

Escenarios Regionalizados de Cambio Climático sobre España

A PARTIR DE LOS RESULTADOS DEL IPCC-AR5

Ernesto Rodríguez Camino, Jefe de Área de Evaluación y Modelización del Clima
Juan Pablo Álvarez Alonso, Delegado de AEMET en Castilla y León

Escenarios de Cambio climático y Producciones Forestales

¿cómo se pueden adaptar las masas forestales?

Claves para propietarios y gestores en la cuenca central del Duero

Jornada de transferencia, Valladolid, 9 de octubre de 2019

Índice

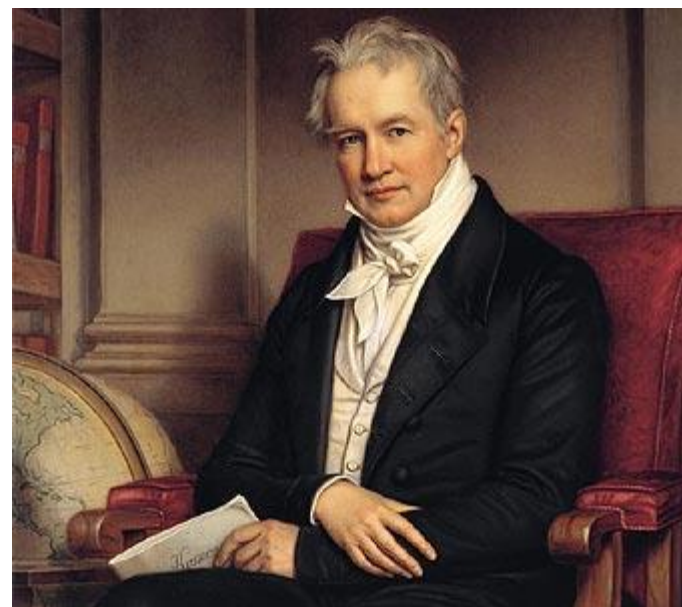
1. Introducción
2. Páginas web con información de escenarios
3. Modelos climáticos
4. Proyecciones regionalizadas sobre España
5. IPCC. Cambio climático y Uso de la Tierra
6. Conclusiones



1. Introducción

- The history of the atmosphere, and of the annual variations of its temperature, extends already sufficiently far back to show the recurrence of slight disturbances in the mean temperature of any given place, and thus affords sufficient guarantee against the exaggerated apprehension of a **general and progressive deterioration of the climates of Europe.**

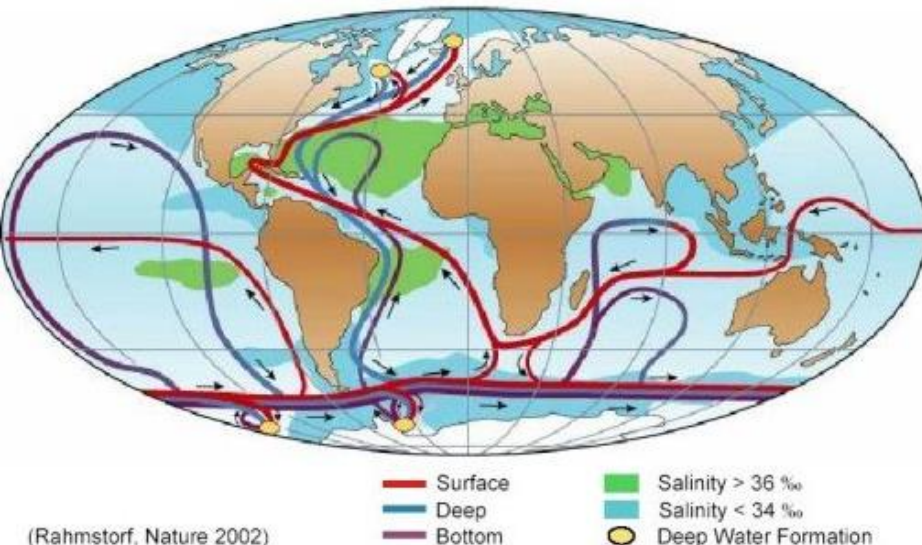
Alexander von Humboldt
(1769, 1859)



- He connected the evidence of relatively rapid changes in climate in the past to the possibility that anthropogenic climate change in the future might also trigger abrupt changes in aspects of the Earth's climate
- Ice cores records indicate

Wallace S. Broecker

1975: Climate Change: are we on the brink of a pronounced global warming?



- Primer modelo experimental que simuló la respuesta del clima global al duplicar la concentración de CO₂ (2,9°C).

Syukuro Manabe (1975)



VOL. 32, NO. 1 JOURNAL OF THE ATMOSPHERIC SCIENCES JANUARY 1975

The Effects of Doubling the CO₂ Concentration on the Climate of a General Circulation Model¹

SYUKURO MANABE AND RICHARD T. WETHERALD

Geophysical Fluid Dynamics Laboratory/NOAA, Princeton University, Princeton, N.J. 08540

(Manuscript received 6 June 1974, in revised form 8 August 1974)

ABSTRACT

An attempt is made to estimate the temperature changes resulting from doubling the present CO₂ concentration by the use of a simplified three-dimensional general circulation model. This model contains the following simplifications: a limited computational domain, an idealized topography, no heat transport by ocean currents, and fixed cloudiness. Despite these limitations, the results from this computation yield some indication of how the increase of CO₂ concentration may affect the distribution of temperature in the atmosphere. It is shown that the CO₂ increase raises the temperature of the model troposphere, whereas it lowers that of the model stratosphere. The tropospheric warming is somewhat larger than that expected from a radiative-convective equilibrium model. In particular, the increase of surface temperature in higher latitudes is magnified due to the recession of the snow boundary and the thermal stability of the lower troposphere which limits convective heating to the lowest layer. It is also shown that the doubling of carbon dioxide significantly increases the intensity of the hydrologic cycle of the model.

Because of the various simplifications of the model described above, it is not advisable to take too seriously the quantitative aspect of the results obtained in this study. Nevertheless, it is hoped that this study not

El problema número uno es el cambio climático



S. Glashow, Premio Nobel de Física (1978) (junto con S. Weinberg y A. Salam) por sus contribuciones al modelo estándar de la física.

- P ¿Cuál es el mayor reto al que se enfrenta la física actual?
- R Si me permite modificar la pregunta y ampliarlo a los retos de la ciencia moderna, diría que **el problema número uno es el cambio climático**. Es un problema **científico**, pero también es **político, legal... un problema universal**. Si queremos responder otras preguntas sobre la física -algunas de las que hemos estado hablando tardaron 50 años en ser resueltas-, **no tenemos tiempo suficiente**, no tenemos 50 años antes de que Miami o Nueva York se inunden si no actuamos. Si continuamos haciendo lo que estamos haciendo hoy en día, será con toda seguridad el final de la civilización dentro de los próximos 100 años.

- **1979. Primera conferencia mundial** sobre el clima bajo los auspicios de la Organización Meteorológica Mundial (OMM). En ella, se adoptó una declaración que invitaba a los gobiernos a prever y evitar los posibles cambios en el clima provocados por el hombre.
- **1988.** Por iniciativa del PNUMA y la OMM se crea el **Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)** con objeto de ofrecer una visión científica del conocimiento que existe sobre el cambio climático y sus principales impactos medioambientales y socio-económicos.
- **1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)**
 - **1997. Protocolo de Kioto.** Acuerdo de reducción de emisiones de seis gases de efecto invernadero
 - **2015. Acuerdo de París.** Se centra tanto en la reducción de gases de efecto invernadero como en otras herramientas para combatir el cambio climático.

ESPAÑA

- **1992.** Se crea la **Comisión Nacional del Clima** con el principal objetivo de promover la investigación sobre el cambio climático.
- **1998.** Creación del **Consejo Nacional del Clima**.
- **2005.** La UE firma el Protocolo de Kioto → se aprueba la **Ley 1/2005**, que regula el régimen del comercio de derechos de emisión de los GEI, y se crea la **Comisión de Coordinación de Políticas de Cambio Climático**.
- **2006.** Se elaboró el **Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático**. Se estableció, entre las primeras actividades, la generación de proyecciones regionalizadas de cambio climático para el territorio español y se nombra al Instituto Nacional de Meteorología (INM), predecesor de AEMET, como el organismo encargado de llevar a cabo esta actividad.

2. Páginas web con información de escenarios

Escenarios en web externa

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat



The screenshot shows the AEMET website interface in Internet Explorer. The browser address bar displays the URL http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/cambio_climat. The website header includes the AEMET logo and navigation links. The main content area is titled "Proyecciones climáticas para el siglo XXI" and contains a paragraph explaining the impact of human activities on climate. Below this, there are three sections: "Resultados gráficos" (highlighted as a novelty), "Datos diarios" (highlighted as a novelty), and "Datos mensuales". The "Resultados gráficos" section includes a small line graph showing regionalized climate change projections. The "Datos diarios" section mentions data generated by AEMET and the ENSEMBLES project. The "Datos mensuales" section mentions data generated by the ESCENA, ESTCENA, ENSEMBLES, and AEMET projects. The website footer includes the European Union flag and the text "This is a Union program".

Reg. est. análogos Reg. est. regresión Reg. din. CORDEX

Tmax. Tmin. Prec.

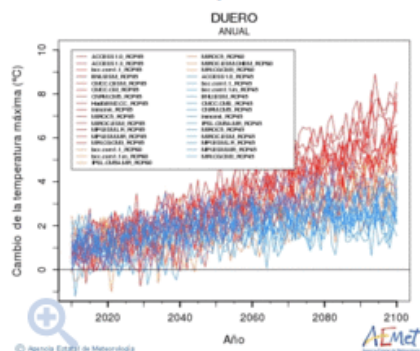
Temperatura máxima: Anual

Periodo:

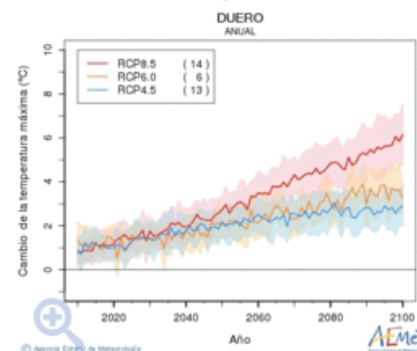
Anual

MOSTRAR

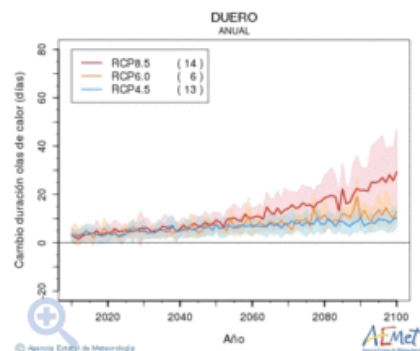
Cambio de la temperatura máxima



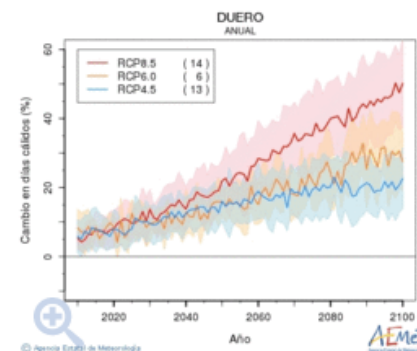
Cambio de la temperatura máxima



Cambio de duración olas de calor



Cambio en días cálidos





DATOS

Datos en rejilla (media)



VARIABLE

Temperatura máxima



ESCENARIO

RCP 8.5



ESTACIÓN

Año completo

Comunidades Autónomas

Castilla y León

Área analizada (introduzca el nombre)

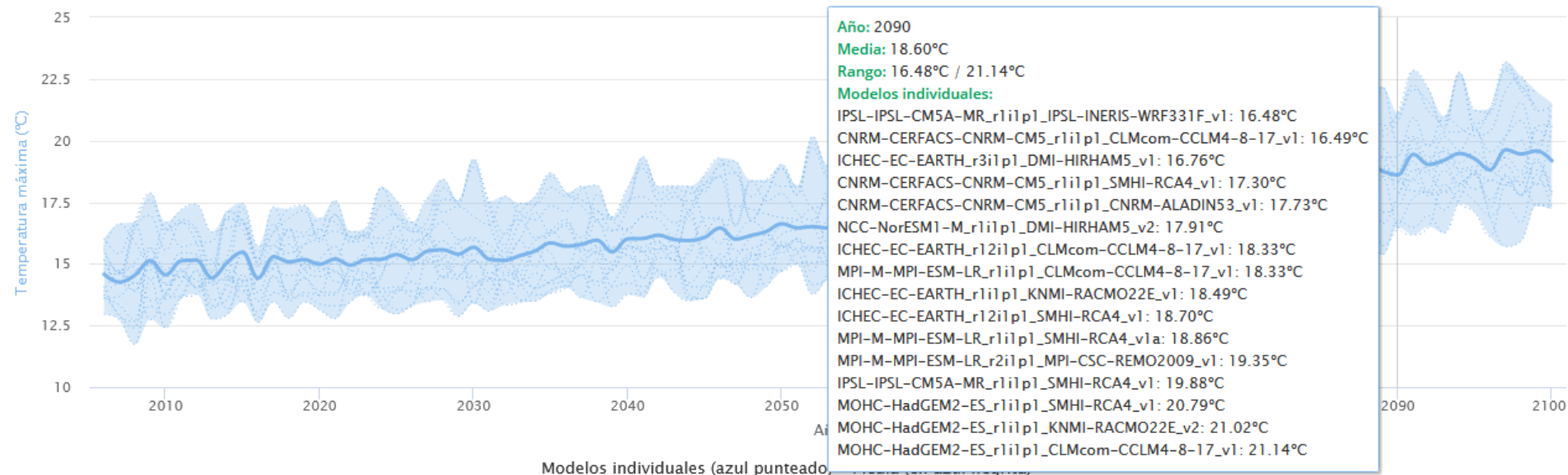
Serie temporal

Diagrama de cajas

Exportación

Volver al mapa

⚠ Los datos que ha seleccionado pueden presentar ciertos sesgos sistemáticos (consulte la documentación técnica para más información). Por tanto, los valores absolutos (no las anomalías) deben corregirse con alguna técnica de calibración antes de su utilización. Estamos trabajando para incorporar como una nueva fuente de datos las salidas de los modelos ya calibradas en la aplicación.



3. Modelos Climáticos



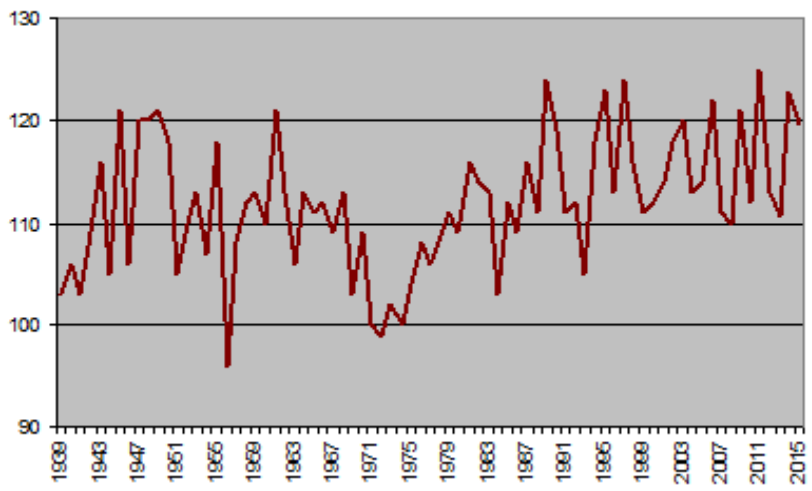
El clima

El sistema climático, como lo define el IPCC, es un sistema altamente complejo, integrado por cinco grandes componentes (**atmósfera, hidrosfera, criosfera, superficie terrestre y biosfera**) y las interacciones entre ellos (IPCC, 2007).

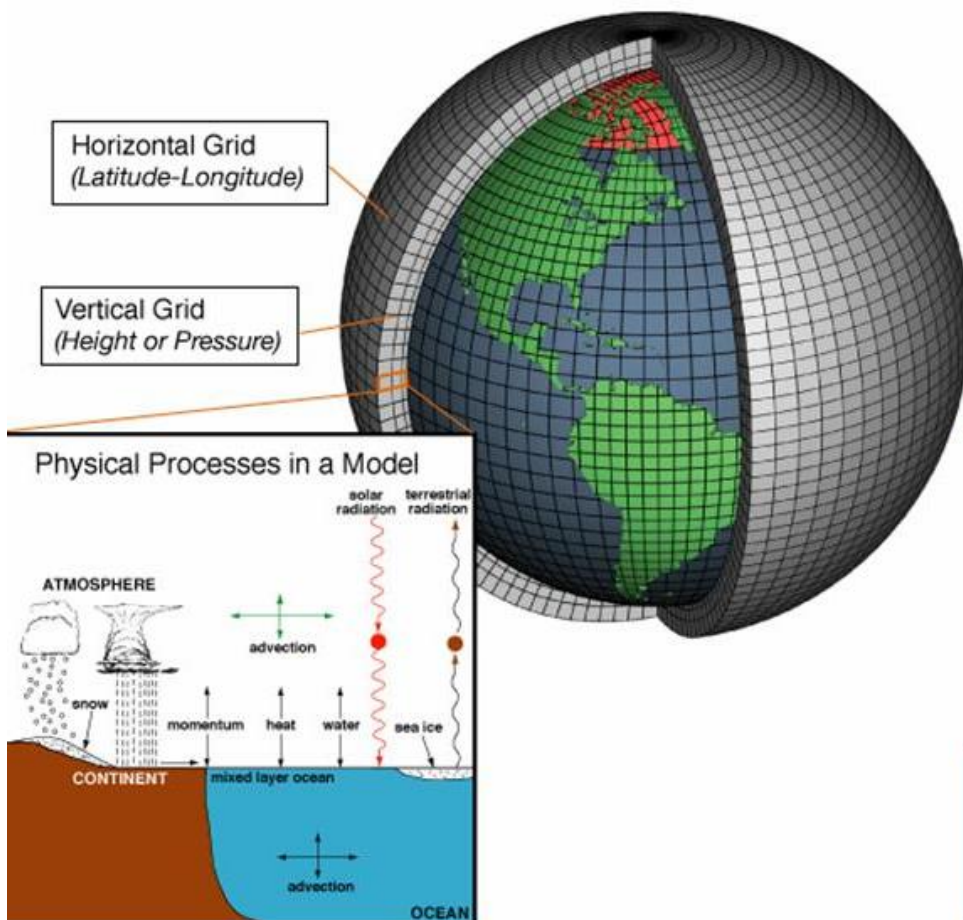
El clima es el estado del sistema climático. Se define como la descripción estadística en términos de la media y variabilidad de cantidades relevantes sobre un periodo de tiempo que va desde meses hasta miles o millones de años.

Por tanto, para determinar cuál será el clima futuro de la Tierra es necesario **conocer el sistema climático y su respuesta a perturbaciones externas**.

Villanubla. Temperatura media anual



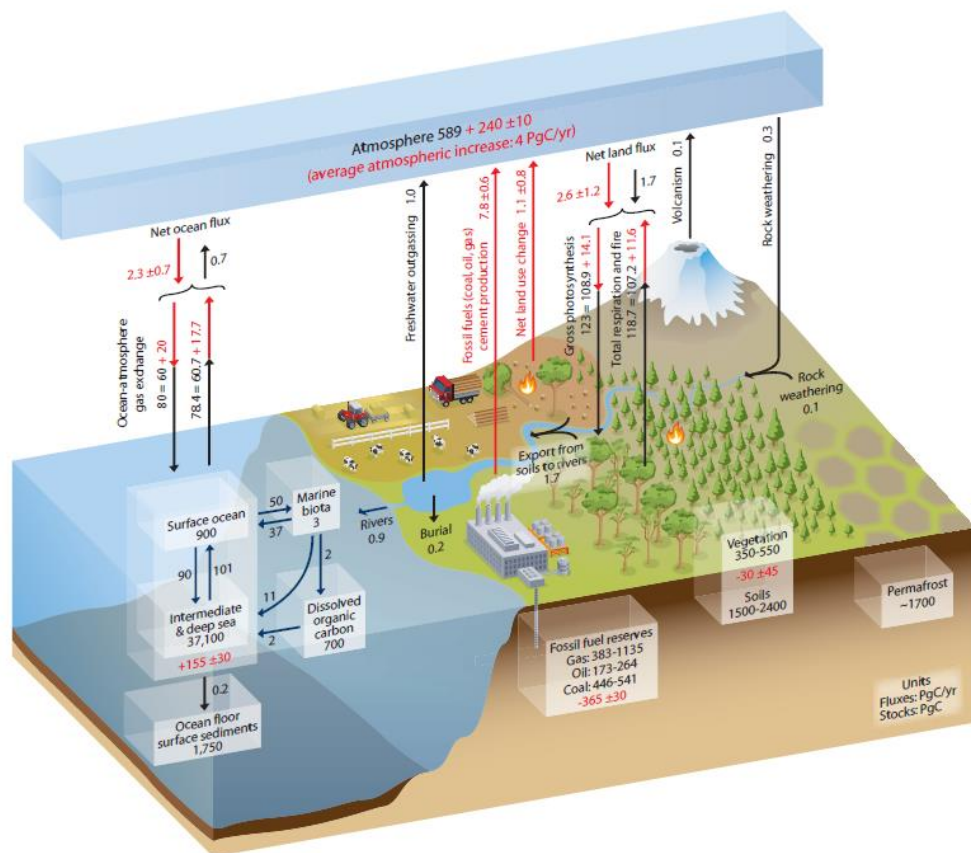
Modelo Climático



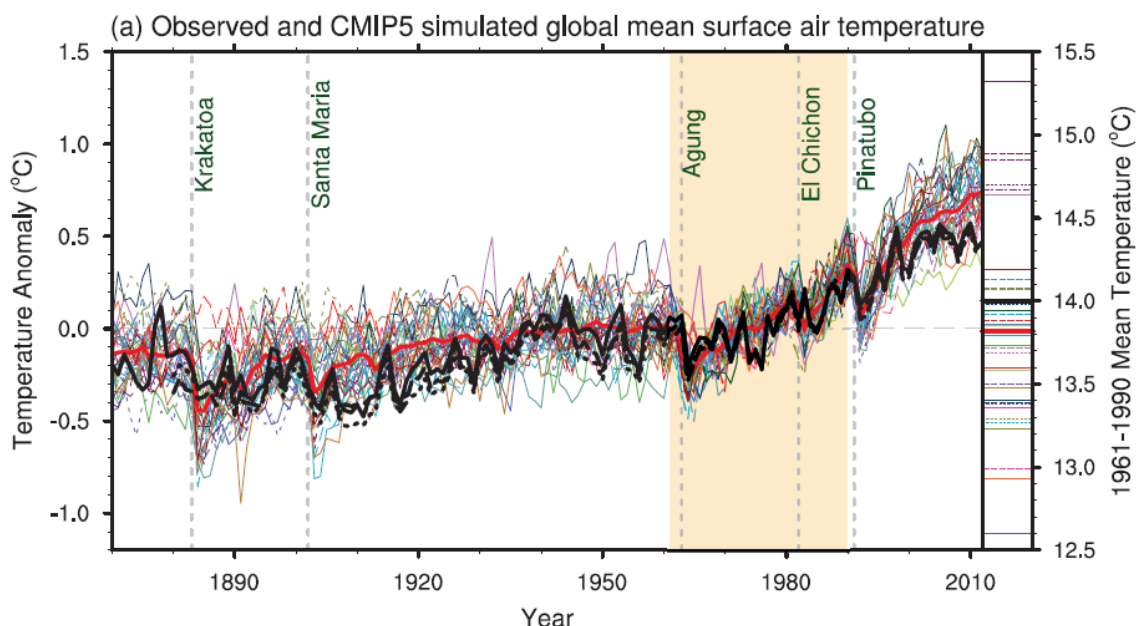
- Los modelos climáticos son programas informáticos basados en las ecuaciones que describen la evolución de los distintos componentes del sistema climático (atmósfera, océano, hielos, biosfera, ...), sus interacciones y sus procesos de retroalimentación.
- Los modelos climáticos poseen una complejidad variable. Para cualquiera de los componentes del modelo climático existe una jerarquía de modelos que difieren en el número de dimensiones espaciales, resolución, procesos físicos, químicos o biológicos explícitamente representados o el diferente nivel de las parametrizaciones empíricas para los procesos no explícitamente resueltos.

Modelos del Sistema Tierra (ESM)

- Se denomina modelo del sistema Tierra (ESM) al modelo climático acoplado atmósfera-océano que incluye una representación del ciclo del carbono, permitiendo el cálculo interactivo del CO₂ atmosférico compatible con las emisiones. Pueden también incluir componentes adicionales tales como química atmosférica, vegetación dinámica, mantos de hielo, ciclo del nitrógeno, modelos urbanos y de cosechas, etc.



Modelos Climáticos ¿Para que sirven?

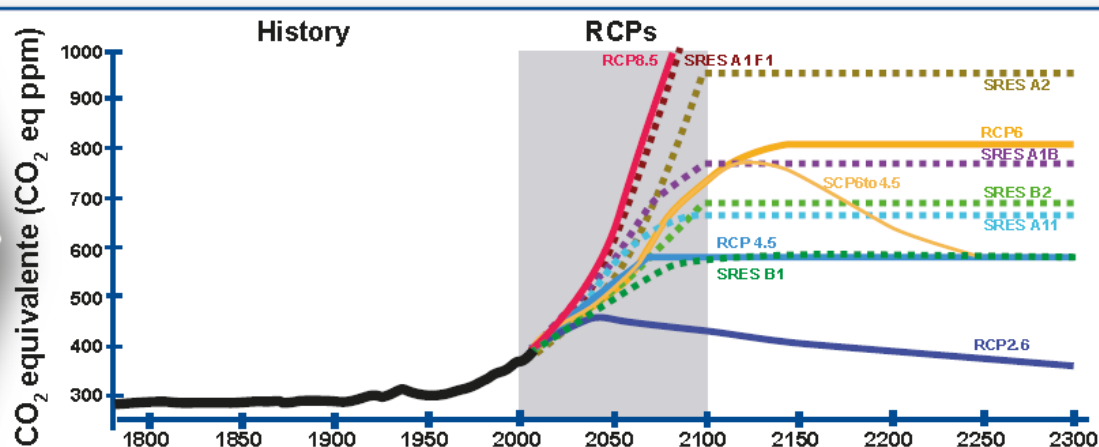


- Para **experimentar** con el sistema climático.
- Para **comprender** como responde el sistema climático a los cambios en la composición de los gases de efecto invernadero en la atmósfera y otros factores que afectan al clima.
- Para **simular** los climas pasados y presente.
- Para **predecir** o **proyectar** el clima futuro

Observación de la temperatura media global del aire (trazo negro grueso) y simulaciones con diferentes modelos **del proyecto CMIP5** y su valor medio (trazo rojo grueso). La temperatura media global está referida al periodo 1961-1990 (banda amarilla). Se incluyen también las grandes erupciones volcánicas que han tenido efecto en la temperatura media global.

Proyecciones del clima global

Gráfico 11.
Concentración de CO₂ equivalente y de emisiones para distintos escenarios de emisión.



- En el AR5 se han definido cuatro nuevos escenarios de emisión, las denominadas **Sendas Representativas de Concentración** (RCP, de sus siglas en inglés). Éstas se identifican por su forzamiento radiativo total para el año 2100 que varía desde 2,6 a 8,5 W m⁻². Algunos de los nuevos RCP contemplan los efectos de las políticas orientadas a limitar el cambio climático del siglo XXI.
- Estos RCP se definen como escenarios que abarcan series temporales de emisiones y concentraciones de la gama completa de los GEI y aerosoles y gases químicamente activos, así como el uso del suelo y la cubierta terrestre. Aunque cada senda se refiere a los niveles de concentración a largo plazo **indican el camino seguido** para llegar al resultado final.

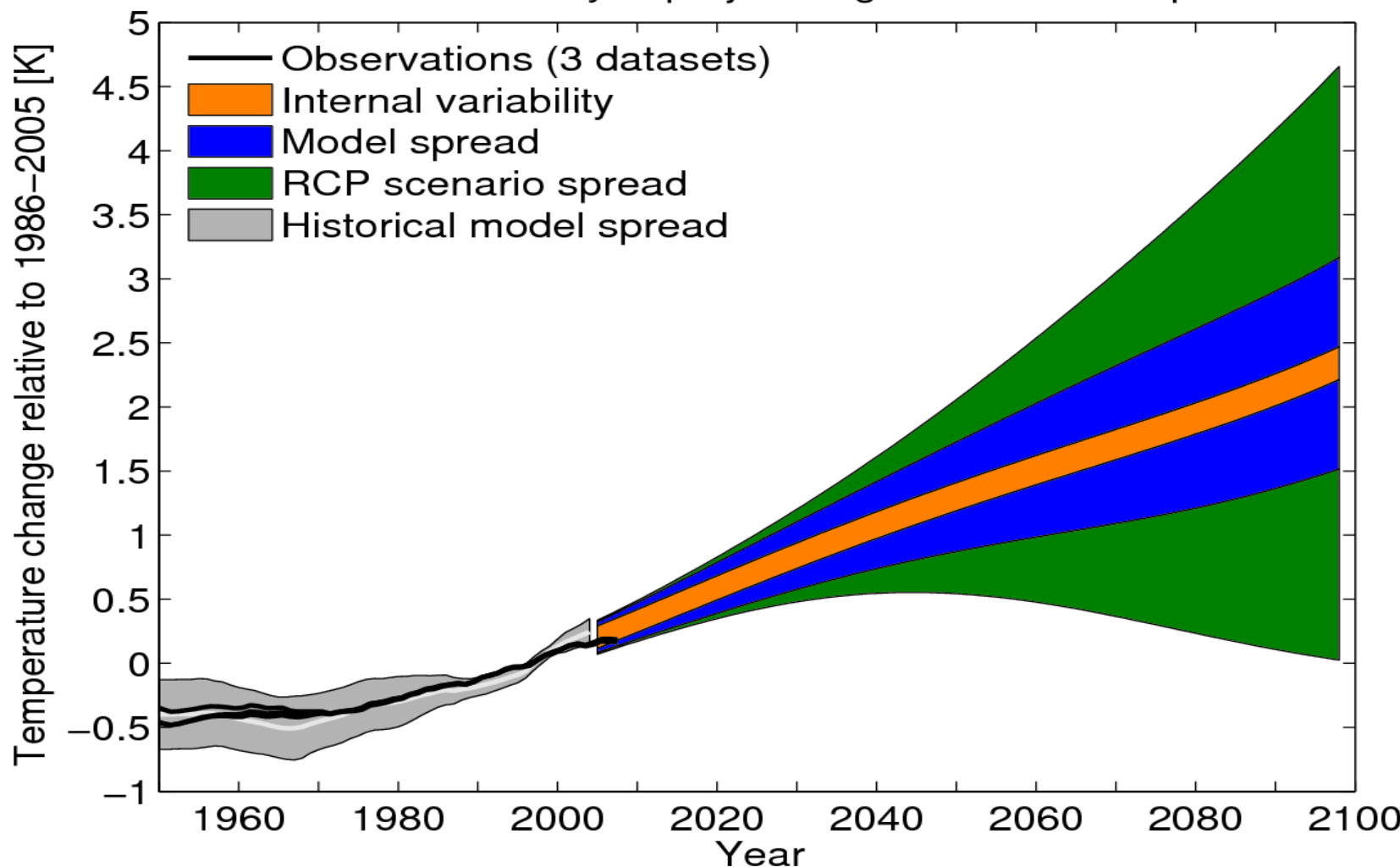
4. Proyecciones regionalizadas de Cambio Climático sobre España

Regionalización climática

- ¿Porque es necesaria?
 - Adaptar las variables de superficie a características locales
 - Estimar extremos que los modelos globales suavizan
 - Adaptar la resolución espacio-temporal a los modelos de impactos
- Regionalización en AEMET
 - Método estadístico
 - ✓ Análogos
 - ✓ Regresión lineal múltiple
 - Método dinámico

Incertidumbres de las proyecciones

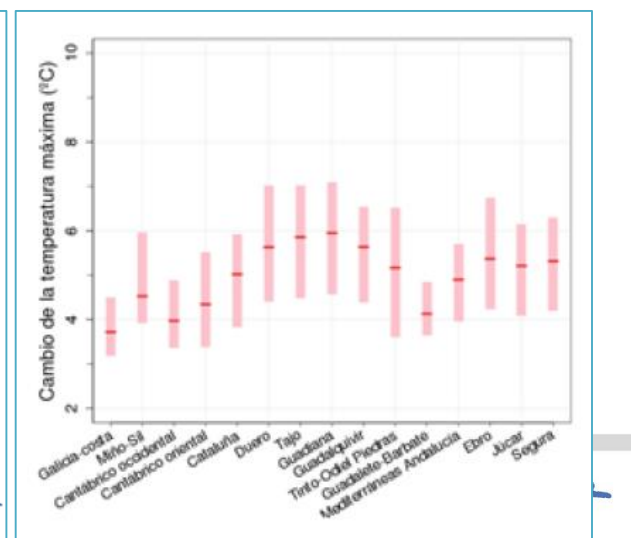
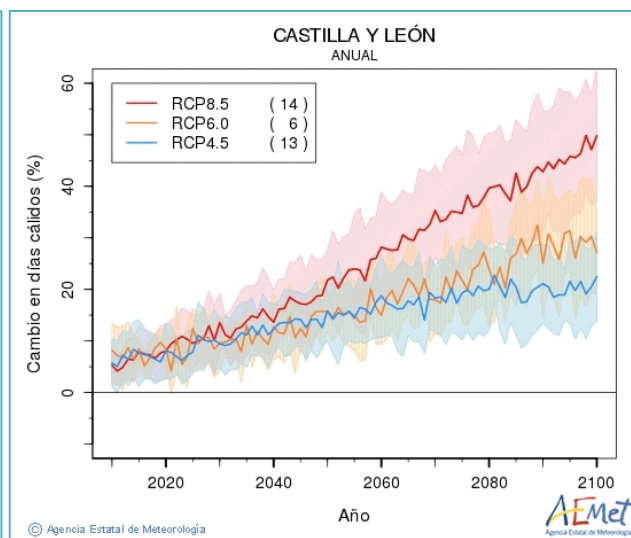
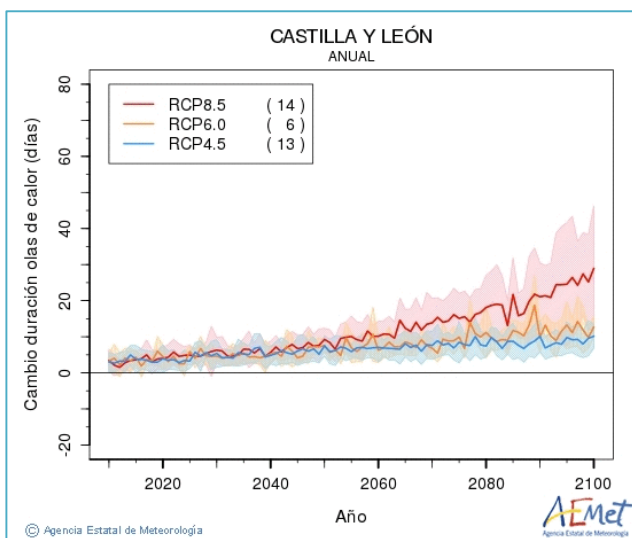
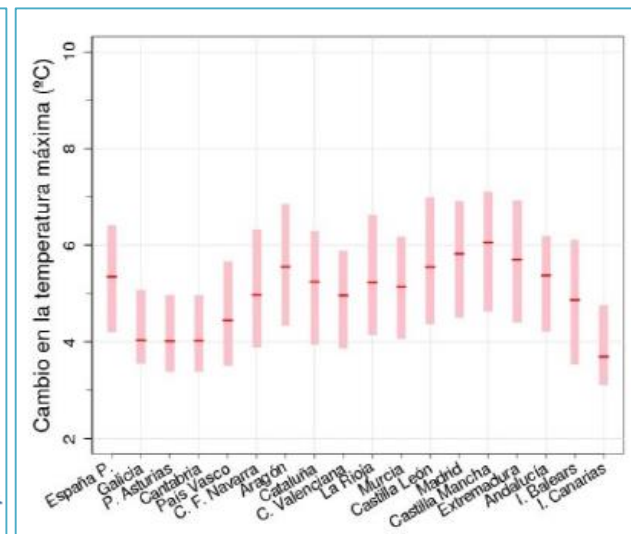
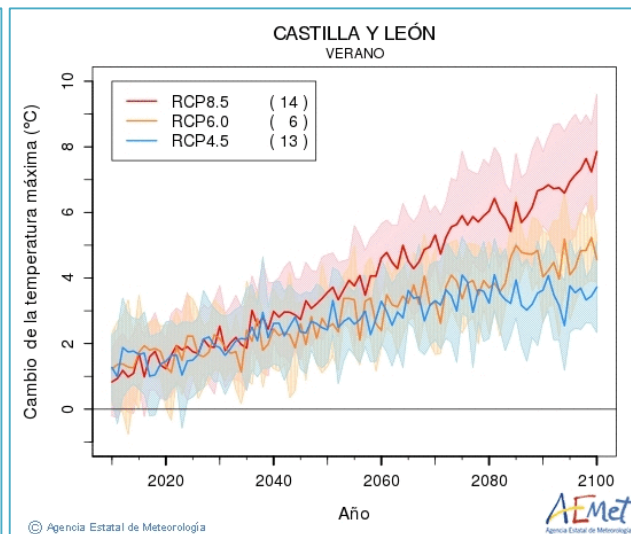
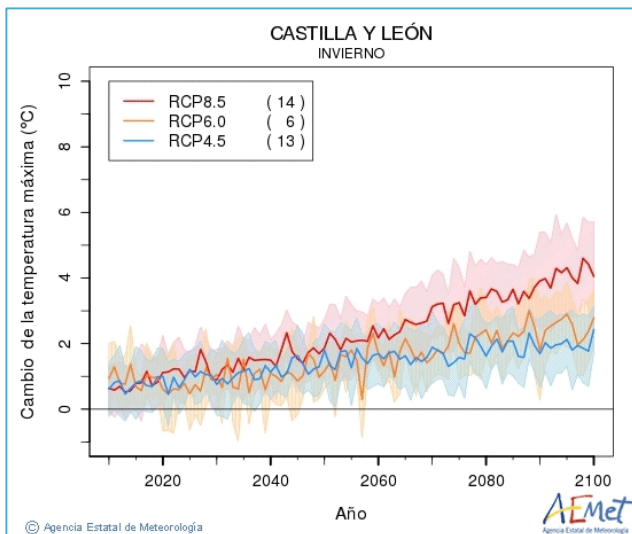
Sources of uncertainty in projected global mean temperature



Cambios en los valores medios

- Las **temperaturas máximas y mínimas** muestran un claro aumento progresivo a lo largo del siglo XXI, siendo mayor en verano y para el escenario más emisor.
- Las **temperaturas máximas y mínimas** del verano y otoño muestran un incremento más intenso que las del invierno y primavera, siendo el calentamiento mayor en las zonas interiores y del este que en las zonas del norte.
- Las **precipitaciones** parecen mostrar una ligera disminución en la mayor parte de España para finales del siglo XXI, más fiable en las cuencas hidrográficas del sur peninsular al existir más acuerdo entre las proyecciones, aunque existe una dispersión apreciable en los valores. En el caso de apreciarse cambios, en términos porcentuales, tienden a ser menores en invierno que en el resto de las estaciones.
- La **nubosidad**, en general, muestra una ligera disminución a lo largo del siglo XXI para el escenario más emisor, salvo en el norte y región mediterránea en invierno.
- La **evapotranspiración real**, en general, muestra una ligera disminución para finales de siglo bajo el escenario más emisor, salvo en las zonas montañosas y en el invierno.

Cambio de la temperatura máxima



Cambio en la precipitación

Para finales de siglo y en el escenario más emisoro la mayor parte de la España podría experimentar descenso de precipitaciones tanto en primavera como en otoño.

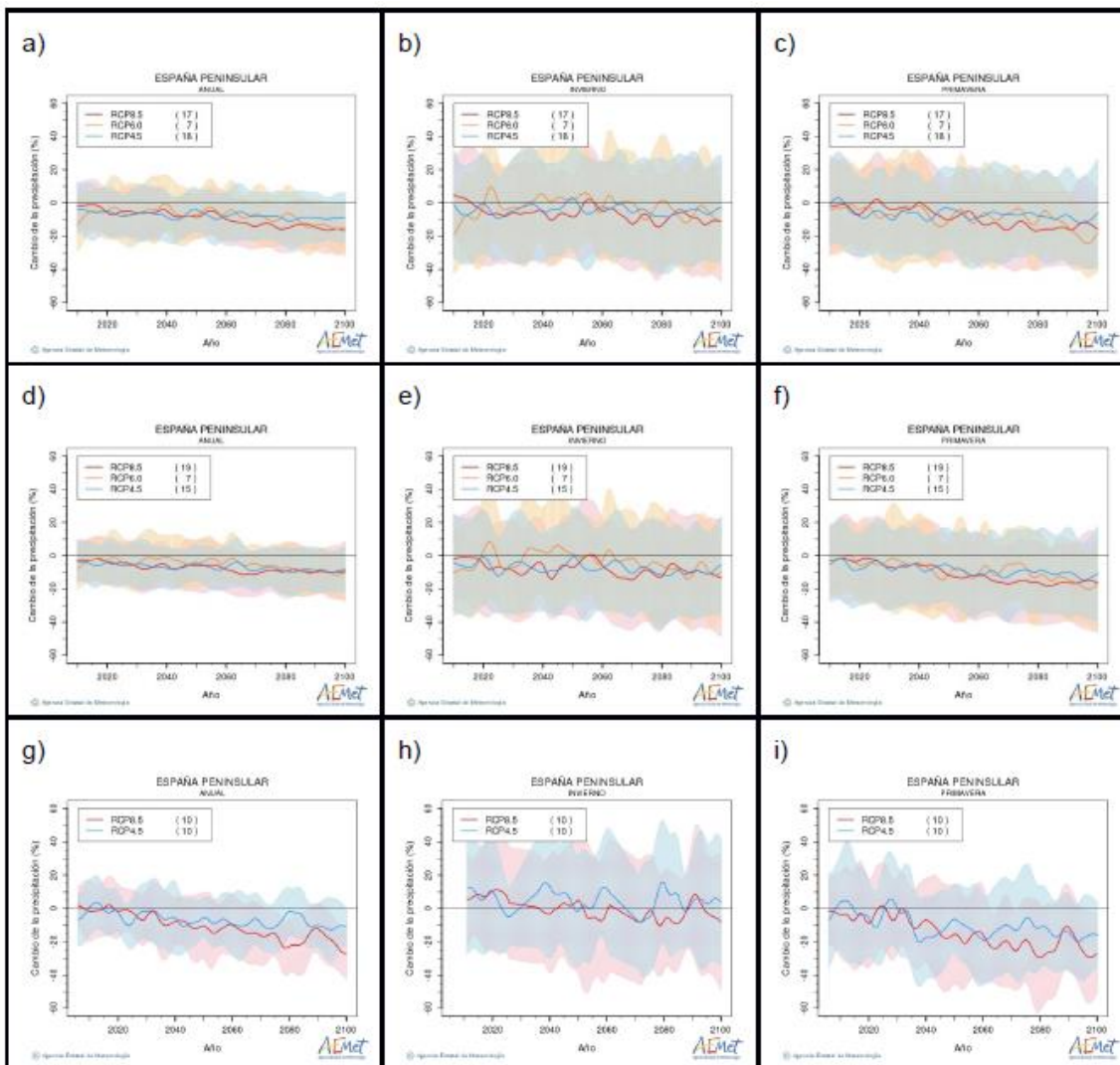


Figura 3.15. Evolución temporal del cambio relativo de la precipitación (%) anual (a, d, g), invernol (b, e, h) y primaveral (c, f, i) para España peninsular para cada uno de los RCP analizados, según el método de análogos (a-c), el método de regresión (d-f) y el método dinámico (g-i). Entre paréntesis, el número de modelos utilizados en cada escenario.

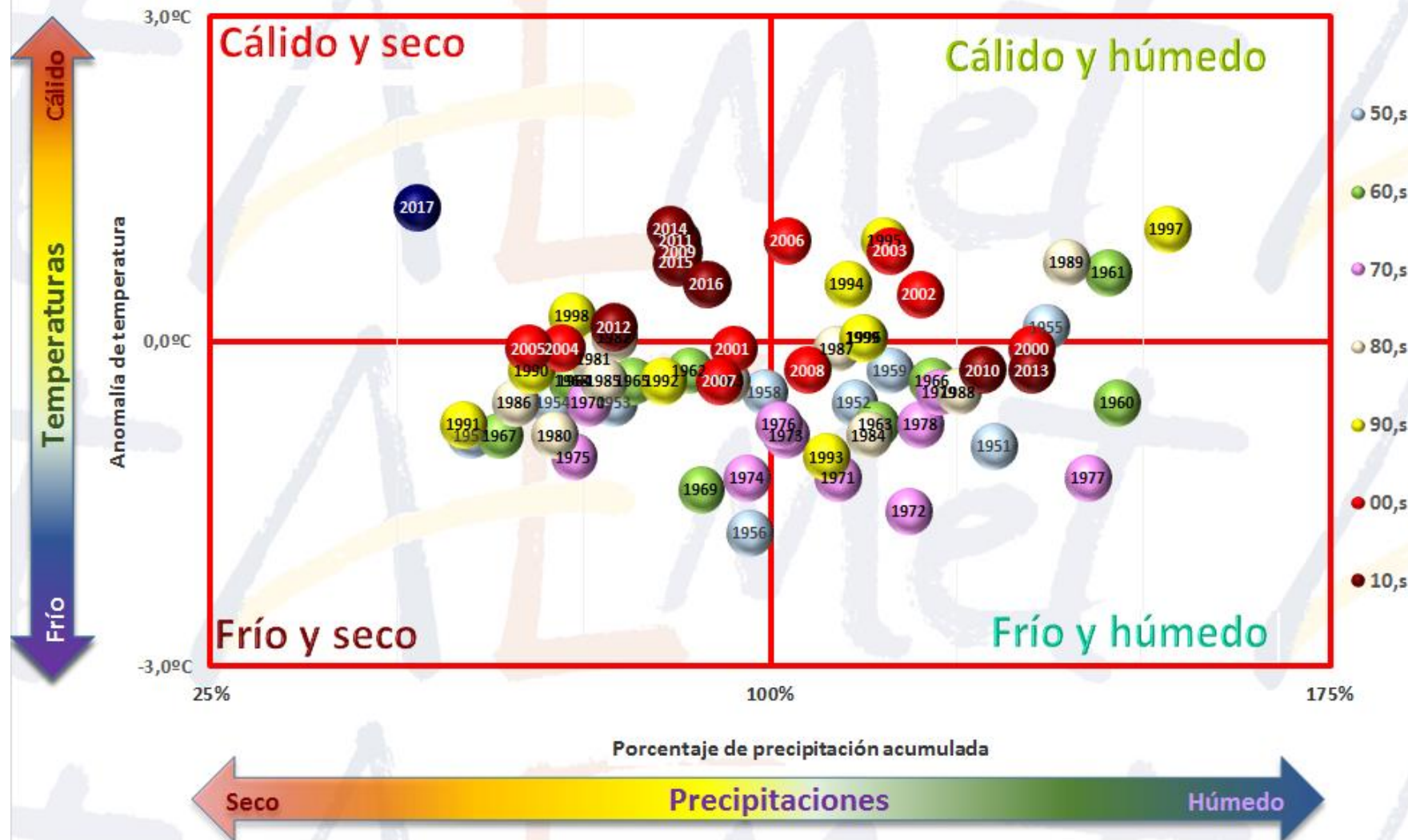
Cambios en los índices extremos

- El **número de días cálidos** muestra un aumento progresivo a lo largo del siglo XXI para los tres escenarios analizados tanto en la España peninsular como en Baleares y Canarias. Para finales del siglo XXI, a nivel de España peninsular, el incremento de la proporción de días cálidos se podría situar entre el 37 % y el 60 % para el escenario más emisor (RCP8.5).
- La **duración máxima de las olas de calor** va aumentando a lo largo del siglo XXI, existiendo una concordancia entre todas las proyecciones generadas en que las olas de calor serán más largas, siendo este incremento más acusado en el escenario más emisor (RCP8.5) y a finales del siglo XXI, pero con algunas diferencias en la magnitud del mismo de unos modelos a otros y de una técnica de regionalización a otra.
- El cambio **en el número de noches cálidas** en la España peninsular muestra, en líneas generales, **un aumento progresivo a lo largo del siglo XXI**, siendo más rápido bajo el escenario más emisor (RCP8.5).
- Para la España peninsular, se observa una **disminución en el número de días de helada** en la escala anual, con una evolución muy similar entre los escenarios hasta 2050 y un descenso más pronunciado para el escenario más emisor (en torno a los 20 días para ambos métodos de regionalización).

Cambios en los índices extremos

- Analizando la magnitud del cambio de las precipitaciones, se espera una **reducción de las precipitaciones medias en la España peninsular para los últimos veinte años del siglo XXI**, con valores relativos a los del periodo de referencia (1961-1990) entre un 16 % y un 4 %.
- En la primavera esta reducción estaría entre el 24 % y el 0 % mientras que en el otoño la horquilla iría del -4 % al 4 %. En el invierno, la mayor concordancia en el sentido del cambio entre proyecciones se obtiene en el sur y el Levante, junto con los dos archipiélagos; siendo en las cuencas hidrográficas de estas zonas, donde se esperan las reducciones relativas más importantes.
- **Número medio de días de precipitación anual.** Más del 80 % de las proyecciones apuntan a un decrecimiento para la España peninsular en el periodo (2081-2100) y para el escenario RCP8.5, pudiendo haber, en promedio, hasta 14 días menos de lluvia al año que en el periodo de referencia.
- **Longitud del periodo seco.** Prácticamente todos los métodos y proyecciones dan valores superiores a los del periodo de referencia, pudiéndose incrementar, en promedio, entre 1 y 11 días; con los aumentos mayores localizados en la mitad sur y en el este peninsular y en Canarias.

Clasificación de los años en Tierra de Campos(en base a precipitación y temperatura) (referencia climática 1981-2010)



5. IPCC. Cambio Climático y Uso de la Tierra

Emisiones de GEI y uso de la tierra

- **23%** de las emisiones netas de GEI proceden del sector AFOLU (agricultura, la silvicultura y otros usos de la tierra)
 - Deforestación y degradación de turberas contribuyen con alrededor de 10-15% al total de emisiones antropogénicas de CO₂.
 - La agricultura es responsable de casi la mitad de las emisiones antropogénicas de metano, así como de las tres cuartas parte de las emisiones de óxido nitroso.
- **21-37%** es la contribución aproximada de emisiones antropogénicas de GEI por parte **del sistema alimentario global** (emisiones desde la producción hasta el consumo en parte solapadas con AFOLU)
- **30 %** de las emisiones antropogénicas de CO₂ son actualmente absorbidas por vegetación y suelos → la biosfera terrestre actúa como un sumidero neto de CO₂. Sin embargo, este sumidero terrestre es vulnerable a los impactos del cambio climático así como a otras presiones humanas y medioambientales

- El IPCC **urge a adoptar estrategias** que garanticen en el corto plazo un uso sostenible del suelo, evitando la falta de acceso a los alimentos, la desertificación y la pérdida de biodiversidad. El cambio climático está agravando estos fenómenos.
- El informe del IPCC reclama un diseño apropiado de políticas y sistemas de gobernanza, a todas las escalas, para **transformar los usos de suelo y el actual sistema alimentario**, incluyendo medidas para poner freno al desperdicio de alimentos y propiciar cambios hacia dietas y patrones de consumo más sostenibles. Sólo así será viable garantizar el acceso a los alimentos y alcanzar el objetivo de cero emisiones netas a mediados de este siglo.
- Los autores citan, entre otras posibles respuestas para abordar estos desafíos, la **gestión forestal sostenible**, la **conservación de la biodiversidad** y la **restauración de ecosistemas degradados**, la **producción sostenible de alimentos** o la gestión del riesgo de desastres, el consumo de productos de cercanía y de temporada, así como la reducción de las pérdidas y desperdicio alimentarios. Todo ello contribuye igualmente de forma efectiva a la adaptación y mitigación del cambio climático, a la vez que reducen las presiones sobre el suelo.

6. Conclusiones



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 774632

Además de las principales conclusiones del AR5

Human influence on the
climate system is clear

Limiting climate change will require substantial and
sustained reductions of greenhouse gas emissions

- Limitar el calentamiento a 1,5°C (y a 2°C) requerirá durante las próximas dos décadas una **transición rápida y de largo alcance en los sistemas de energía, uso de la tierra, urbano e industrial.**
- Las sendas que sobrepasan temporalmente el límite de 1,5°C (y 2°C) para alcanzar esta temperatura a final de siglo implican una **gran contribución de emisiones negativas traspasadas a la(s) siguiente(s) generación(es)**
- Las opciones de mitigación consistentes con sendas compatibles con 1,5°C presentan múltiples **sinergias con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)**

- **Vegetación y pérdida de biodiversidad, incendios, degradación del permafrost y costera, erosión del suelo y escasez de agua serán más severas, especialmente en las regiones secas.**
- Incluso aunque los crecientes niveles de CO₂ (fertilización) pueden tener un impacto positivo en ciertos cultivos, **el riesgo de impactos adversos en la producción agrícola, calidad y suministro de los alimentos**, así como su precio aumentarán con un mayor CC.
- **Nivel global del mar aumentando** a una velocidad acelerada y creciente absorción de CO₂ en el océano que ha llevado a una **acidificación progresiva.**
- **Deterioro de las pesquerías** y daños a infraestructuras.
- Consecuencias a largo plazo **más allá de 2100** debido a la **inercia del sistema.**

MUCHAS GRACIAS POR VUESTRA ATENCIÓN