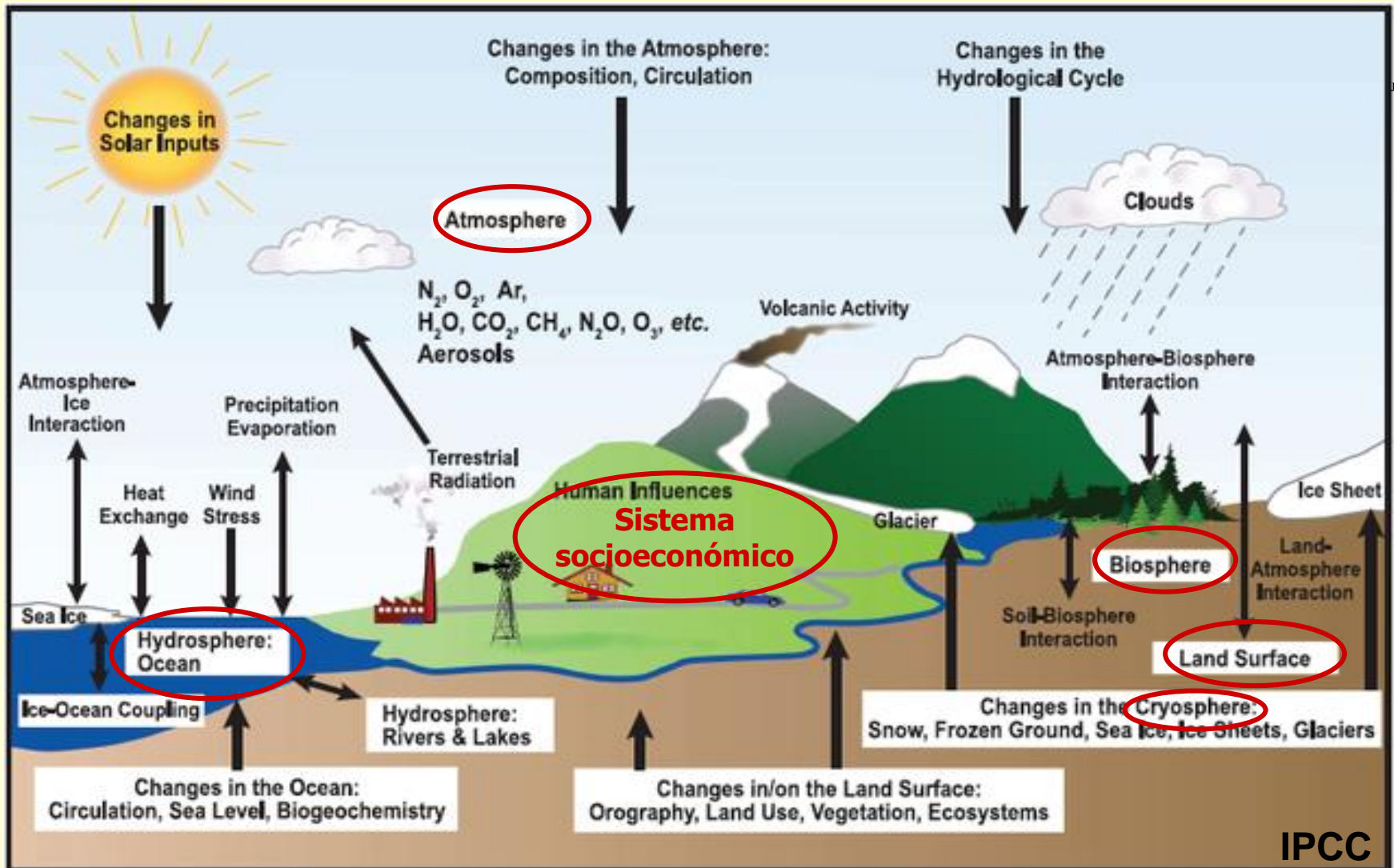


The World Factbook (CIA), estimación 2014:

Japón, Singapur, 84; San Marino, Andorra, 83; Suiza, Australia, Italia, Suecia, Liechtenstein, Canadá, Francia, Noruega, 82; España,.... 81.

Chad, 49; Sudáfrica, Guinea-Bissau, Afganistán, 50.

El (complejo) sistema climático



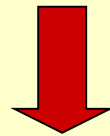
J.Martin-Vide

La inercia del sistema climático: El océano, acumulador de calor, papel termorregulador



Metáfora del trasatlántico

- Even if atmospheric composition were fixed today, global-mean temperature and sea level rise would continue due to oceanic thermal inertia (Wigley, 20005, Science, Vol. 307 no. 5716 pp. 1766-1769)



El principio de cautela o de precaución obliga a la acción

La complejidad de los mecanismos de retroalimentación (*feedbacks*)

Retroalimentación positiva

Temperatura ↑ → Evaporación ↑ → Humedad ↑ → Efecto invernadero ↑



Retroalimentación negativa

Temperatura ↑ → Evaporación ↑ → Humedad ↑ → Nubosidad ↑



..... Temperatura ↓ ← Albedo ↑



5º Informe IPCC, Grupo de Trabajo I (2014)

Resumen para políticos

“El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y, desde los años 50 del siglo XX, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en décadas a milenios. La atmósfera y el océano se han calentado, los totales de hielo y nieve han disminuido, el nivel del mar se ha elevado y las concentraciones de gases de efecto invernadero han aumentado”

La variabilidad natural del clima: Solar, volcánica e interna

Volcán Eyjafjallajokull
(The Boston Globe)



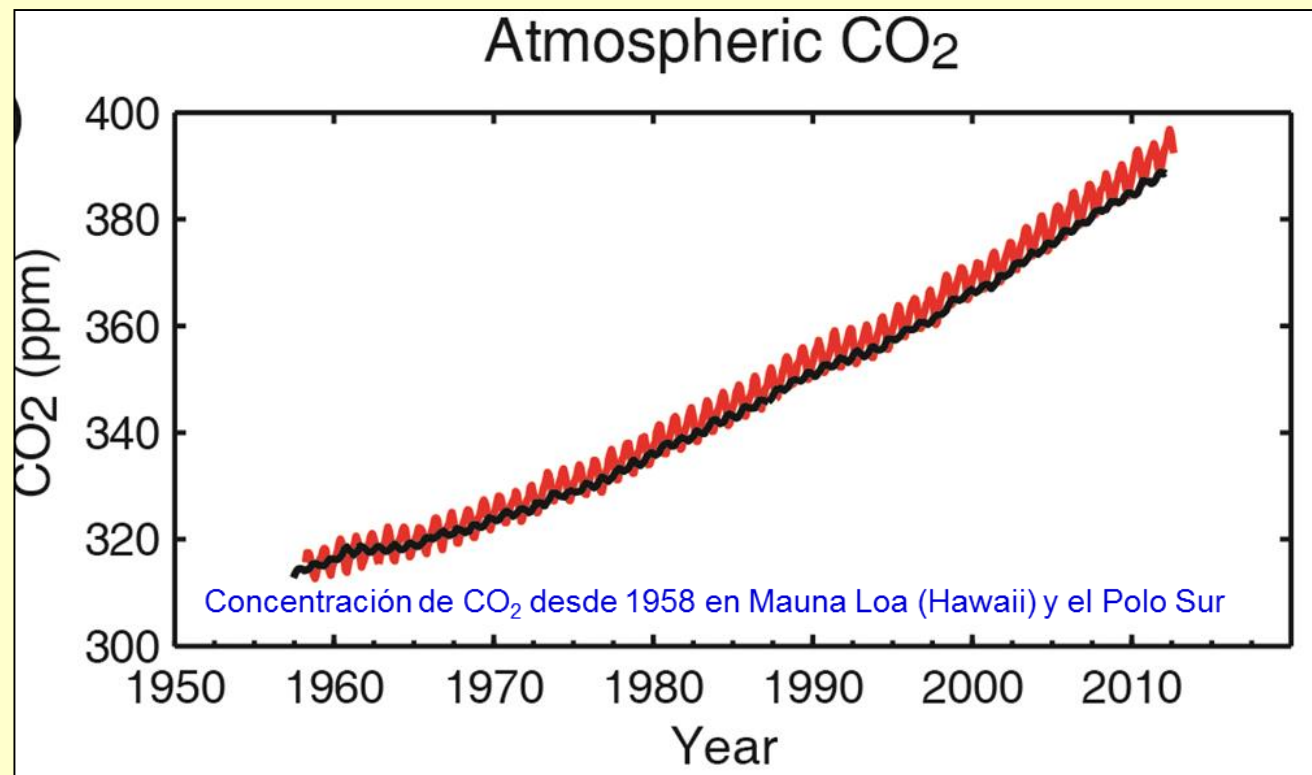
El cambio climático no es una novedad. A lo largo de la historia geológica del planeta se han producido cambios climáticos numerosos y de notable magnitud

- Por causas naturales externas (cambios en la “constante” solar, ciclos de los parámetros orbitales, etc.)
- Por causas naturales endógenas (variación en la actividad volcánica, “desplazamiento” de los continentes, etc.)



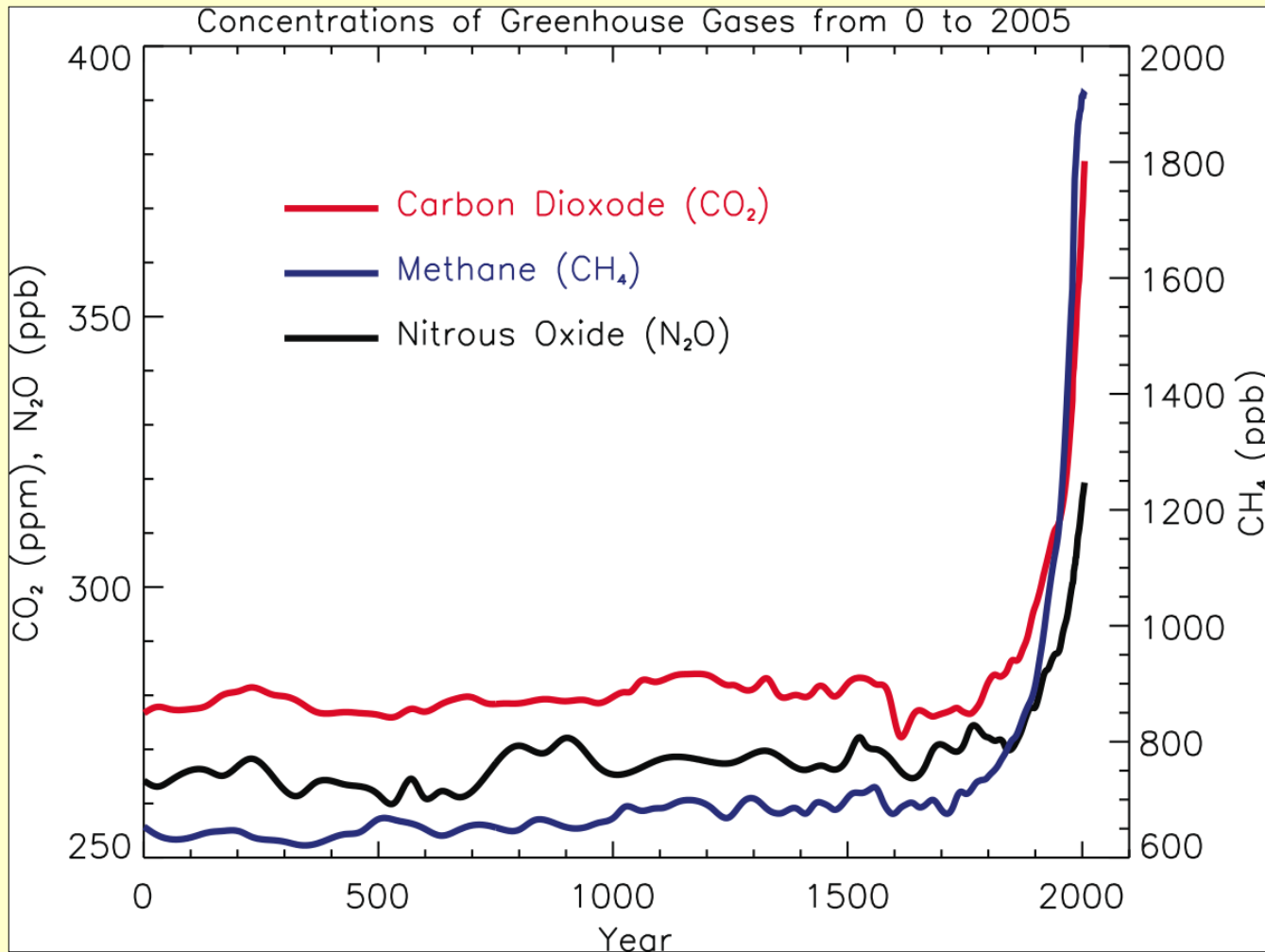
La composición química de la atmósfera se ha modificado desde el comienzo de la Revolución Industrial por causa antrópica

La concentración actual de CO₂ troposférico es de 406,42 ppmv (febrero 2017), cuando a finales del siglo XIX era de 290 ppmv



Evolución del CO₂ a partir de reconstrucción paleoclimática

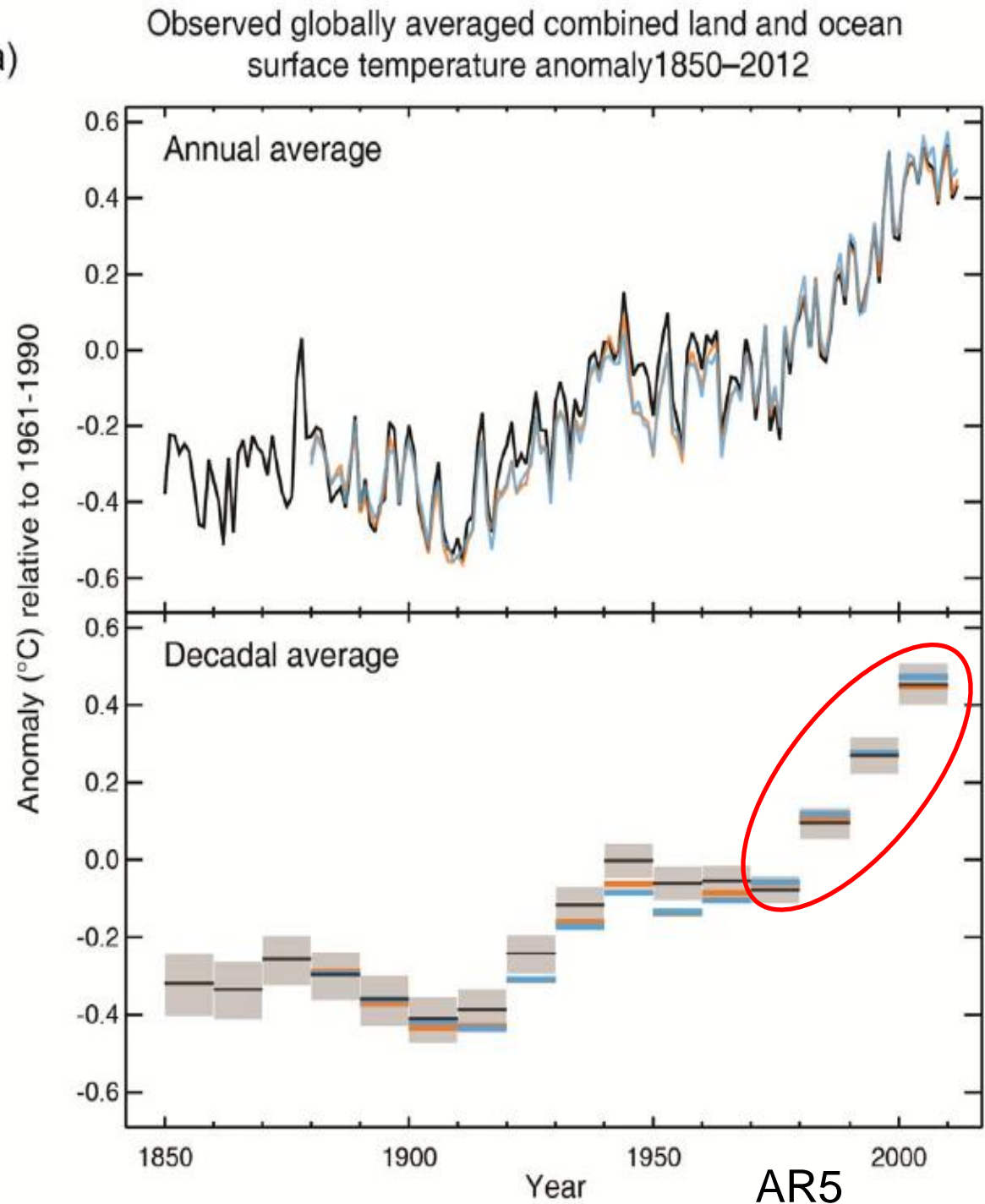
“Somos los primeros seres humanos que respiramos aire con 400 ppm de CO₂” (Christiana Figueres)



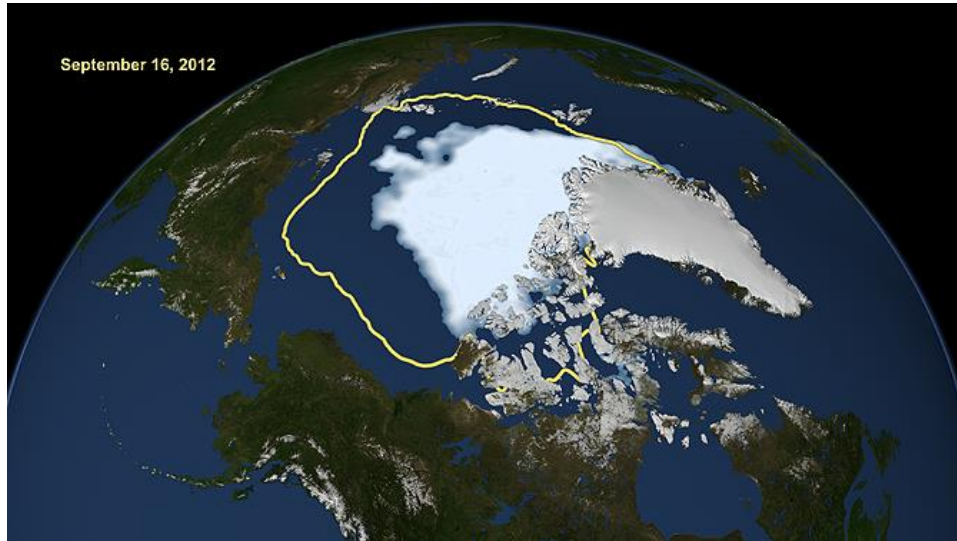
La temperatura media global ha aumentado $0,85^{\circ}\text{C}$ durante el período 1880-2012

Las tres últimas décadas han sido, sin duda, sucesivamente las más cálidas de todo el período instrumental, período en el que hay suficientes registros meteorológicos, desde 1850

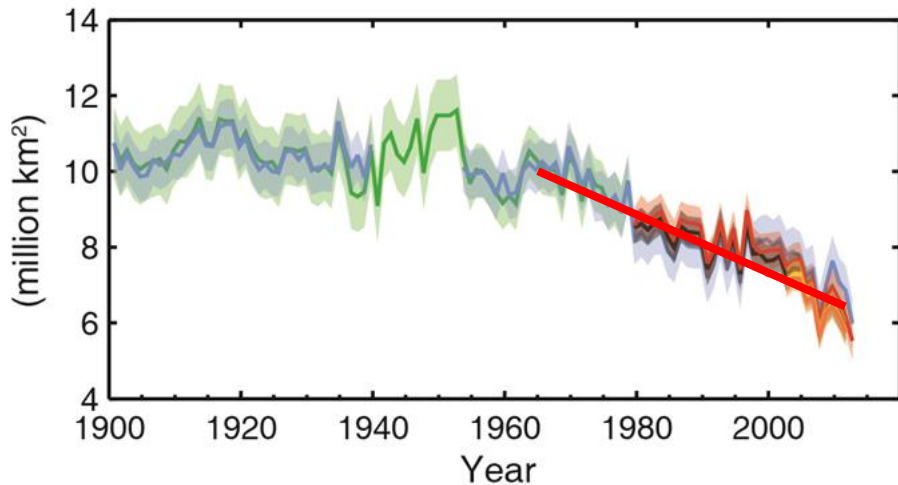
(a)



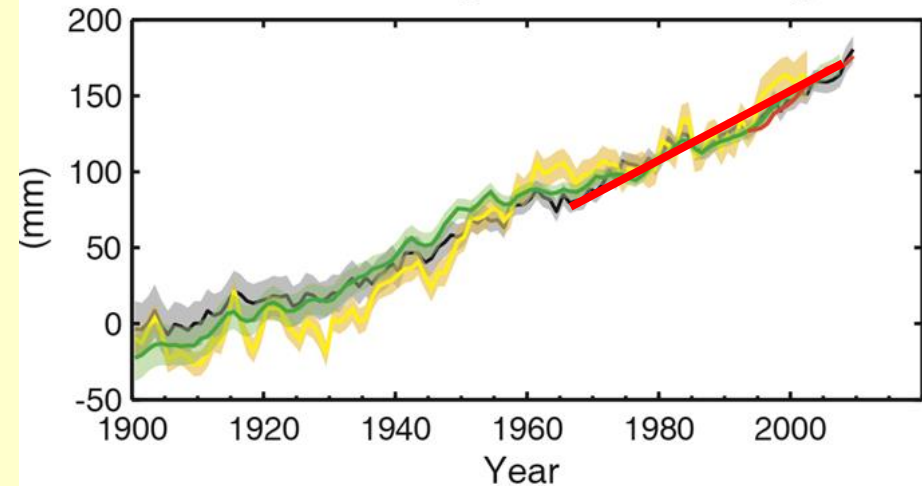
Otros cambios observados



Arctic summer sea ice extent



Global average sea level change



Ejemplo del retroceso glaciar

Evolución de la superficie del glaciar Chacaltaya (Bolivia)
en el período 1940-2005



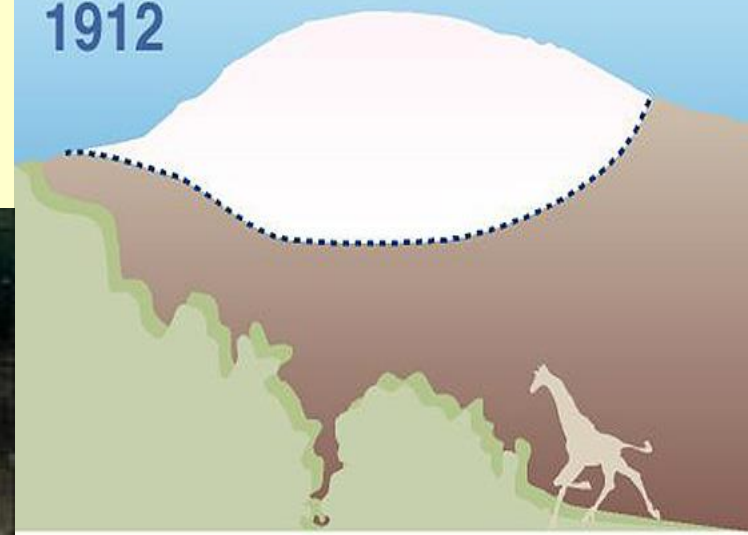
Desapareció en 2010

LAS NIEVES DEL KILIMANJARO

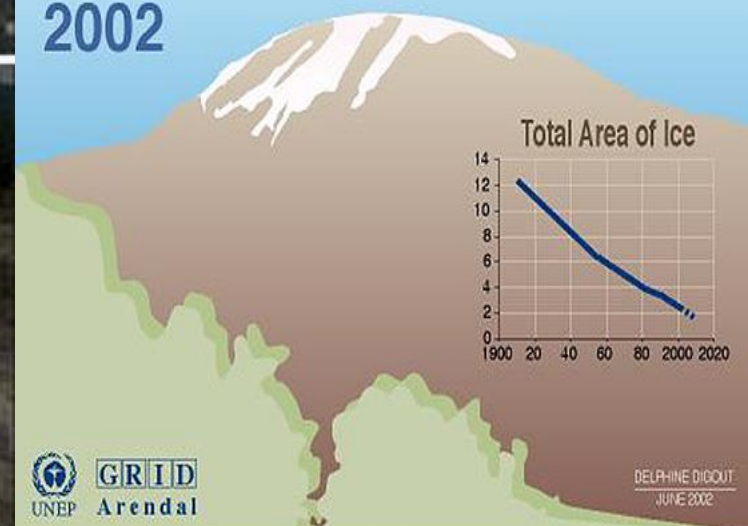
Las nieves del Kilimanjaro

The Melting Snows of Kilimanjaro

1912



2002



February 17, 1993
17-II-1993



February 21, 2000
21-II-2000

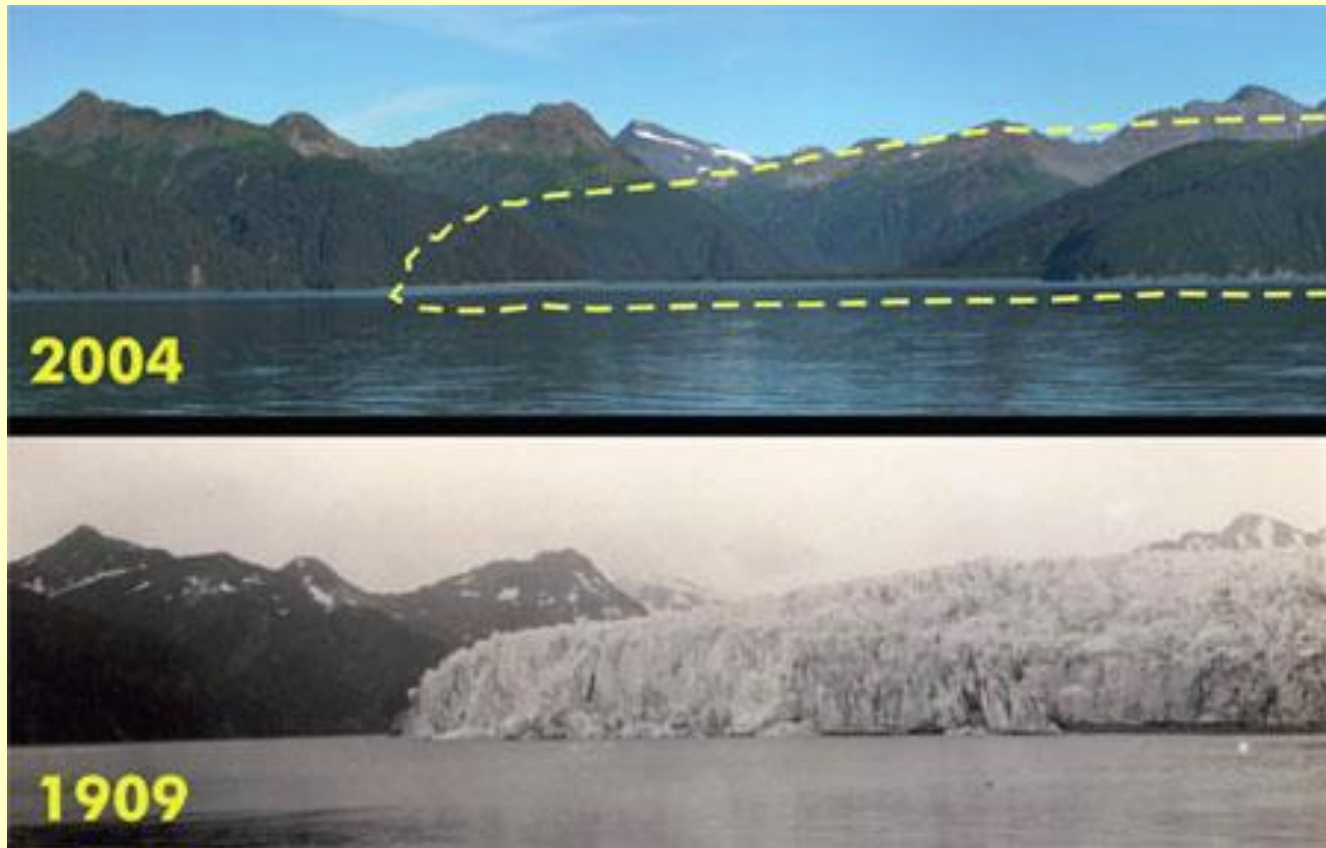


1952 **13,3 km²**

2011 **2,1 km²**

NASA

Sources: Meeting of the American Association for the Advancement of Science (AAAS), February 2001 ; Earthobservatory.nasa.gov.




McCarty Glacier en Alaska.

<http://www.wrd.org/engineering/central-west-coast-basin-climate-change.php>

“Es sumamente probable que la influencia humana haya sido la causa dominante del calentamiento observado desde mediados del siglo XX” (AR5)

$\geq 95\%$

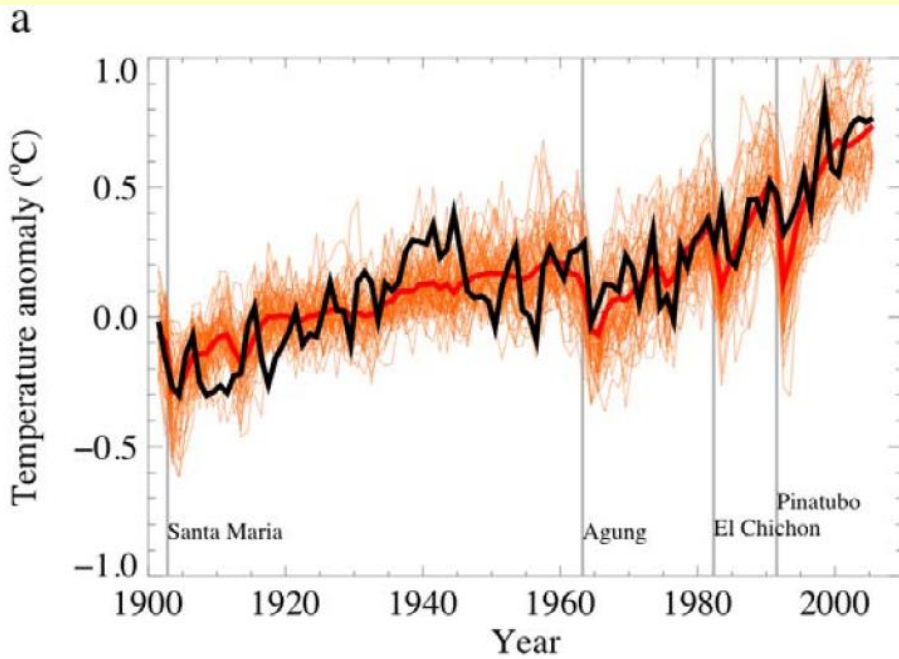
La certidumbre sobre la causa antrópica del cambio climático



66% **3°IPCC 2001** “Most of the observed warming over the last 50 years is **likely** to have been due to the increase in greenhouse gas concentrations”

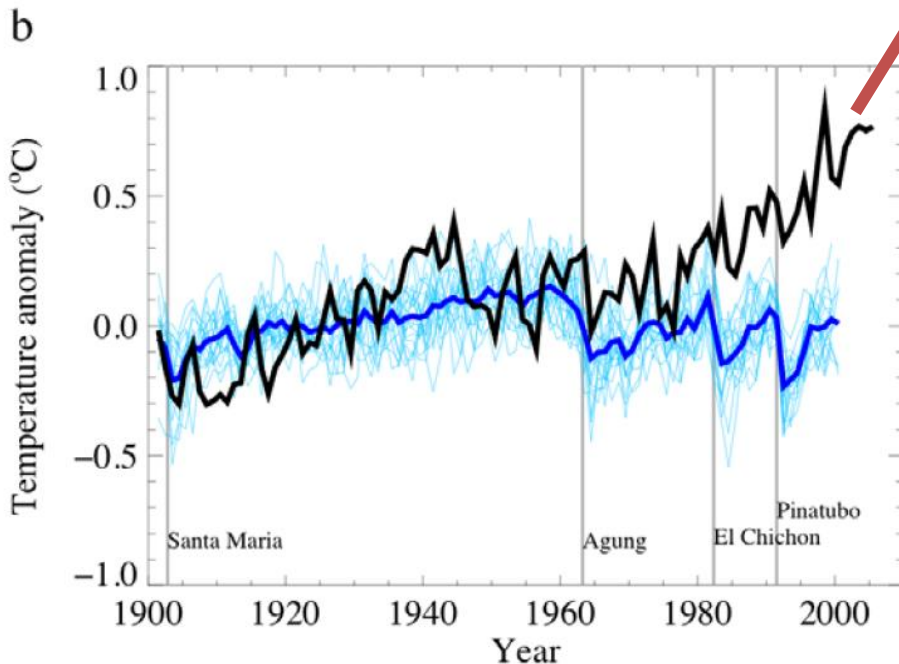
90% **4°IPCC 2007** “Most of the observed increase in global average temperatures since the mid-20th century is **very likely** due to the observed increase in anthropogenic greenhouse gas concentrations”

95% **5°IPCC 2013** “It is **extremely likely** that human influence has been the dominant cause of the observed warming since the mid-20th century”



Observaciones
Forzamientos naturales y antrópicos

El calentamiento actual no es explicable considerando sólo la variabilidad natural

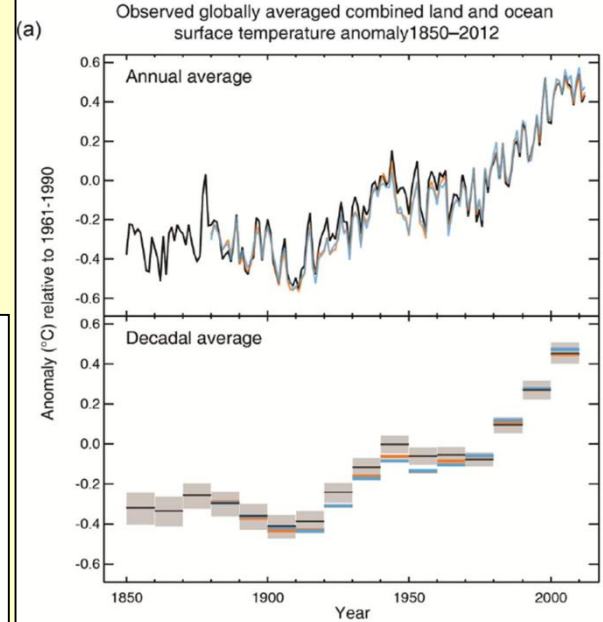
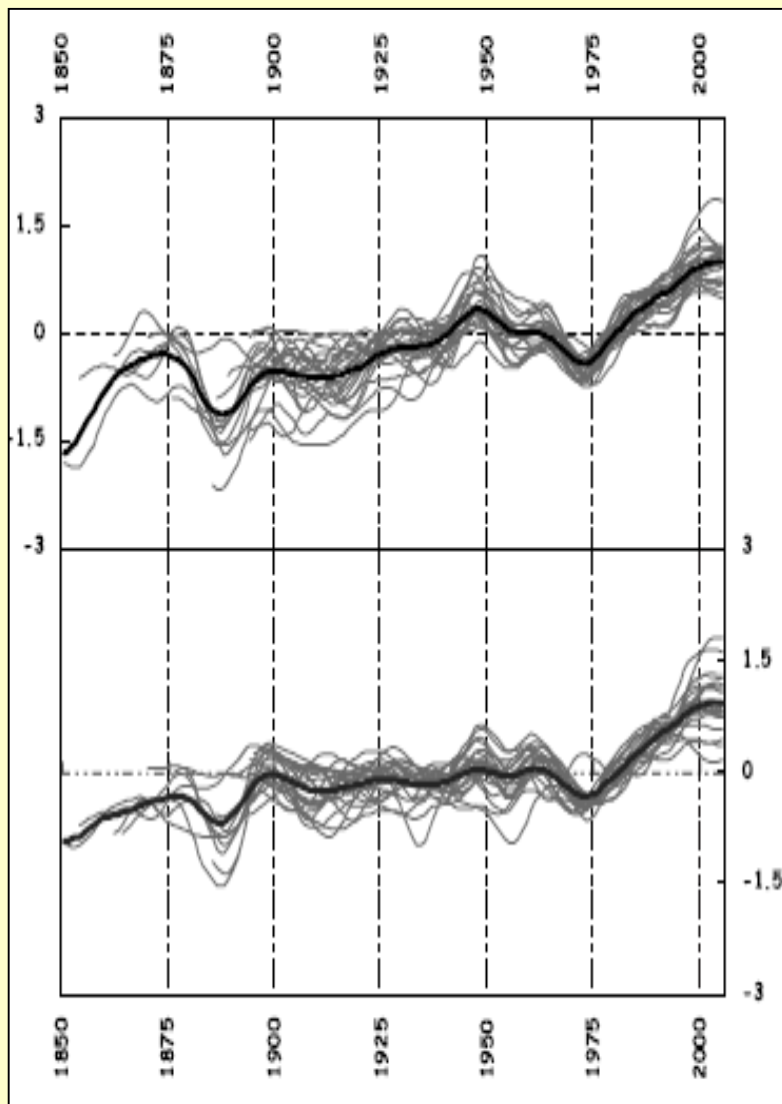


Observaciones

Forzamientos naturales (solar+volcánico)

La evolución térmica en la Península Ibérica ha sido paralela a la planetaria

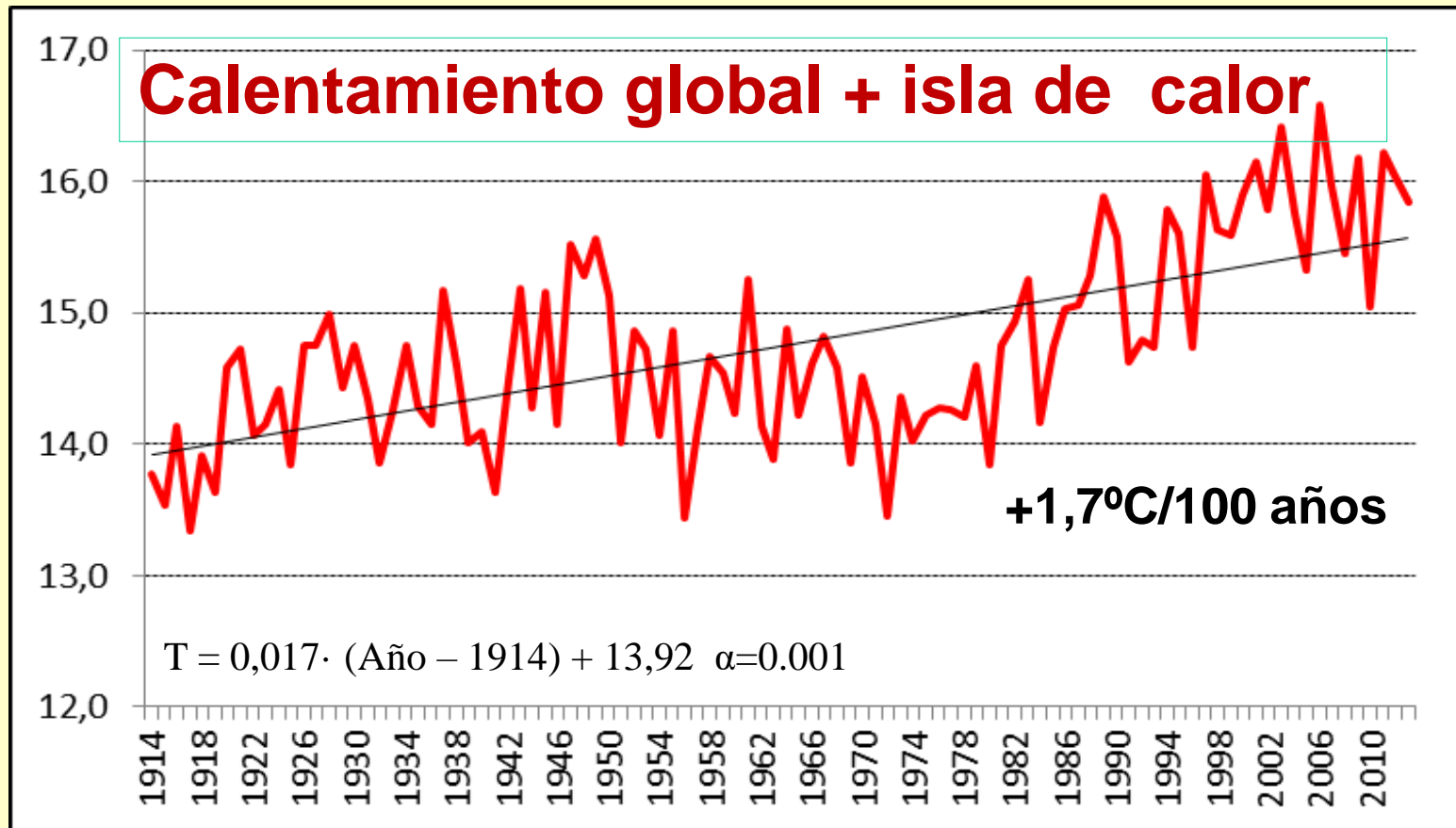
Evolución temporal de la temperatura media de las máximas y media de las mínimas de 22 observatorios españoles durante el período 1850–2005, expresada como anomalías (en °C) respecto a 1961-90 y suavizada con un filtro gaussiano de 13 años



Evolución de la temperatura media anual en el Observatorio Fabra (1914-2013)

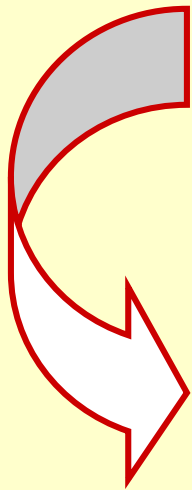


RACAB

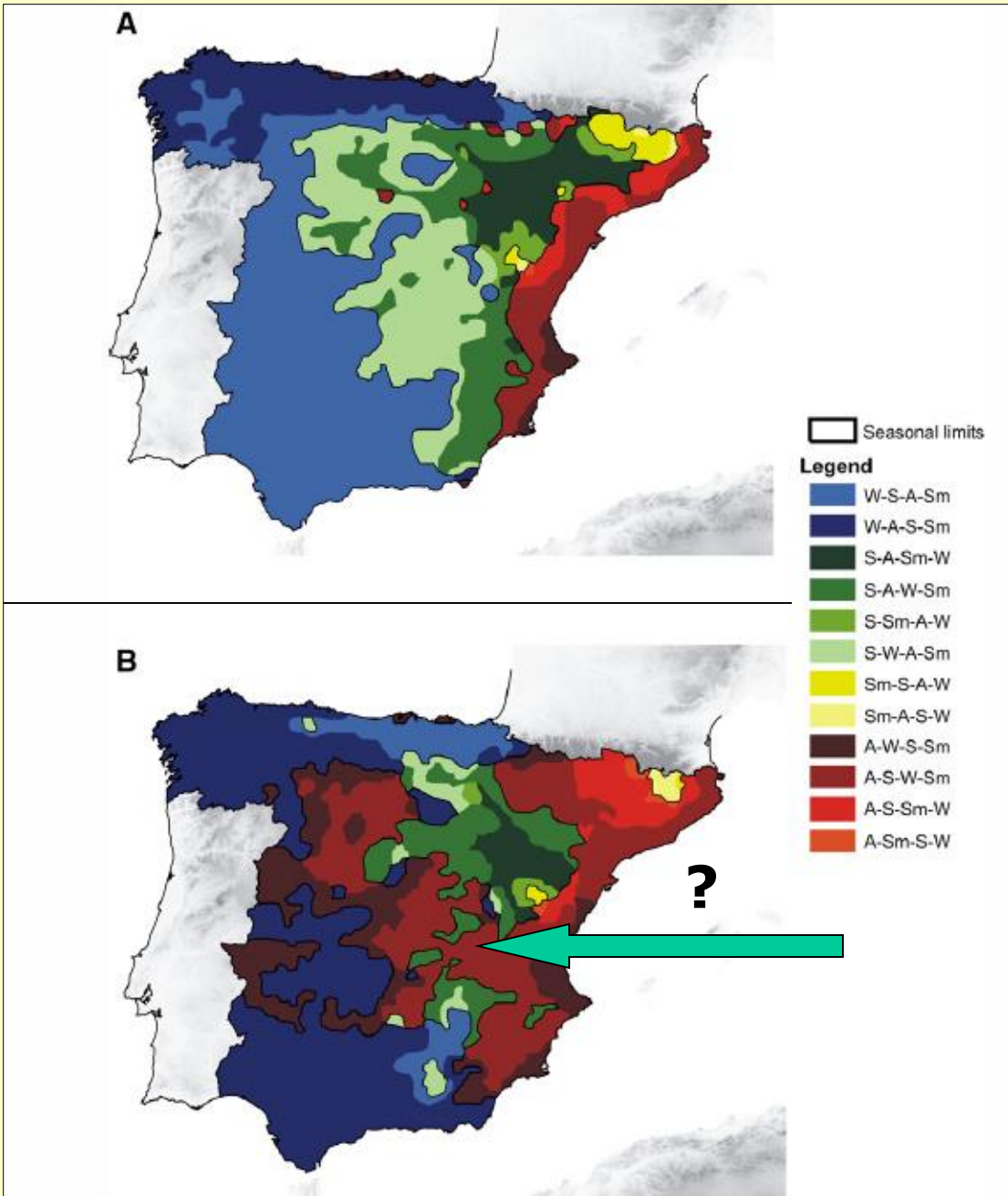


Un cambio significativo: Los regímenes pluviométricos estacionales en España

1946-1975



1976-2005



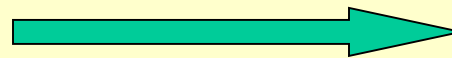
De Luis, Brunetti, González-Hidalgo, Longares y Martín-Vide (2010)

Los riesgos climáticos: Los episodios meteorológicos extremos no tienen que ver con el cambio climático, aunque éste producirá, probablemente, su aumento e intensificación



$$\text{Riesgo} = f (P, V, E)$$

P: Peligro (riesgo) natural



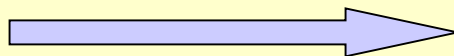
NATURALEZA

V: Vulnerabilidad



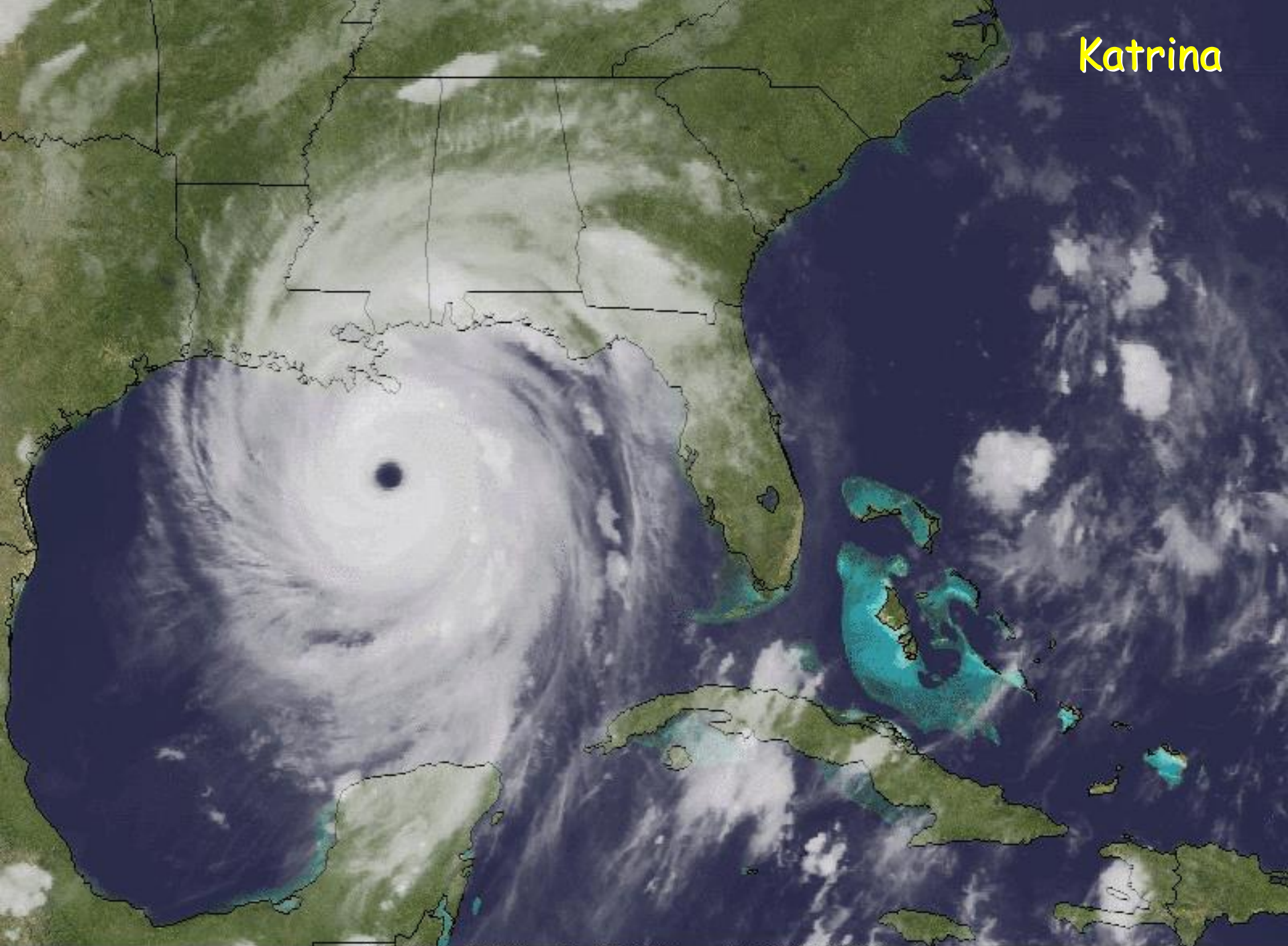
SOCIEDAD

E: Exposición



TERRITORIO

Katrina



29 AUG 2005 - G-12 IMG - 01:15:00UTC

EL CLIMA FUTURO

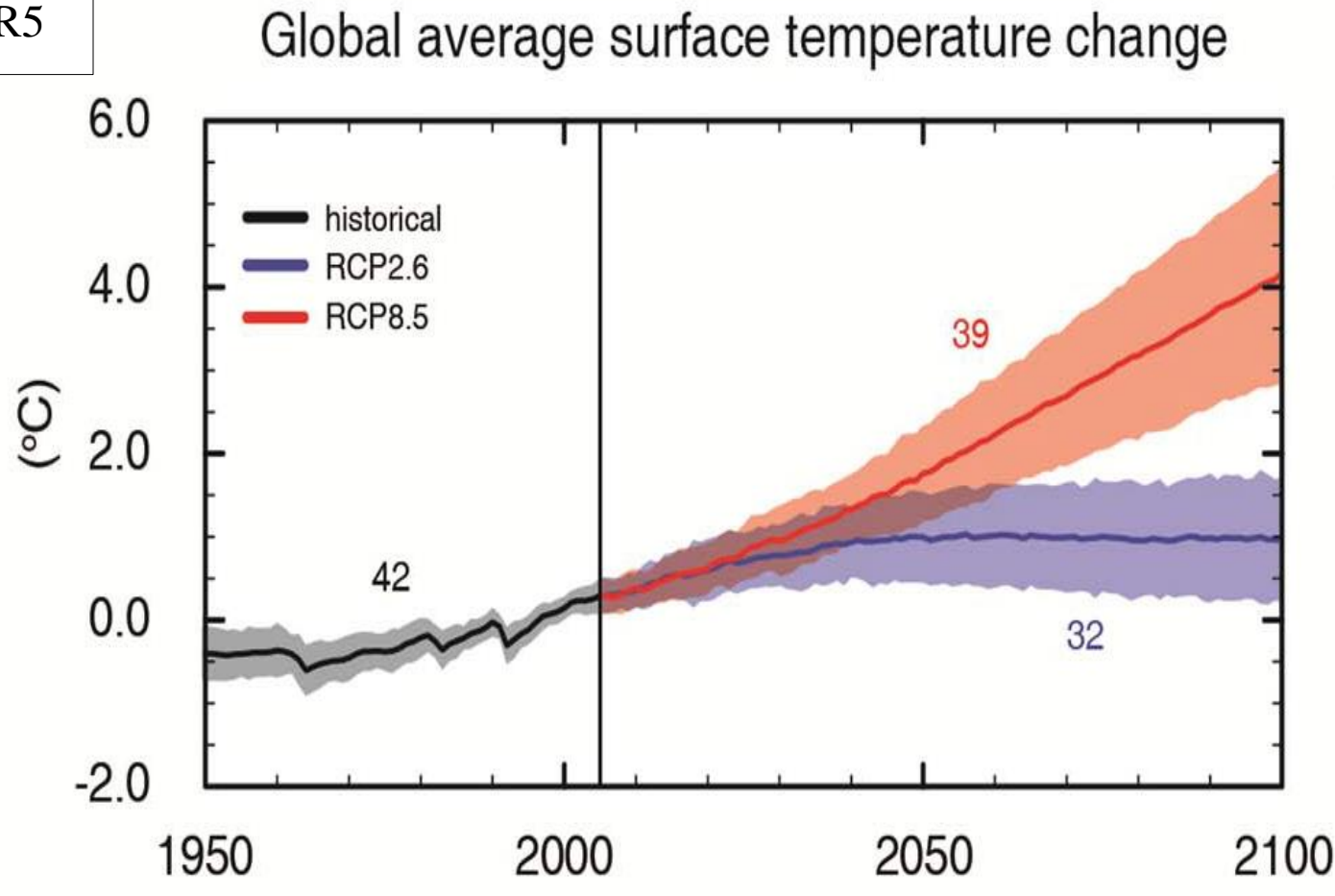


Las proyecciones climáticas...no predicciones

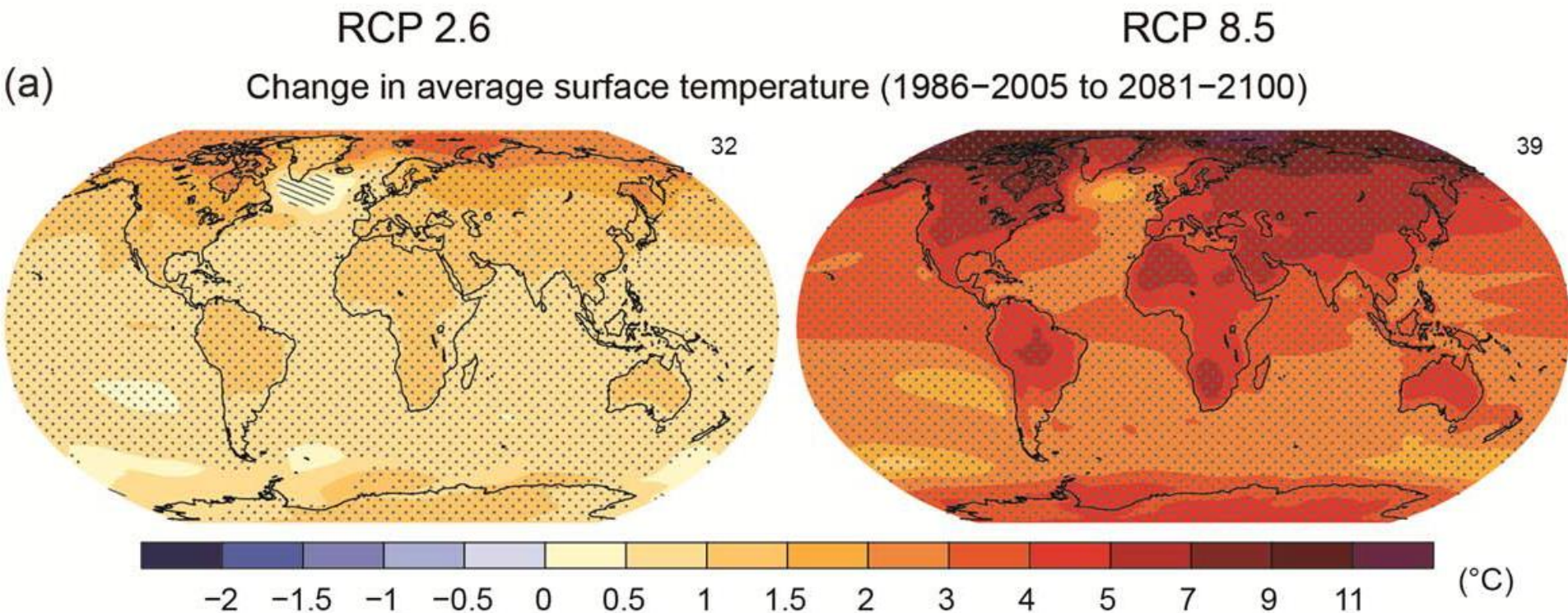
Proyecciones de temperatura

Aumento proyectado de temperatura para 2081-2100, respecto a 1986-2005: Entre **1,0** y **3,7°C**.

AR5

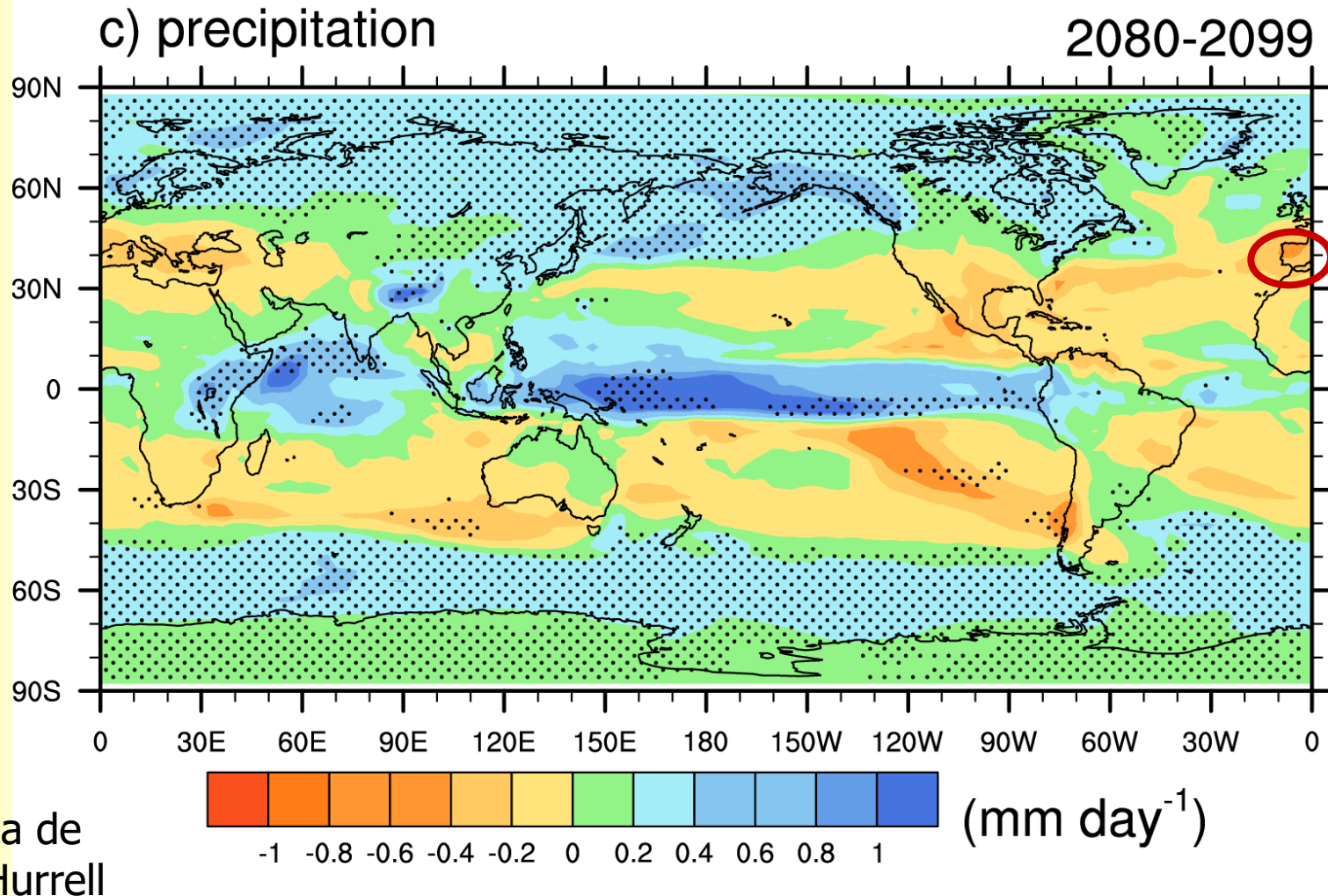


Proyecciones planisféricas de la temperatura



Calentamiento más acusado sobre los continentes y en las altas latitudes boreales y menor en el océano austral y en partes del norte del océano Atlántico.

Cambios futuros en la precipitación



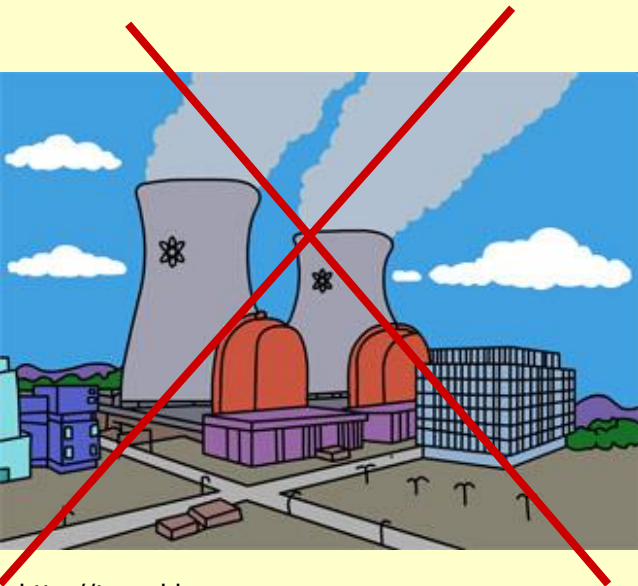
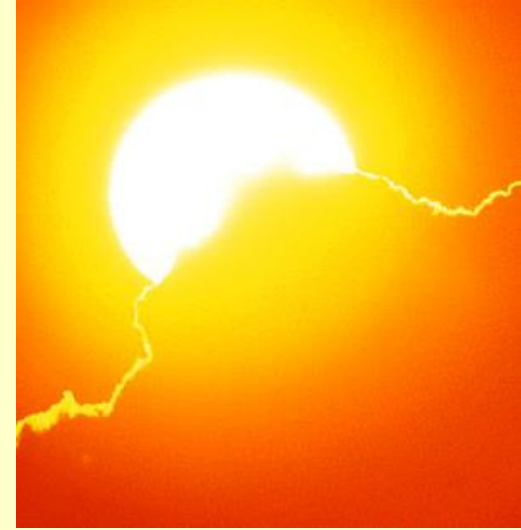
AR5: Mayor contraste entre áreas lluviosas y secas

Dos acciones clave

- **Mitigación:** Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para que el calentamiento sea el mínimo posible.
- **Adaptación:** Ajustarse a las nuevas condiciones ambientales reduciendo el efecto de los impactos y aprovechando las nuevas oportunidades.



Mitigación: La central nuclear de fusión solar



A elevadísimas presiones y temperaturas, núcleos de hidrógeno se fusionan dando núcleos de helio, con desprendimiento de energía

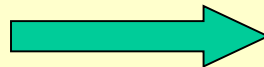
**“Combustible”:
Hidrógeno (90%)**

**“Residuo”:
Helio (9%)**

Adaptación, un ejemplo: El turismo de montaña

- El calentamiento dificultará seriamente la viabilidad económica de las estaciones de esquí, de un modo progresivo a lo largo del siglo, aunque aún habrá buenas temporadas para los deportes blancos.
- Se abren nuevas oportunidades (adaptarse es también aprovechar las nuevas oportunidades), de disfrute de las potencialidades que ofrece la naturaleza y el paisaje en un calendario ampliado.

Estaciones de esquí



Estaciones de montaña

Adaptación: Ejemplo, Vides de altura (900 m), Batlliu de Sort



Fotos Ramon y Conxi, meteopallars



Martín Vide, J. (coord.) (2016). *Tercer Informe sobre el canvi climàtic a Catalunya*. Barcelona: Generalitat de Catalunya i Institut d'Estudis Catalans.

Presentat públicament el 30 de gener de 2017.

ISBN 9788499653174 (IEC)

ISBN 9788439394488 (Generalitat de Catalunya)

http://cads.gencat.cat/web/.content/Documents/Publicacions/tercer-informe-sobre-canvi-climatic-catalunya/TERCER_INFORME_CANVI_CLIMATIC_web.pdf

COM HA EVOLUCIONAT I EVOLUCIONARÀ EL CANVI CLIMÀTIC?

- ❖ Entre 1950 i 2014 la temperatura mitjana anual de l'aire s'ha incrementat en $0,23^{\circ}\text{C}$ per dècada (especialment a l'estiu: $+0,33^{\circ}\text{C}/\text{dècada}$).
- ❖ Les projeccions apunten a un augment de la temperatura de $1,4^{\circ}\text{C}$ per a mitjans de segle (respecte a la mitjana 1971-2000). Els increments podrien ser més elevats durant l'estiu i al Pirineu.
- ❖ Entre 1950 i 2014 la precipitació ha disminuït un $1,2\%/dècada$ al conjunt del país (valor estadísticament no significatiu). Al Pirineu i Pre-Pirineu ho ha fet entre un $2,4$ i $3,9\%$.
- ❖ Les projeccions apunten a una disminució de la precipitació de cara a 2050, tot i que la tendència és més incerta. Els estudis pronostiquen un escenari d'escassetat hídrica que requerirà mesures d'adaptació a la nova realitat.

Amb la col·laboració de:

COM HA EVOLUCIONAT I EVOLUCIONARÀ EL CANVI CLIMÀTIC?



Figura 4.6. Glacera d'Aneto. Comparativa 2009-2012. Fragmentació del límit inferior del lobul oriental que dona origen a la congesta de gel inferior d'Aneto.

Font: Jordi Camins.

- ❖ Tots els escenaris climàtics apunten a un augment de les temperatures extremes, les onades de calor, les nits tropicals (especialment al litoral i pre-litoral), les nits i els dies càlids, i la durada de les ratxes seques.
- ❖ Hi haurà un augment de la durada de les ratxes seques, sobretot a la primavera i a l'estiu.
- ❖ Ja no hi ha cap aparell glacial visible a Catalunya.

Amb la col·laboració de:

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES NATURALS?

- ❖ El nombre d'episodis que produeixen inundacions locals augmenta des de mitjan segle XIX, probablement a causa de l'augment de l'exposició i la vulnerabilitat.
- ❖ El nombre d'incendis forestals per sobre de 0,5 ha disminueix, possiblement a causa d'una millora en les bones pràctiques en la prevenció i en la predicció.
- ❖ Les condicions més extremes de temperatura, humitat i precipitació previstes apunten a un augment del nombre d'incendis forestals. L'increment de situacions excepcionals pot afavorir una freqüència més gran d'incendis de gran extensió, així com els incendis en zones on ara no són habituals o fora de l'estiu.

Amb la col·laboració de:

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES NATURALS?

- ❖ Els estudis reflecteixen la singularitat hídrica del país i l'heterogeneïtat territorial pel que fa als efectes del canvi climàtic sobre els recursos hídrics. Tots apunten la futura escassetat d'aigua com un factor comú al conjunt del país.
- ❖ De cara a mitjans de segle, es projecta la reducció de la disponibilitat de recursos hídrics d'un 9,4% a les comarques pirinenques, d'un 18,2% a les interiors i d'un 22% al litoral.
- ❖ La combinació del transport longitudinal i la modificació dels nivells relatius terra-mar comportarà un augment dels trams de platja amb vulnerabilitat alta o molt alta, especialment al tram nord de la costa catalana (l'any 2060 podríem tenir 164 km de costa en aquestes condicions de vulnerabilitat).
- ❖ Fins i tot sense variar la configuració actual de la costa, l'any 2100 el 21% de les platges requerirà d'actuacions addicionals per al seu manteniment.

Amb la col·laboració de:

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES NATURALS?

- ❖ Els sòls experimentaran una pèrdua lenta de matèria orgànica per mineralització durant els propers decennis per efecte del canvi climàtic. També es preveu un augment de l'aridesa i, en conseqüència, de l'erosió.
- ❖ Hi ha moltes evidències dels efectes del canvi climàtic sobre els organismes i els ecosistemes terrestres (canvis genètics, en el metabolisme, demografia de les poblacions, composició de les comunitats i estructura i funcionament ecosistèmics).
- ❖ Els impactes poden ser més significatius si els altres components del canvi global (canvis en els usos del sòl, la contaminació i la sobreexplotació de recursos) continuen evolucionant com fins ara o empitjoren.
- ❖ El canvi global també afecta els ecosistemes aquàtics continentals (rius, llacs, llacunes i embassaments), reduint la quantitat i qualitat dels recursos hídrics i la seva biodiversitat.

Amb la col·laboració de:

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES NATURALS?

- ❖ La Mediterrània és una mar semitancada i pateix una gran pressió a causa de l'activitat humana vora la costa. Aquests dos aspectes la fan especialment vulnerable al canvi climàtic.
- ❖ La mar catalana s'està escalfant a una velocitat de $0,3^{\circ}\text{C}$ per decenni des de 1974 i el nivell del mar augmenta gairebé 4 cm per decenni des de 1990.
- ❖ Aquests canvis progressius, juntament amb el sobreescalfament a l'estiu o un augment de les tempestes a la tardor, afecten els ecosistemes marins (mortaldat massiva de les comunitats de coral·ligen, afectacions als alguers de *Posidònia*, desplaçament d'espècies, proliferació d'eixams de meduses, entre altres).
- ❖ Totes aquestes alteracions afecten els serveis que ens ofereixen els ecosistemes.

Amb la col·laboració de:

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES HUMANS?

- ❖ L'increment de la temperatura (amb un augment de l'evapotranspiració), la reducció progressiva de la pluviometria i un augment de la seva irregularitat poden comportar un increment dels requeriments d'aigua de reg (segons el cultiu, l'any i el lloc).
- ❖ L'increment de les temperatures pot allargar els cicles de creixement d'alguns cultius i incrementar-ne els rendiments en alguns indrets, però pot generar problemes greus de floració, maduració, cops de calor i qualitat organolèptica dels aliments.
- ❖ El canvi climàtic podria provocar una disminució de les captures de pesca de fins al 20% a mitjan segle XXI. La disminució podria ser més gran per l'acidificació de les aigües marines a causa de l'augment de CO₂.
- ❖ El canvi de mix energètic ha de passar per donar un nou impuls a l'energia eòlica i a la fotovoltaica.

Amb la col·laboració de:

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES HUMANS?

- ❖ La contribució principal a les emissions del tractament dels residus prové dels dipòsits controlats, que emeten grans quantitats de metà. D'altra banda, la recollida selectiva contribueix a reduir la petjada de carboni.
- ❖ No es preveu una pèrdua substancial de l'atractiu turístic del litoral català des del punt de vista de confort tèrmic (excepte en les nits d'estiu). El turisme de sol i platja té potencial per a satisfer les expectatives de noves demandes més enllà de l'estiu.
- ❖ El turisme de neu continua mostrant una vulnerabilitat important al canvi climàtic, atesa la situació latitudinal de gairebé totes les estacions d'esquí (en cotes límit per a la seva viabilitat futura). Es proposa la transició d'estació d'esquí a estació de muntanya.

Amb la col·laboració de:



#3ICC

COM AFECTARÀ ELS SISTEMES HUMANS?

- ❖ Els infants, les persones grans o amb patologies prèvies i la població de nivell socioeconòmic més baix són els més vulnerables a patir els efectes del canvi climàtic en termes de salut.
- ❖ Les projeccions per al 2050 apunten a un increment de la mortalitat com a conseqüència de la calor (relacionada amb malalties cardiovasculars i respiratòries i del sistema nerviós i mental, la diabetis, i del sistema urinari i renal).
- ❖ L'augment de temperatures afavoreix les condicions per a la transmissió de malalties causades per vectors, existint el risc d'introducció del dengue, el chikungunya i la malària (actualment no hi ha casos autòctons).

Amb la col·laboració de:

Dos acciones clave

- **Mitigación:** Reducir emisiones de gases de efecto invernadero para que el calentamiento sea el mínimo posible.
- **Adaptación:** Ajustarse a las nuevas condiciones ambientales reduciendo el efecto de los impactos y aprovechando las nuevas oportunidades.

Cambio climático y **Educación**...

- ...**con un enfoque global** (reflexión, solidaridad)
- ...**verídica** (los hechos no se pueden ocultar ni presentar exageradamente)
- ...**para la acción**
- ... **positiva** (proactiva, responsable, generosa, inteligente)
- ...**respetuosa y en pro de la sostenibilidad**



Ch. Marion Russell (1864-1926)

cowboy



astronauta



NASA

Cumbres de Mallorca desde el Observatorio Fabra,
el 6 de enero de 2014



Gràcies