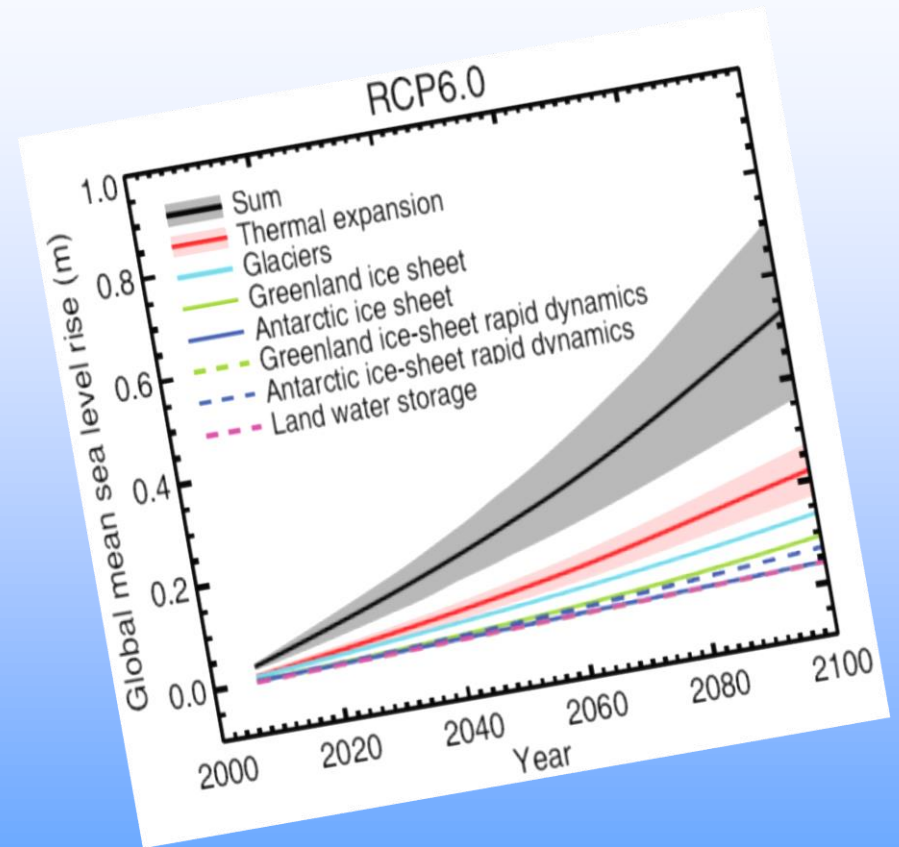


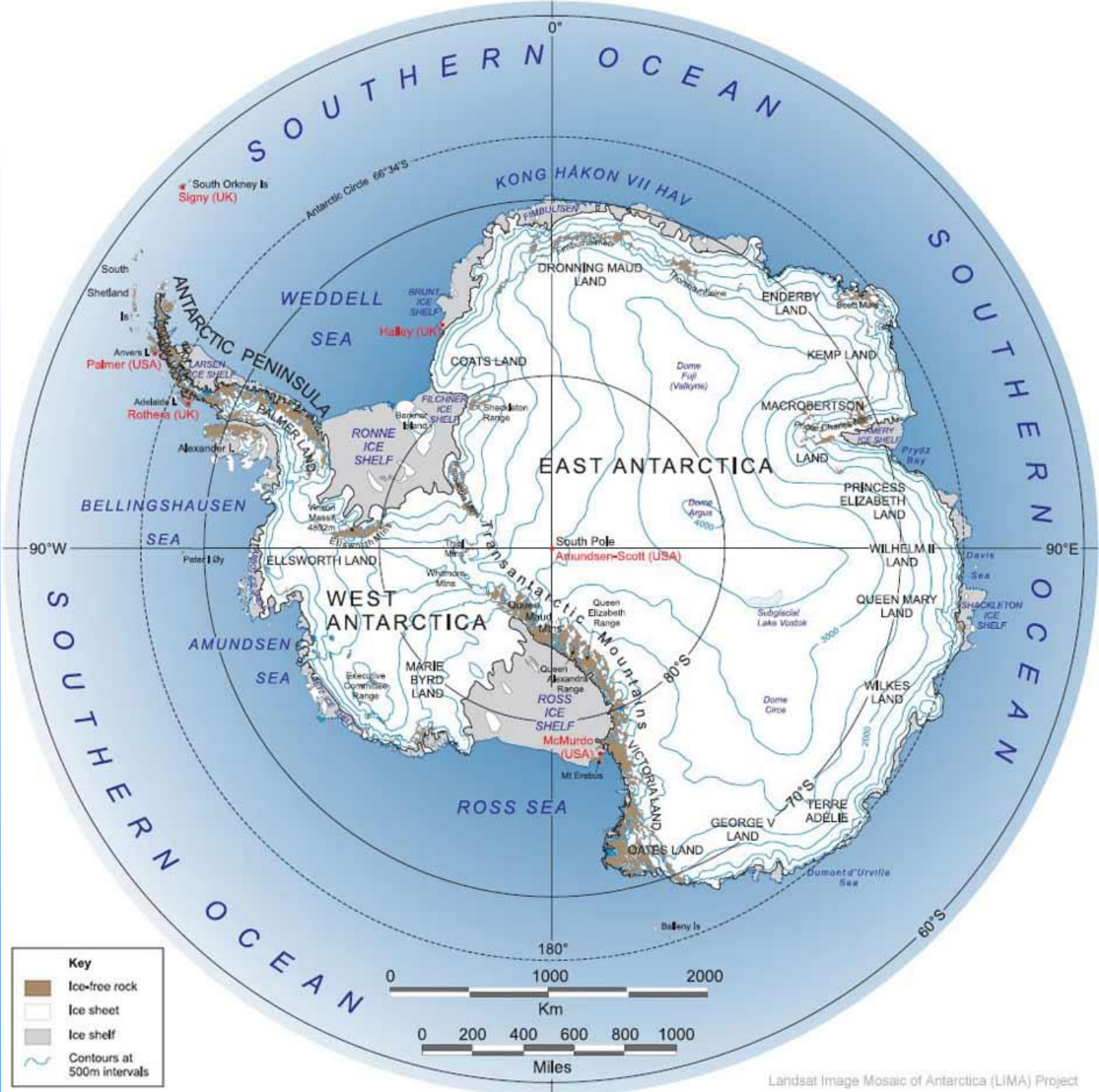
La Antártida y el cambio climático



The Larsen Ice Shelf, on the Antarctic Peninsula, has experienced an unprecedented series of collapses. Credit: Ted Scambos, NSIDC



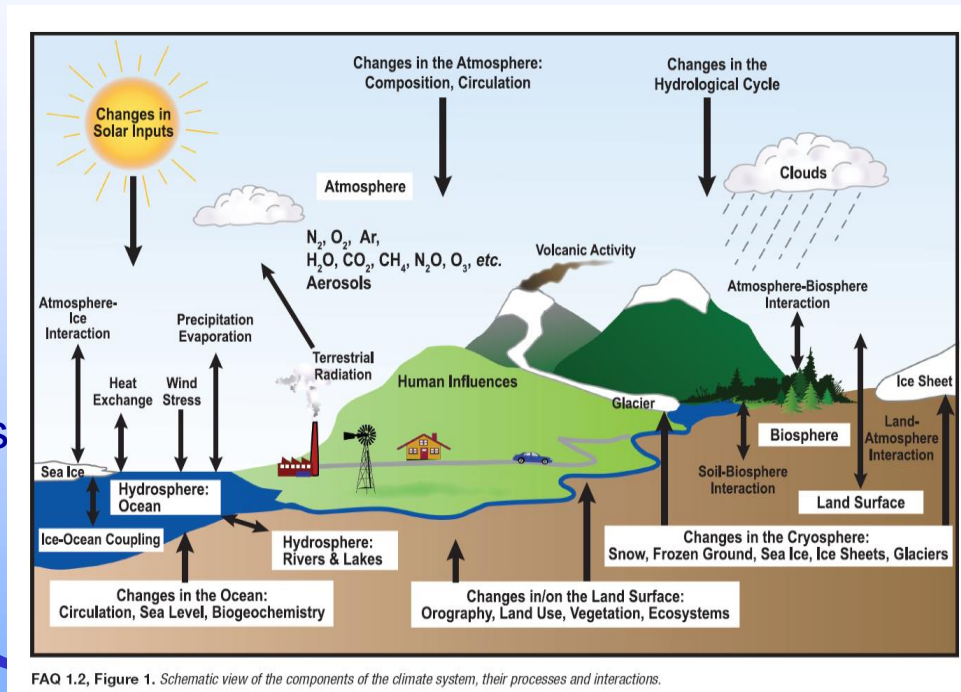
María Asunción Pastor Saavedra, Jorge Sanchis Lladó
Área de Modelización y Evaluación del Clima



¿Qué cambios se han producido? ¿En qué medida comprendemos los climas pasado y presente? ¿Qué cambios podrían producirse?

Observaciones :

Temperaturas
 Precipitaciones
 Cobertura de hielo o de nieve
 Nivel de los océanos
 Circulación
 Extremos

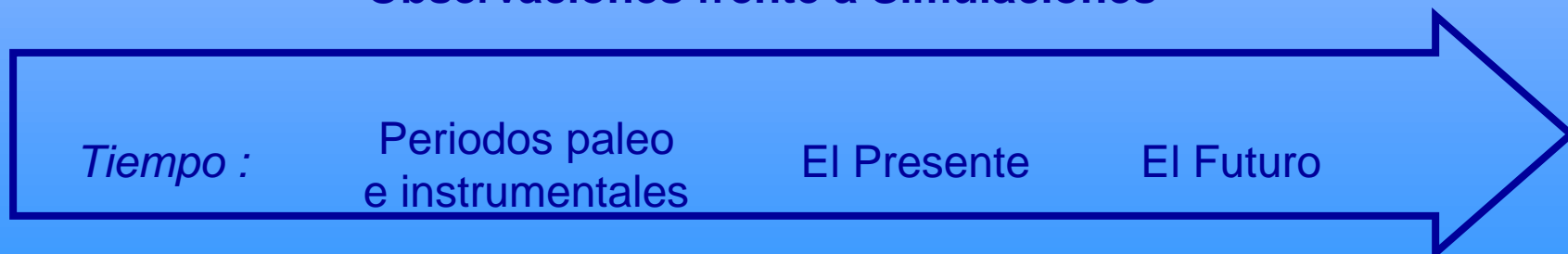


FAQ 1.2, Figure 1. Schematic view of the components of the climate system, their processes and interactions.

Simulaciones :

Variación natural
 Forzamientos
 Clima global
 Clima regional
 Sucesos de gran impacto
 Estabilización

Observaciones frente a Simulaciones



Hablaremos sobre

- Tiempo, clima, variabilidad climática, cambio climático
- ¿Por qué suscita tanto interés la Antártida?
- Clima observado en la Antártida
- Evolución clima futuro: modelos y escenarios (IPCC)
- Últimos informes: SR1.5, calendario futuro AR6
- Conclusiones

Tiempo y Clima

- **Tiempo:** Estado dinámico y variable de la atmósfera en una zona dada y en un momento bien preciso.
- **Clima:** Síntesis del tiempo en un periodo estadísticamente significativo (**30 años según la OMM**). Se define como el tiempo promedio, o más rigurosamente, como la descripción estadística en términos de la media y variabilidad de cantidades relevantes sobre un periodo de tiempo que va desde meses hasta miles o millones de años.
- **El clima, en un sentido amplio, es el estado que incluye una descripción estadística del sistema climático (Gates, 1979).**

Cambio climático

- El cambio climático se refiere a un cambio en el estado del clima que puede identificarse (e.g. mediante tests estadísticos) por cambios en la media y/o la variabilidad de las propiedades, y que persiste durante un periodo extenso, típicamente del orden de décadas o más.
- El cambio climático puede deberse a procesos naturales internos, a forzamientos externos, y/o bien a cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo.
- El Marco de la Convención sobre Cambio Climático (UNFCCC, de sus siglas en inglés) define en su artículo 1, el cambio climático como 'un cambio del clima que es atribuible directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera global y que se añade a la variabilidad climática natural observada sobre periodos comparables de tiempo.'

Variabilidad climática

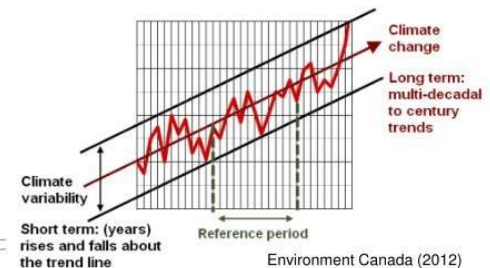
- El sistema climático sufre una serie de fluctuaciones temporales alrededor de su estado medio, al conjunto de las cuales se le denomina **variabilidad climática**. Esta variabilidad es, por tanto, una característica natural.
- **La variabilidad del sistema climático ocurre a distintas escalas espaciales y temporales dependiendo del forzamiento que induzca la fluctuación.** Este rango de escalas va desde el muy largo plazo (escala geológica) donde se habla de cambios en miles de años, a la escala diurna, donde se producen cambios de la noche al día.

Climate Variability vs Climate Change

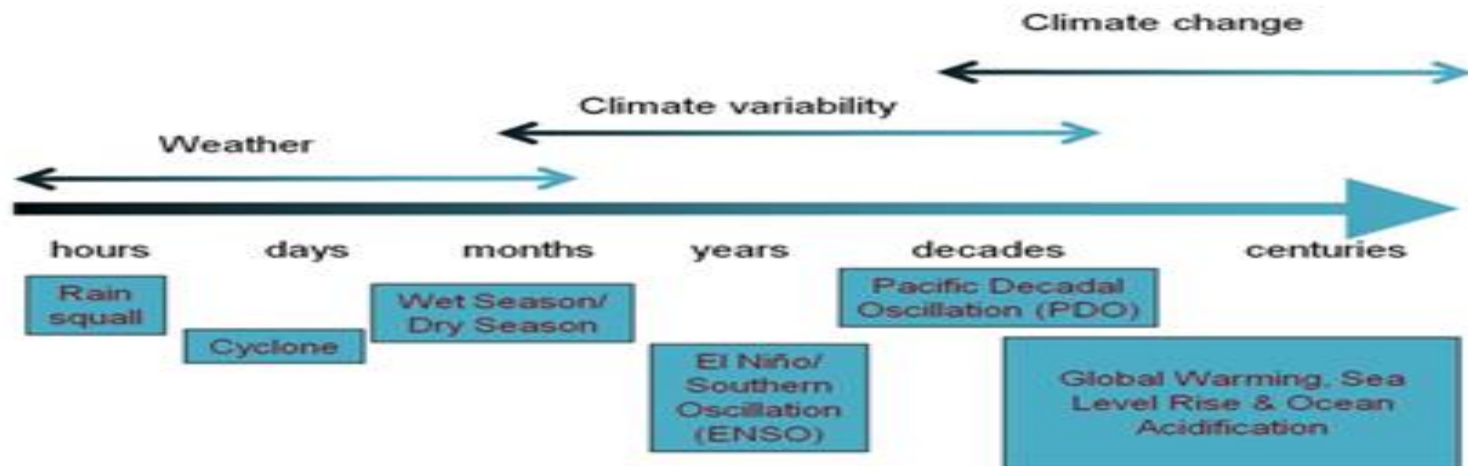
- **Climate variability:** shorter-term variations (daily, seasonal, annual, inter-annual, several years)
- **Climate change:** long-term trends in climate averages (decades or longer)

Climate Change & Variability Concepts

- Related to meteorological hazards
- Contributes to some geophysical hazards



Weather and climate scales



Pacific-Australia Climate Change Science and Adaptation Planning Program



¿Por qué nos interesa la Antártida?

- ❖ La Antártida es el laboratorio natural más potente de la Tierra. Mayor reserva de agua dulce del planeta (más del 80 % del total).
- ❖ Comprender como el Antártico está respondiendo al cambio climático actual- y como fue el continente en el pasado es esencial si los científicos **quieren ser capaces de predecir de manera más precisa el cambio climático futuro y proporcionar información precisa a los políticos y a los encargados de la toma de decisiones.**
- ❖ El análisis de los testigos de hielo de la Antártida muestran el nexo tan claro entre los niveles de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y la temperatura de la Tierra. Gran parte del trabajo científico del British Antarctic Survey (BAS) se ha hecho en **la Península Antártica, una de las partes que están experimentando el calentamiento más rápido del planeta.** Los glaciólogos también están estudiando el casquete de la Antártida Occidental, partes de la cual están adelgazando muy rápidamente. **Este trabajo es crucial para comprender si ese adelgazamiento podría señalar el comienzo del colapso de los casquetes, suceso que podría causar que el aumento del nivel del mar fuera superior al que se predice actualmente.**

25/01/2019



Antarctic sea ice coverage has reached a record low for the start of January, spanning 5,470,000km² – a decline of 30,000km² compared with the same period in 2017. According to Meteo France, **it is the lowest coverage of sea ice for the period in 40 years of satellite measurements.**

During the month of December 2018, the sea ice melted at a record rate of 253,000km² per day, close to levels recorded in 2010 and 2005, and well above the average rate of 214,000km² per day, calculated from 1981-2010.

The annual minimum coverage is measured between the end of February and the beginning of March, with a previous record-low of 2,100,000km² recorded on March 3, 2017.

<https://www.meteorologicaltechnologyworldexpo.com>

25/01/2019

More complex behavior than the Arctic



According to Meteo France, positive temperature anomalies observed in the Antarctic probably contributed to the deficit of the pack ice, although there are other factors that are more difficult to take into account. **Antarctica has a more complex behavior than the Arctic and four years ago, the extent of the Antarctic ice sheet was regularly in surplus. Only since 2017 has the agency recorded recurrent deficits.**

The decrease in sea ice has ultimately been attributed to climate change, with increased sensitivity to ice zones. In fact, the melting of sea ice, which returns more radiation to space than free water or a cleared ground due to a stronger albedo, leads to an increase in the amount of solar energy absorbed by the sea, therefore accelerating global warming.

<http://www.bom.gov.au/state-of-the-climate/>

State of the climate 2018

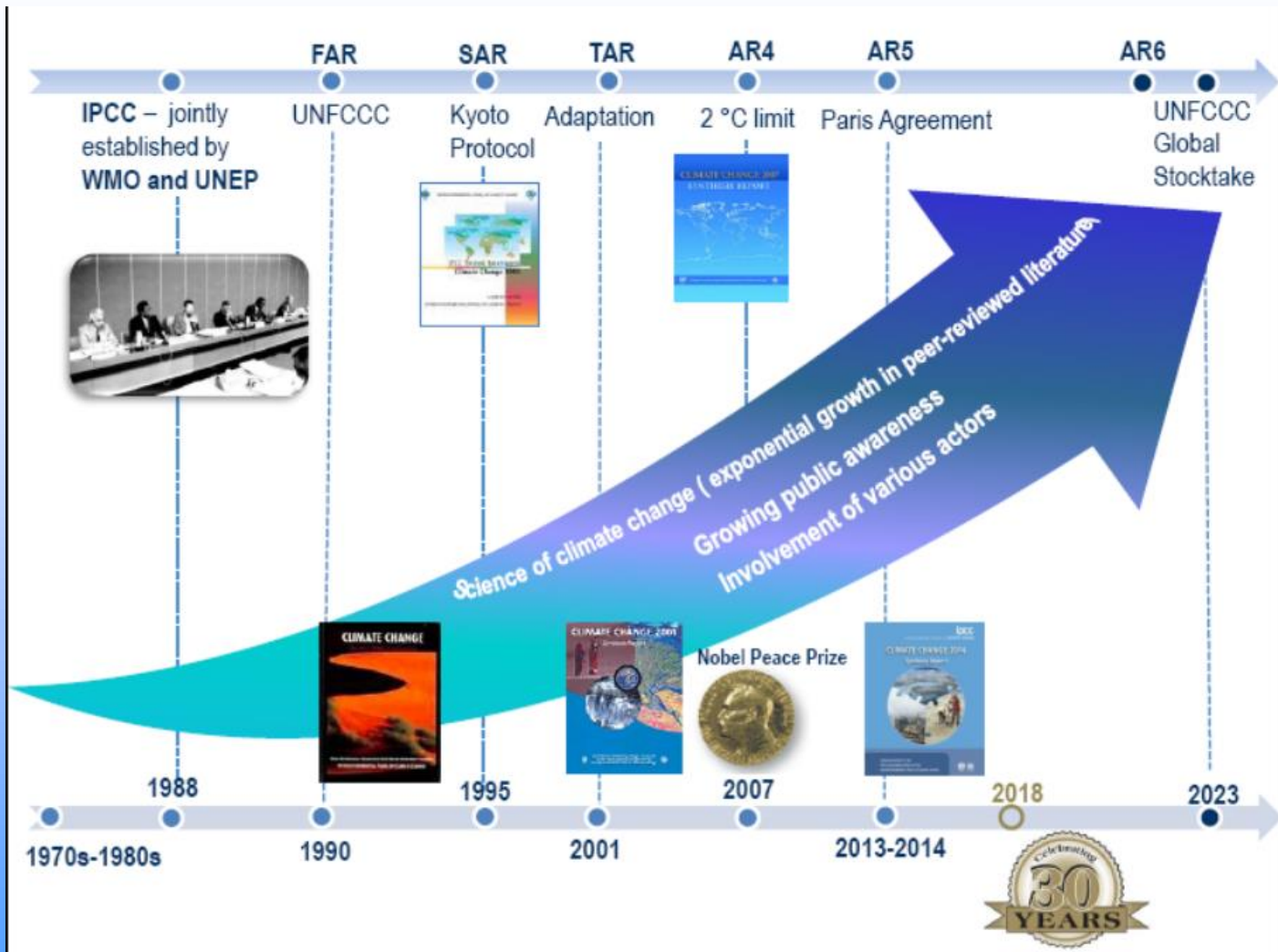
- Concentrations of all the major long-lived greenhouse gases in the atmosphere continue to increase, with carbon dioxide (CO₂) concentrations rising above 400 ppm since **2016 and the CO₂ equivalent (CO₂-e) of all gases reaching 500 ppm for the first time in at least 800,000 years.**
- **Emissions from fossil fuels continue to increase and are the main contributor to the observed growth in atmospheric CO₂.**
- The world's oceans, especially in the southern hemisphere, are taking up more than 90 per cent of the extra energy stored by the planet as a result of enhanced greenhouse gas concentrations.
- **Global sea level has risen by over 20 cm since 1880, and the rate has been accelerating in recent decades.**
- Globally averaged air temperature has warmed by over 1 °C since records began in 1850, **and each of the last four decades has been warmer than the previous one.**

UN Climate Change News 18 June 2018

- ❖ **Antarctica's ice sheet is melting more rapidly than previously expected**, a scientific study published in the scientific research journal *Nature* has revealed, adding to the sense of urgency to act on climate change and to finalize the implementation guidelines of the Paris Agreement at the end of this year.
- ❖ **The study, funded by NASA and the European Space Agency ESA, concludes that losses from the continent have tripled since 2012, with meanwhile 180 billion tonnes of ice pouring into the ocean every year.**
- ❖ Scientists fear that if climate change is not controlled swiftly, **the ice sheets in Antarctica could collapse because of climate change, leading to a rise in sea levels which would have disastrous consequences for low-lying cities and communities.**
- ❖ Apart from the flooding of the coastal areas, **rising sea levels contaminate freshwater sources, and saltwater interferes with agriculture by stunting crop growth.**

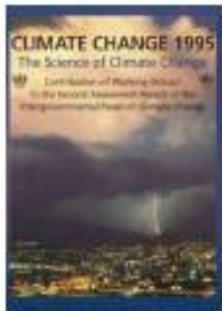
<https://unfccc.int/news/melting-of-antarctic-ice-is-accelerating-study-shows>

Fuente: Climate and Climate Change Sciences, 30 years of IPCC assessment reports





1990
broad overview of climate change science, discussion of uncertainties and evidence of warming



1995
“The balance of evidence suggests a **discernible** human influence on global climate”



2001
“new and **stronger evidence** that most of the warming observed over the last 50 years is attributable to human activities”



2007
“Warming of the climate system is **unequivocal...**”



2013
“Human influence on the climate system is **clear.**”

Improvements:



Observations

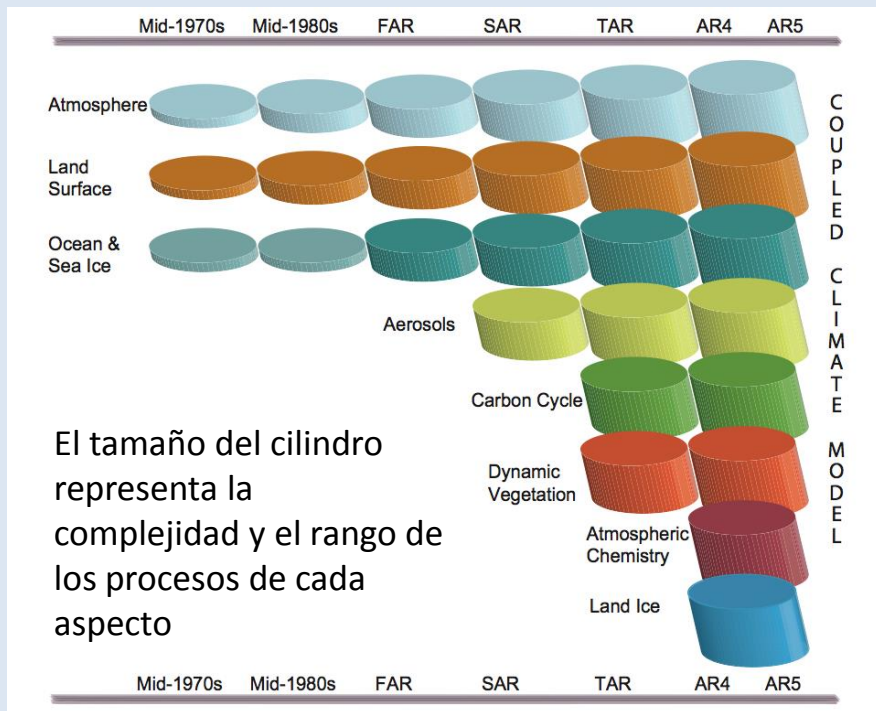
Confidence in models

Process based understanding

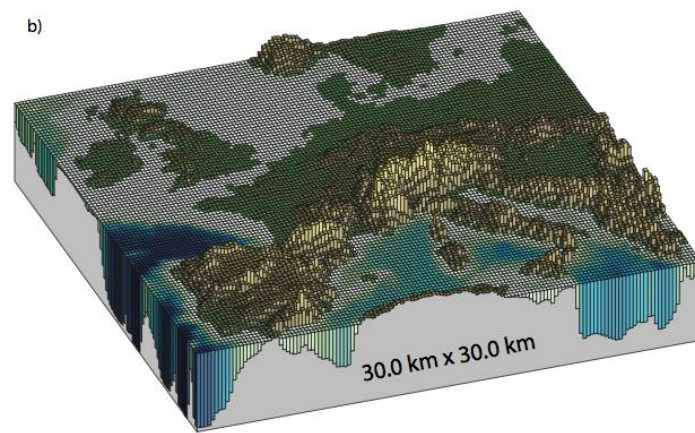
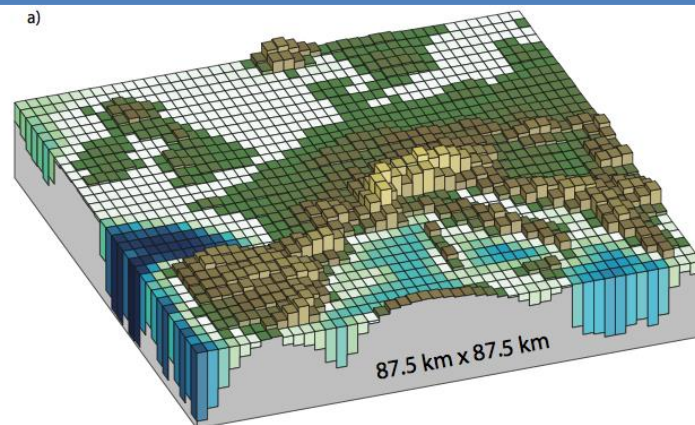
More sophisticated models

Multiple lines of evidence

Progresos en la modelización del clima global. Desarrollo de los modelos climáticos en los últimos 35 años



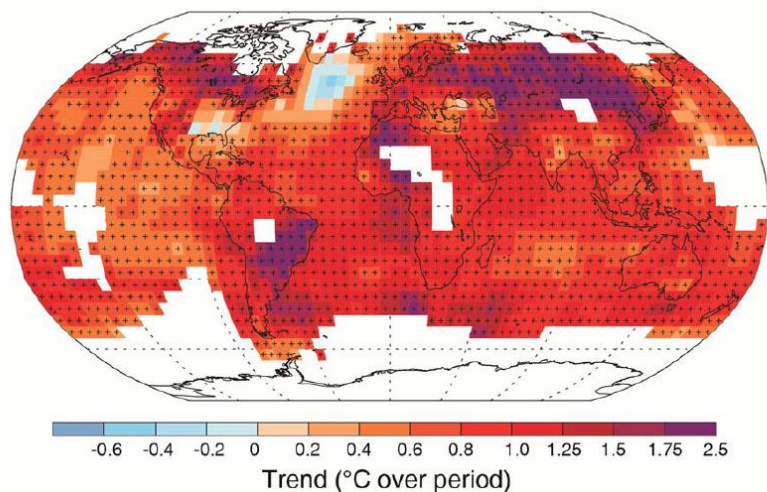
Incremento continuo en la resolución horizontal y vertical; especialmente evidente en las rejillas oceánicas refinadas mostradas aquí debajo.



--> Representación de los procesos del Sistema Tierra es mucho más cara y ha mejorado sustancialmente, especialmente para la radiación y las interacciones nube aerosoles y para el tratamiento de la criosfera

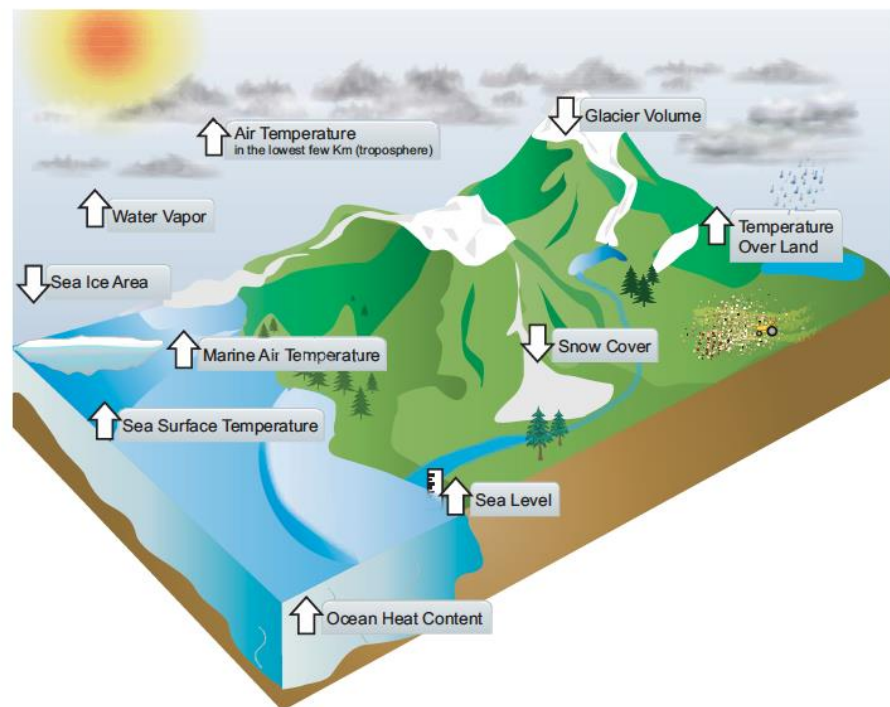
El calentamiento del sistema climático es inequívoco, y desde la década de 1950, muchos de los cambios observados no tienen precedentes en los últimos decenios a milenios. La atmósfera y los océanos se han calentado, la cantidad de nieve y hielos ha disminuido, el nivel de los mares se ha elevado, y las concentraciones de los gases de efecto invernadero han aumentado.

Observed change in average surface temperature 1901–2012

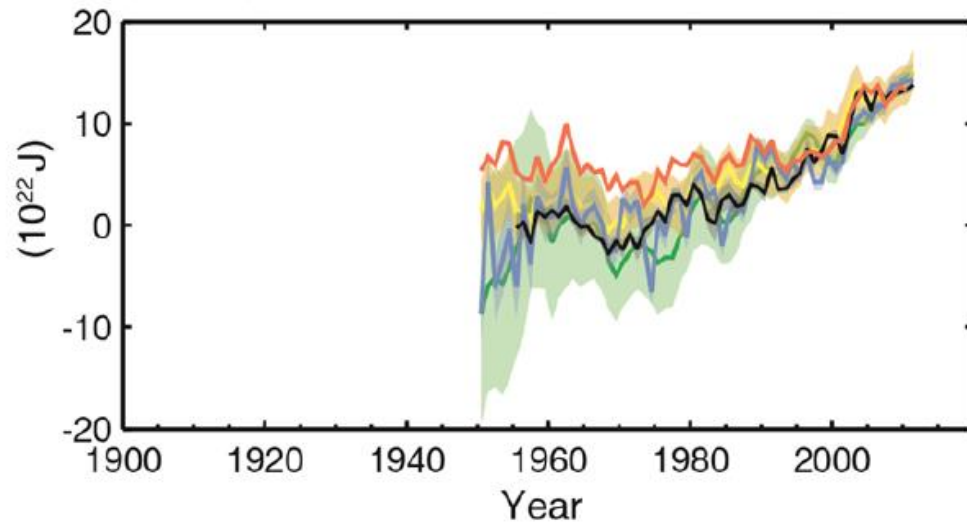


Temperature change map: This global map shows calculated surface temperature changes for 1901-2012. Estimated temperature decreases appear in shades of blue, and estimated increases appear in shades of orange and purple. Areas with insufficient data are white. Image from [IPCC Fifth](#)

[Assessment Report](#)



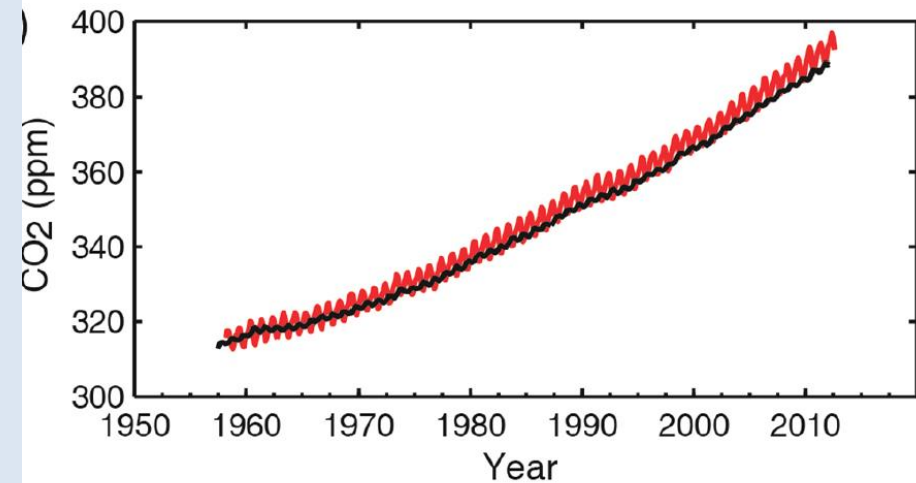
Change in global average upper ocean heat content



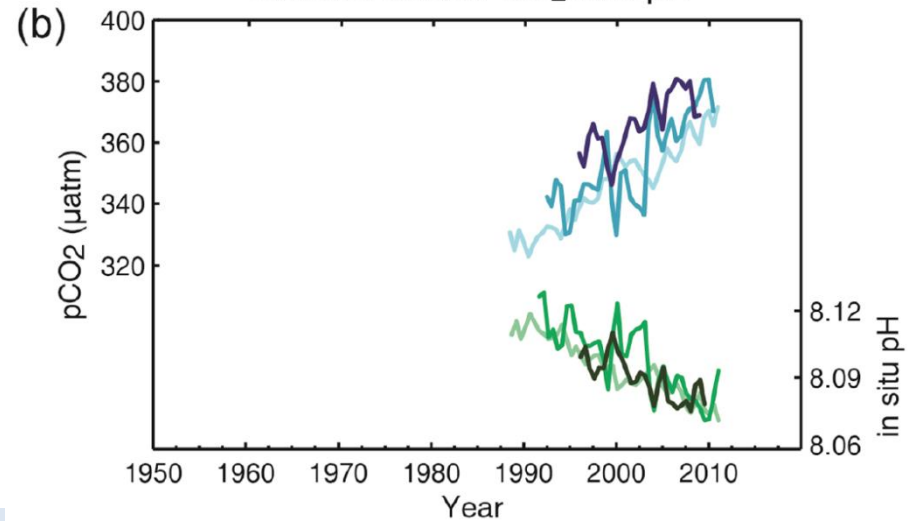
El calentamiento oceánico constituye la parte esencial del aumento de la cantidad de energía almacenada en el seno del sistema climático y representa más del 90% de la energía acumulada entre 1971 y 2010 (*grado de confianza elevado*).

Es *prácticamente cierto* que la capa superficial del océano (0–700 m) se haya calentado entre 1971 y 2010, y es *probable* que se haya calentado entre los años 1870 y 1971.

Atmospheric CO₂

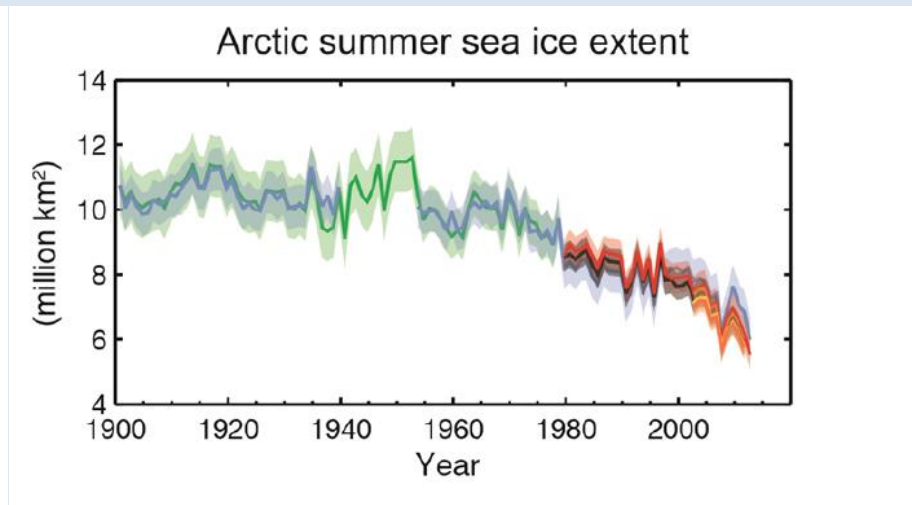
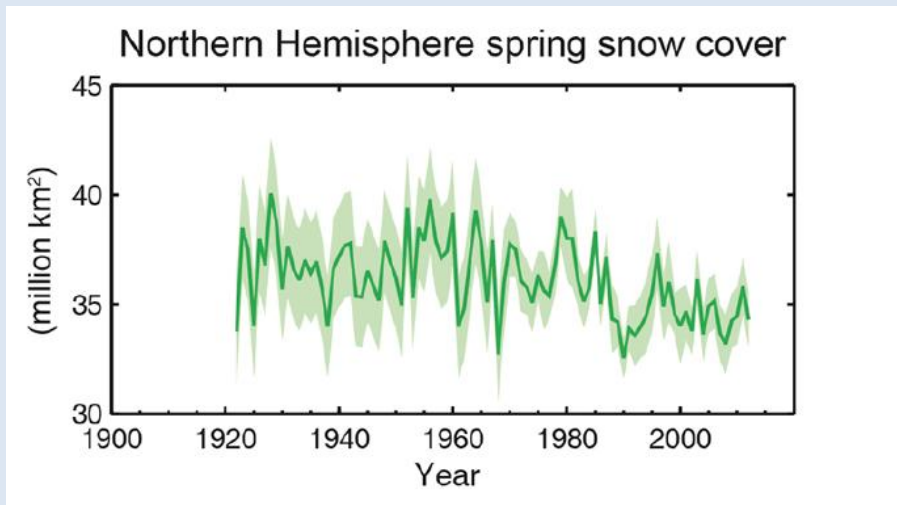


Surface Ocean CO₂ and pH



Las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono (CO₂), de metano y de óxido nitroso han aumentado hasta llegar a alcanzar niveles sin precedentes en los últimos 800 000 años.

Los océanos han absorbido alrededor de 30% de las emisiones antrópicas de dióxido de carbono, ocasionando una acidificación de los océanos.



En los dos últimos decenios, la masa de los casquetes glaciares ha disminuido, los glaciares de prácticamente todas las regiones del mundo han continuado retrocediendo, y las extensiones de la banquisa ártica y del manto nivoso de primavera del hemisferio norte han disminuido (*grado de confianza elevado*).

Múltiples elementos indican que el Ártico sufre un calentamiento importante desde mediados del siglo XX.

Particularizando

- Aumento de T -> retroceso de los glaciares
- Aumento de T -> subida del nivel del mar
- Aumento de T -> impactos en el modo anular del sur (SAM)

Primera consecuencia del calentamiento global: retroceso glaciares (1)

- En la Antártida el proceso de retroceso de los glaciares es más complejo.
- El casquete cubre un área de casi 14 millones de kilómetros cuadrados y tiene un volumen de 25,4 millones de kilómetros cúbicos de hielos. Su respuesta al cambio climático no está siendo homogénea.
- Hoy no existen dudas, la disminución del volumen de hielo antártico es un hecho: se pierden más de 150 kilómetros cúbicos al año (Frazer et al. 2016)
- En este proceso, la Antártida occidental es la parte más sensible. En esta zona, el hielo glaciar se apoya sobre una masa continental que se encuentra muy por debajo del nivel del mar. Estudios realizados por la NASA en 2014 confirmaron que el contacto entre el hielo y la roca alcanza profundidades superiores a los 2300 m. En ese contacto, el calentamiento del agua marina está minando los puntos de apoyo del hielo y favoreciendo su deslizamiento. Se trata de un mecanismo que ya conocemos pues es similar al producido en pasados intervalos interglaciales. (Memorias de un clima cambiante, claves científicas para enfrentarse al cambio climático, J. Martín-Chivelet, 2016)

Primera consecuencia del calentamiento global: retroceso de los glaciares (2)

- Hasta aquí se ha hablado del hielo continental, pero el hielo marino (banquisa) que desempeña un papel fundamental en el albedo y las corrientes oceánicas también es importante.
- El proceso más importante sucede en el Ártico: imágenes de témpanos de hielo flotante con osos polares.
 - El hielo está desapareciendo a un ritmo mucho más rápido del previsto.
- La balanza entre la formación de hielo en invierno (que afecta a los metros más superficiales del océano) y la fusión de verano se inclina claramente hacia esta última. Con ello la extensión del hielo ártico a finales del verano es cada vez menor, proceso que se ha aprovechado para abrir nuevas vías de navegación y exploración. El responsable es en parte, el incremento de temperaturas, pero hay un mecanismo que está amplificando el proceso: el cambio del albedo ártico. Por un lado las partículas de hollín están acelerando la fusión del hielo marino perenne; por otro, cuanto mayor es la fusión, mayor es la superficie oceánica expuesta a la radiación solar. Y el agua tiene un albedo mucho menor; es decir, absorbe más radiación solar, lo que incrementa el calentamiento en un proceso de retroalimentación positiva. (Memorias de un clima cambiante, claves científicas para enfrentarse al cambio climático, J. Martín-Chivelet, 2016)

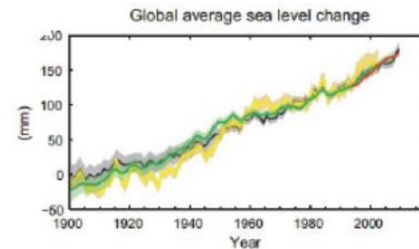
Segunda consecuencia del calentamiento global: subida del nivel del mar

Sea level in the *FAR* (1990) and *AR5* (2013)

Over the last century, global sea level has increased by 10-20 cm

Over the period 1901 to 2010, global mean sea level rose by 0.19 [0.17 to 0.21] m.

1.7 [1.5 to 1.9] mm yr⁻¹ between 1901 and 2010
2.0 [1.7 to 2.3] mm yr⁻¹ between 1971 and 2010,
3.2 [2.8 to 3.6] mm yr⁻¹ between 1993 and 2010.



Over the period 1993 to 2010, global mean sea level rise is, with *high confidence*, consistent with the **sum of the observed contributions** from ocean thermal expansion due to warming, from changes in glaciers, Greenland ice sheet, Antarctic ice sheet and land water storage.

It is *very likely* that **there is a substantial anthropogenic contribution to the global mean sea level rise since the 1970s.**

¿Qué nos aportan los estudios del pasado?

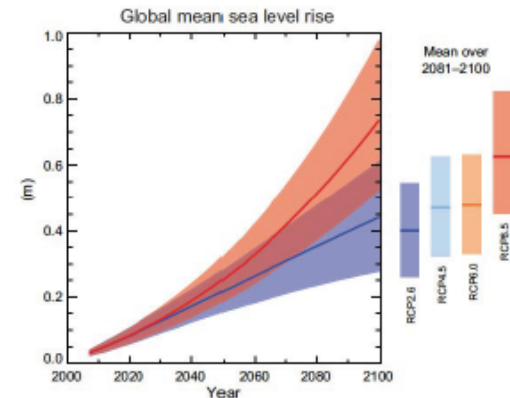
- **El periodo 1981-2010** es muy verosímilmente el más cálido de los últimos 800 años, verosímilmente de los últimos 1300 años, Es muy verosímil que el periodo medieval desde 900 a 1200 puede haber sido regionalmente más cálido que este periodo reciente, pero, contrariamente a él, está caracterizado por una gran variabilidad espacial. **La recesión de la longitud de los glaciares es inhabitual en el contexto de los dos últimos milenios, e incluso a la escala del Holoceno (últimos 10000 años) en muchas regiones**, lo que es inconsistente con el forzamiento astronómico que induce en este periodo una disminución de la irradiancia solar.
- La disminución de la banquisa es verdaderamente inhabitual en el contexto de los dos últimos milenios, pero permanece superior a la reducción conocida entre 8000 y 6500 años BP, que respondía al aumento de la irradiancia solar estival. Durante el último interglaciar, entre 120 y 130 mil años, el nivel global de los mares se encontraba muy verosímilmente de 6 a 10 m más elevado que en la actualidad. El aumento actual del nivel del mar es verosímilmente más rápido que durante el último milenio. Las tendencias de los últimos milenios eran 10 veces más débiles que la tendencia del siglo XX.

Sea level in the *FAR* (1990) and *AR5* (2013)

Under the business as usual scenario, the predicted rise is about 65cm by the end of the next century. There will be significant regional variations.

For RCP8.5, the rise by the year 2100 will likely be in the range of 0.52 to 0.98 (relative to 1986-2005)

There is currently insufficient evidence to evaluate the probability of specific levels above the assessed likely range.



Sea level rise will not be uniform. By the end of the 21st century, it is *very likely* that sea level will rise in more than about 95% of the ocean area. About 70% of the coastlines worldwide are projected to experience sea level change within 20% of the global mean sea level change.

Sea level in the FAR (1990) and AR5 (2013)

Although, over the next 100 years, the effect of the Antarctic and Greenland ice sheets is expected to be small they make a major contribution to the uncertainty in predictions

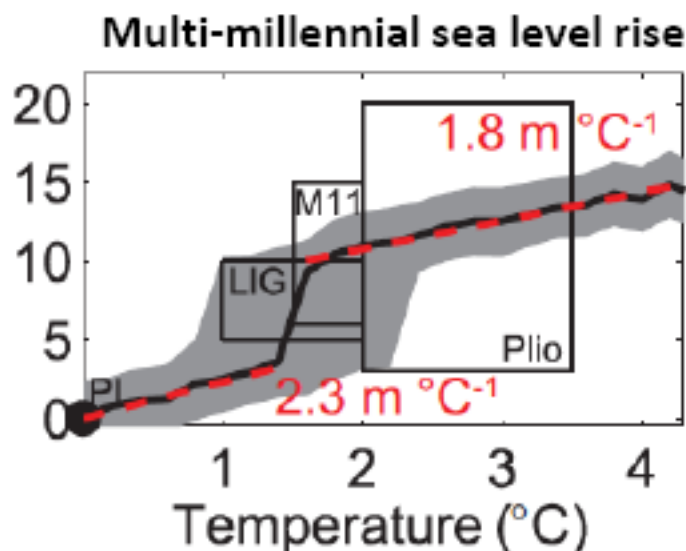
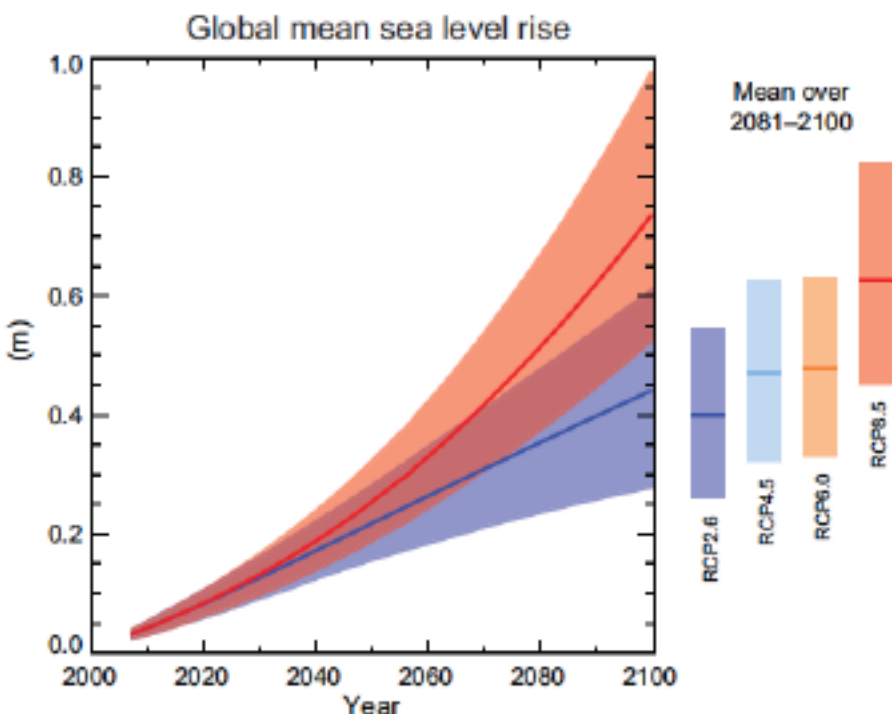
Changes in outflow from both ice sheets combined will *likely* make a contribution in the range of 0.03 to 0.20 m by 2081–2100

Only the collapse of marine-based sectors of the Antarctic ice sheet, if initiated, could cause global mean sea level to rise substantially above the likely range during the 21st century. However, there is *medium confidence* that this additional contribution would not exceed several tenths of a meter of sea level rise during the 21st century.



How much could ice sheets contribute to sea level rise?

Only the collapse of marine-based sectors of the Antarctic ice sheet, if initiated, could cause global mean sea level to rise substantially above the likely range during the 21st century

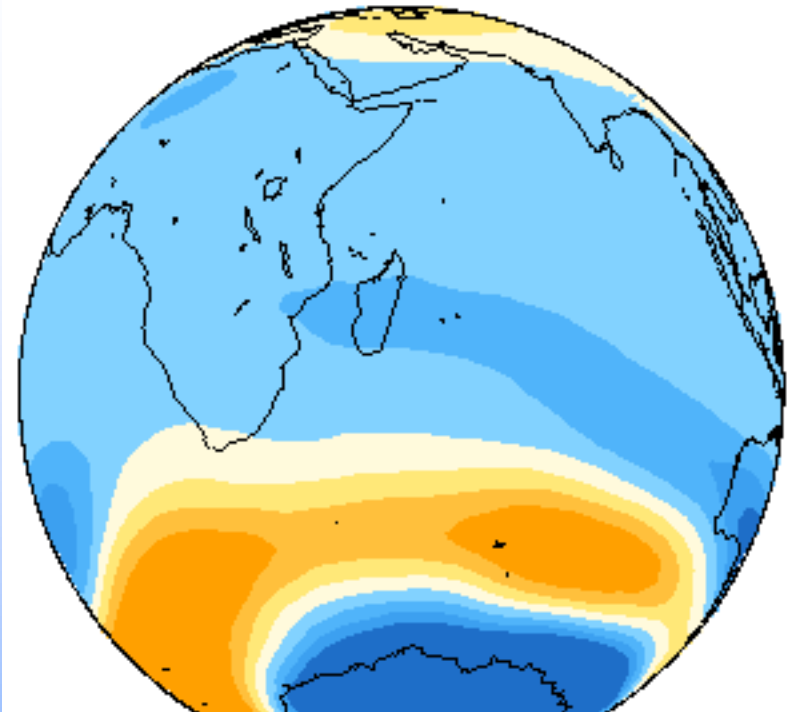


AO / AAO

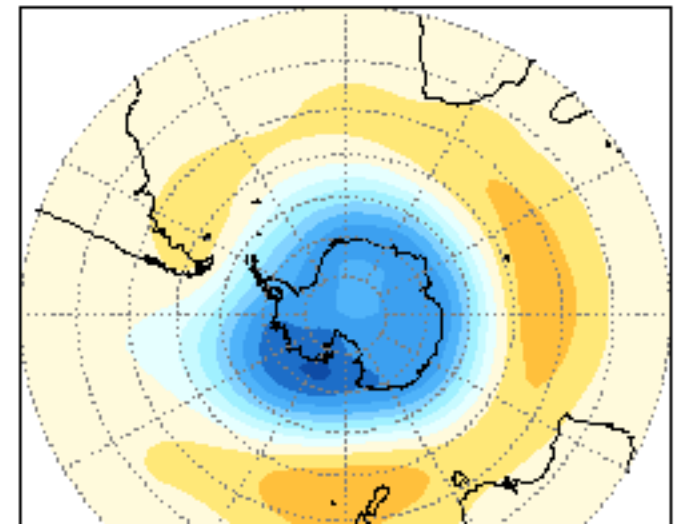
- ❖ Las oscilaciones ártica y antártica (AO/AAO) a las que se bautiza como modos anulares, son particularmente importantes por lo que respecta a la comprensión de los cambios observados en el aspecto de los índices de extensión de las banquisas. Hay dos modos anulares en la atmósfera de la Tierra que constituyen los aspectos más importantes de la variabilidad climática de los hemisferios norte y sur en las latitudes medias y altas : un modo anular norte (NAM) y un modo anular sur (SAM).
- ❖ Los modos anulares regulan las circulaciones oceánicas y atmosféricas pero a su vez son regulados por retroalimentaciones entre los cambios inducidos en el viento zonal y los flujos de onda (<http://www.atmos.colostate.edu/~davet/ao/introduction.html>).
- ❖ Por tanto, los cambios de las circulaciones oceánicas y atmosféricas podrían estar conducidos por la retroalimentación de las nubes activada por las variaciones meteorológicas espaciales.

Modo anular del Sur (SAM)

- ❖ La fase positiva del SAM está asociada a una reducción de la presión superficial en las latitudes polares y a un reforzamiento de los vientos del oeste, acompañado de una intensificación de la actividad depresionaria (Thompson & Wallace, 2000).
- ❖ La fase negativa se caracteriza por los efectos opuestos. Se observa que su estructura es mucho más anular que la estructura asociada al NAM, debido a la presencia mucho más débil de las superficies continentales en las latitudes medias del hemisferio sur comparadas con las del hemisferio norte.



EOF 1 850Z All Months



SAM 2

- El SAM es un modo de variabilidad intrínseco de la atmósfera y puede ser sensible a los diferentes forzamientos externos, especialmente a los gases de efecto invernadero (GEI) y a la disminución de ozono en la estratosfera (Arblaster et Meehl, 2006; Arblaster et al., 2011; Polvani et al., 2011b,a).
- Se ha mostrado también que la variabilidad del SAM puede encontrarse influida por anomalías SSTs en los extra-trópicos (Sen Gupta & England, 2006) y trópicos (Seager et al., 2010; Schneider et al., 2012).
- Existen numerosos estudios que se han empezado a interesar en los papeles respectivos de la disminución de ozono estratosférico y el aumento de los GEI en la evolución del SAM tanto en periodos pasados como para el clima futuro.
- Sigmund & Fyfe (2014) concluyeron que la tendencia histórica del hielo marino está controlada principalmente por los GEI, ocupando el ozono un lugar secundario.
- Gillett et al. (2006) muestran que la fase positiva del SAM está asociada a un enfriamiento de una gran parte de la Antártida, excepto al nivel de la península Antártica que experimenta un calentamiento. Este calentamiento se explica por la advección de aire oceánico relativamente más cálido asociado al reforzamiento de los vientos del oeste (Thompson & Wallace, 2000).
- Se ha mostrado igualmente que el SAM se encuentra estrechamente relacionado con el vórtice polar en la estratosfera, a través de interacciones troposfera-estratosfera (Thompson et al., 2005).

Puntos sin retorno (tipping points, large-scale singular events or critical thresholds)

- Los cambios climáticos del pasado muestran la existencia de 'saltos' en las condiciones climáticas a gran escala, eventos rápidos que señalaban el inicio de situaciones climáticas muy distintas a las previas. Se habla entonces de que el clima ha ido variando en respuesta a los forzamientos hasta alcanzar 'puntos sin retorno'. **Cuando se producen estas situaciones, aunque el forzamiento disminuya, la situación no es reversible.** El término de los episodios glaciales constituyen, a diferentes escalas espaciales y temporales, y en distintos contextos climáticos, ejemplos de cambios rápidos e irreversibles en el estado general del clima.
- **Existen pocas dudas sobre sí el forzamiento antropogénico y las retroalimentaciones propias del sistema inducirán situaciones irreversibles en el clima. La cuestión es cómo y cuando.**

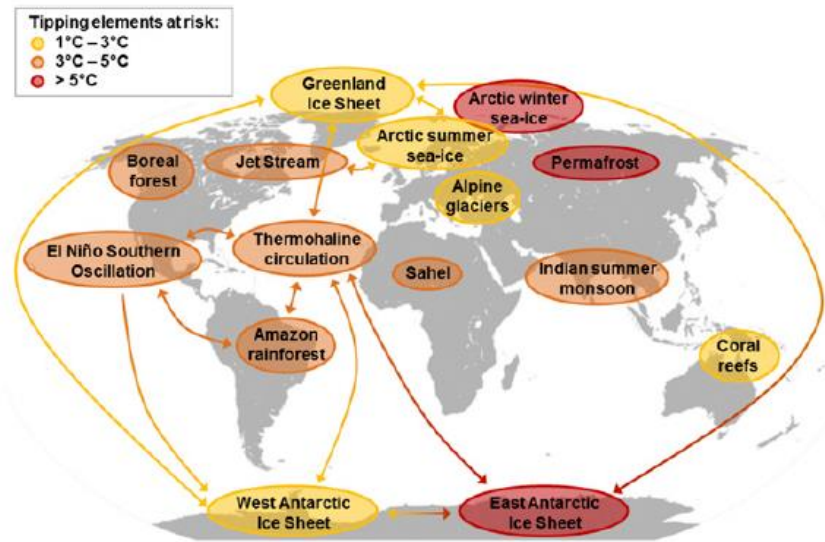


Fig. 3. Global map of potential tipping cascades. The individual tipping elements are color-coded according to estimated thresholds in global average surface temperature (tipping points) (12, 34). Arrows show the potential interactions among the tipping elements based on expert elicitation that could generate cascades. Note that, although the risk for tipping (loss of) the East Antarctic Ice Sheet is proposed at > 5°C, some marine-based sectors in East Antarctica may be vulnerable at lower temperatures (35–38).

Tipping Cascades. Fig. 3 shows a global map of some potential tipping cascades. The tipping elements fall into three clusters based on their estimated threshold temperature (12, 17, 39). Cascades could be formed when a rise in global temperature reaches the level of the lower-temperature cluster, activating tipping elements, such as loss of the Greenland Ice Sheet or Arctic sea ice. These tipping elements, along with some of the non-tipping element feedbacks (e.g., gradual weakening of land and ocean physiological carbon sinks), could push the global average temperature even higher, inducing tipping in mid- and higher-temperature clusters. For example, tipping (loss) of the Greenland Ice Sheet could trigger a critical transition in the Atlantic Meridional Ocean Circulation (AMOC), which could together, by causing sea-level rise and Southern Ocean heat accumulation, accelerate ice loss from the East Antarctic Ice Sheet (32, 40) on timescales of centuries (41).

Steffen et al. 2018, PNAS Trajectories of the Earth System in the Anthropocene

Digno de tener en cuenta

Our analysis focuses on the strength of the feedback between now and 2100. However, several of the feedbacks that show negligible or very small magnitude by 2100 could nevertheless be triggered well before then, and they could eventually generate significant feedback strength over longer timeframes—centuries and even millennia—and thus, influence the long-term trajectory of the Earth System. These feedback processes include permafrost thawing, decomposition of ocean methane hydrates, increased marine bacterial respiration, and loss of polar ice sheets accompanied by a rise in sea levels and potential amplification of temperature rise through changes in ocean circulation (33).

Steffen et al. 2018, PNAS

Los modelos climáticos han mejorado desde el AR4. Los modelos reproducen las configuraciones y tendencias de la temperatura observadas a escala continental durante varios decenios, comprendido el calentamiento rápido observado desde mediados del siglo XX y el enfriamiento subsiguiente a las principales erupciones volcánicas (*muy elevado grado de confianza*).

Los estudios del cambio de temperatura, las retroalimentaciones climáticas y los cambios del balance de energía de la Tierra, elaborados a partir de las observaciones y de los modelos, aportan elementos fiables en la amplitud del calentamiento del planeta en respuesta al forzamiento pasado y futuro.

Consideraciones

- **Previously**, ice sheets were not explicitly included in the CMIP process, and separate modeling studies were used to make projections of their future contributions to sea level.
- This has often led to mismatches between the climate data used to force these models and the contemporary version of the CMIP projections. This mismatch was perhaps acceptable when ice sheets were regarded as passive elements of the climate system on sub-millennial timescales (e.g., Church & Gregory, 2001).

Nowicki et al. 2016, Geosci. Model Dev. Discuss

Procesos claves para los modelos (ice-sheet)

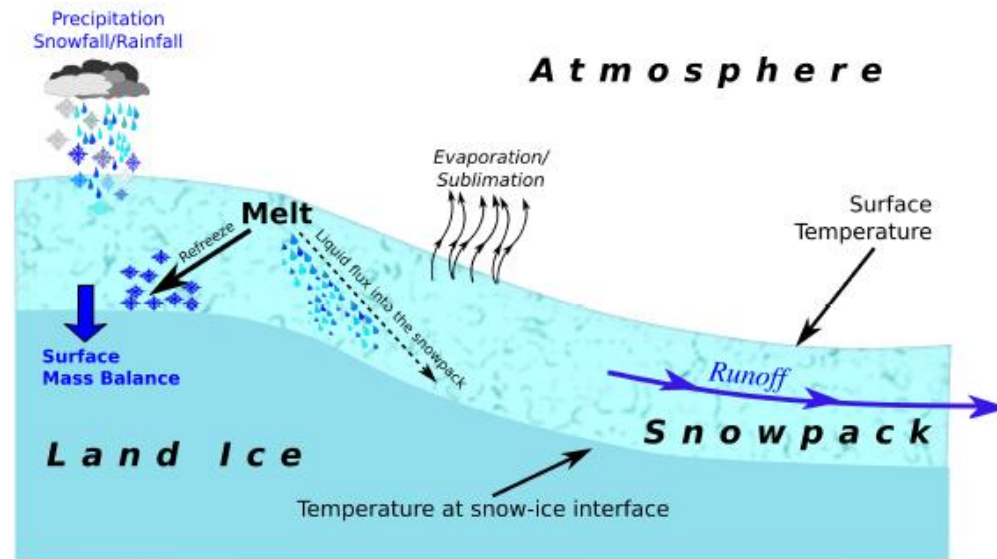


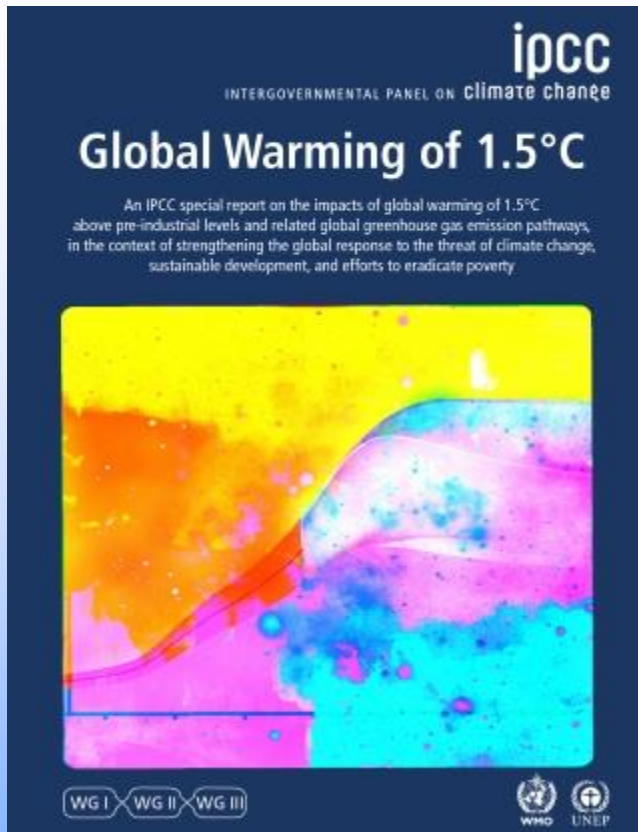
Figure A2. Illustration of key processes needed to compute atmospheric forcing for ice-sheet models and to evaluate the surface mass balance simulated by climate models.

Nuevas perspectivas (AR6)

- The sea level projections made by the glaciological community as part of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) process have often been out of phase with the projections considered by the wider Coupled Model Intercomparison Project (CMIP) community. For instance in AR5, the ice2sea and SeaRISE (Sea-level Response to Ice Sheet Evolution) ice sheet projects predominantly worked with AR4 scenarios, while the CMIP5 community used new RCP scenarios. **A primary focus of ISMIP6 is therefore to develop to allow ice sheet models to be better integrated in the CMIP6 initiative, in order to improve both sea level projections due to changes in the cryosphere and our understanding of the cryosphere in a changing climate.** These goals map into both the Melting Ice & Global Consequences and Regional Sea-Level Change & Coastal Impacts Grand Challenges relevant to Climate and Cryosphere (CliC) and the World Climate Research Program (WCRP).

Nuevas perspectivas (AR6)

- SMIP6 is directly related to the WCRP Grand Challenges on 'Melting Ice & Global Consequences' and 'Regional Sea-Level Change & Coastal Impacts' that the CMIP6 community seek to address. **ISMIP6 is primarily focused on the CMIP6 scientific question "How does the Earth System respond to forcing?" and offers the exciting opportunity of widening the current CMIP definition of Earth System to include (for the first time) the ice sheets.** The emphasis on standalone, ensemble modeling will also shed light on the question "How can we assess future climate changes given climate variability, predictability and uncertainties in scenario" for the mass budget of the ice sheets and its impact of global sea level.



On 8 October, the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) announced the final approval of the Special Report on Global Warming of 1.5°C (SR15). **This report presents the results of a thorough assessment of the differences between two levels of global warming, the 2°C limit which was established as a firm commitment target by the 2015 Paris Agreement, and the 1.5°C limit, which the same agreement indicated as a more ambitious level to be approached or achieved.** This report gives glaciers extensive coverage, referring to them 19 times.

▪ The report presents many benefits of limiting the global temperature increase to 1.5°C rather than allowing it to rise to 2°C. **There would be fewer heat waves, lower levels of sea level rise, less extreme loss of sea ice, of coral reefs and of endangered species, fewer droughts and lower levels of crop loss.** It indicates that this target can still be achieved, though it will require a rapid reduction in the reliance on oil, gas and coal, and a firm deployment of renewable energy resources, such as wind and solar power and hydropower. **Moreover, the window for this transformation is a narrow one, since global emissions would have to be reduced by half as soon as 2030, and brought down close to zero by 2050.**

<https://archive.ipcc.ch/report/sr15/index.shtml>

<http://www.climate-cryosphere.org/news/clic-news>

➤ **A review of ice sheets in a 1.5°C warmer world** (a new recent climate mitigation target highlighted by the Intergovernmental Panel on Climate Change) suggests that current predictions of future changes in ice-sheet mass balance are questionable due to incomplete understanding of atmospheric circulation changes around Greenland and ocean circulation around Antarctica. However, **the study concludes it is important to limit global warming by 2100 to 1.5°C to maximise the chance of avoiding so-called tipping points that would dramatically accelerate mass loss.**

Today, sea level rises at a pace of around 4 mm per year and is accelerating. **The major contributions to this rise are due to ocean expansion, melting glaciers and - becoming increasingly important - melting of the Greenland and Antarctic ice sheets. Those ice sheets are commonly considered as the 'sleeping giants' on Earth, as together they can potentially lead to sea-level rise by more than 70 metres over thousands of years.**

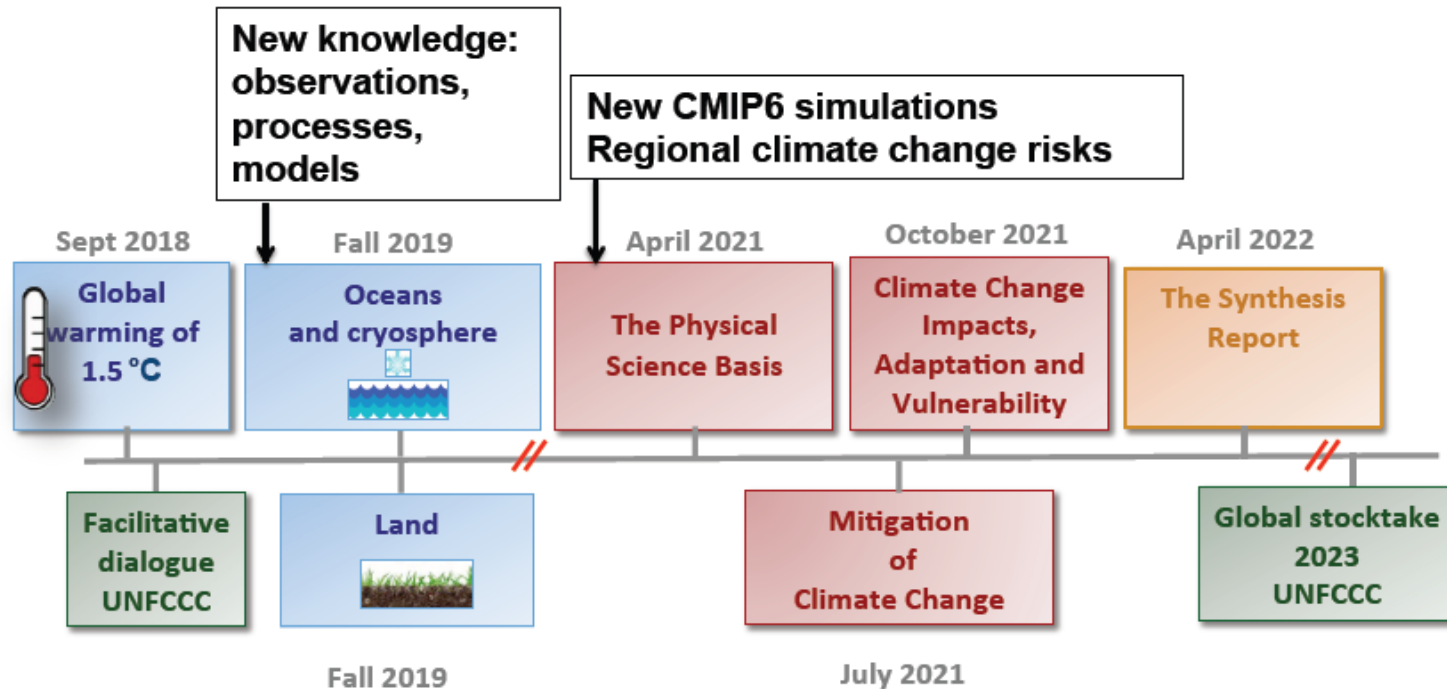
<http://www.climate-cryosphere.org/news/clic-news>

Despite improved observations and computer model simulations since the IPCC's Fifth Assessment Report (AR5) published in 2013, **the review highlights some lingering key gaps in knowledge regarding climate forcing of the ice sheets and their resulting responses. On longer time scales, both ice sheets may reach tipping points above around a 1.5-2.0°C limit, leading to irreversible mass loss.** For Greenland this is due to increased melting of the ice sheet, while for Antarctica this is due to marine instabilities of certain sectors of the ice sheet, in particular the West Antarctica ice sheet. **This would lead to multi-metre sea level rise on centennial to millennial time scales, which has existential consequences for small island states and coastal cities across the world.**

Lead author Prof. Frank Pattyn said **"Limiting global atmospheric warming to 1.5°C will avoid short and long-term surprises coming from both ice sheets and significantly reduce adaptation cost when global sea-level rise is limited and not catastrophic"**.

The paper "The Greenland and Antarctic ice sheets under 1.5°C global warming" is published in Nature Climate Change. This work has been carried out in the framework of ISMASS (Ice Sheet Mass Balance and Sea Level expert group supported by SCAR/CliC/IASC) Published on Wednesday, 14 November 2018 13:00

Schedule



Cities and Climate Change Science
Conference (March 2018)

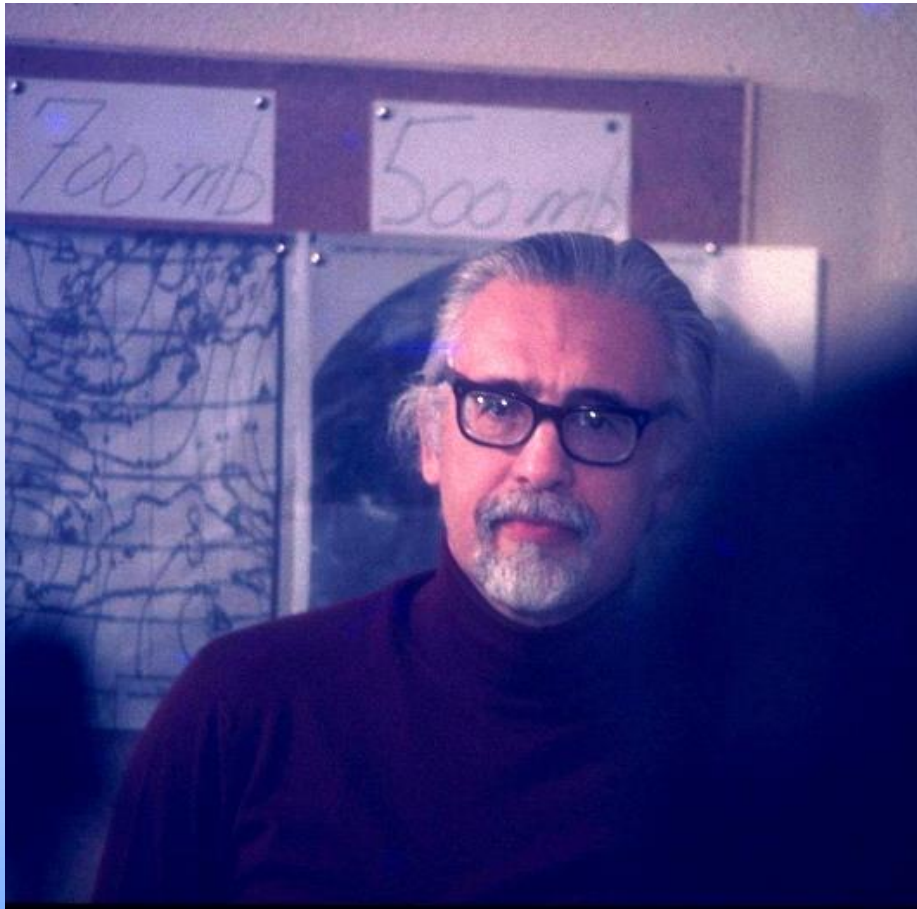


incc

<http://climate.anu.edu.au/files/Valerie-Masson-Delmotte-climate-change-presentation.pdf>

Conclusiones

- Desde 1850 hasta la actualidad el nivel del mar está subiendo y continuará subiendo
- Los mantos de hielo explican el 40% de la elevación del nivel del mar desde 2000, y la contribución está aumentando. Tanto la contribución absoluta como relativa, se espera que aumente en el futuro
- Entendimiento de la variabilidad natural del clima es de vital importancia para mejorar simulaciones y proyecciones del clima presente y futuro
- Las estimaciones del IPCC son conservativas
- Existe margen para una pérdida de hielo irreversible, principalmente en la Antártica Occidental (-> favoreciendo la elevación del nivel del mar)
- Retos para desarrollar conocimiento a nivel mundial: **redes de observación a largo plazo, programas de satélites, recursos computacionales, centros de distribución de datos para los resultados de los modelos climáticos, y recursos humanos.**
- Se está generando un nuevo conocimiento, partiendo de diferentes y múltiples líneas de evidencia: paleoclima, observaciones, estudio de procesos, modelización teórica y numérica
 - **Documentar y comprender los cambios pasados y presentes**
 - **Evaluar los modelos y la confianza en las proyecciones**
 - **Desarrollar información de climas regionales y predicciones a corto plazo**



¡Muchas gracias !