



Consenso Científico sobre Cambio Climático IPCC Actualización 2013

Fuente:

IPCC (2013)

Resumen & Detalles:

GreenFacts

Contexto - Cambio climático 2013:

Base de ciencia física es una evaluación exhaustiva de los aspectos físicos del cambio climático, centrada en los elementos relevantes para comprender el pasado, documentar el presente y proyectar el futuro del cambio climático.

El informe recoge los cambios observados en todos los componentes del sistema climático y evalúa los conocimientos actuales sobre los distintos procesos de dicho sistema.

La observación instrumental directa del clima a escala mundial comenzó a efectuarse a mediados del siglo XIX, y la reconstrucción del clima mediante indicadores como los anillos de los árboles o el contenido de las capas de sedimentos se remonta a mucho antes.

La presente evaluación utiliza un nuevo conjunto de escenarios para explorar las consecuencias futuras del cambio climático en función de las distintas trayectorias de emisiones posibles.

1. ¿Cómo trata el IPCC las incertidumbres?...3

Observaciones

2. ¿Cuáles han sido los cambios observados en el clima en los últimos siglos?.....4

Impulsores

3. ¿Cuáles son los impulsores del cambio climático?.....5

Conocimientos

4. ¿Cómo se estudia el sistema climático?.....6

Proyecciones

5. ¿Qué cambios se prevén para el sistema climático en el futuro?.....7

Incertidumbres

6. ¿Cuáles son las principales incertidumbres acerca del cambio climático?.....9

Este Dossier es un resumen fiel del destacado informe de consenso científico publicado en 2013 por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC):
"Climate Change 2013: Technical Summary"

El Dossier completo se encuentra disponible en: <https://www.greenfacts.org/es/cambio-climatico-ie5-base-ciencia/>



Este documento pdf corresponde al Nivel 1 de un Dossier de GreenFacts. Los Dossiers de GreenFacts, articulados en torno a preguntas y respuestas, se publican en varios idiomas y en un formato exclusivo de fácil lectura con tres niveles de complejidad creciente.

- El Nivel 1 responde a las preguntas de forma concisa.
- El Nivel 2 profundiza un poco más en las respuestas.
- El Nivel 3 reproduce la fuente original, un informe de consenso científico internacional resumido por GreenFacts en los niveles 1 y 2.

Todos los Dossiers de GreenFacts en español están disponibles en: <http://www.greenfacts.org/es/>

1. ¿Cómo trata el IPCC las incertidumbres?

A pesar de que los conocimientos sobre el sistema climático continúan desarrollándose y la confianza en las proyecciones va en aumento, el estudio del clima todavía se enfrenta a numerosas incertidumbres. Un elemento integral del 5º Informe de Evaluación del IPCC (AR5) es el uso de un lenguaje específico para comunicar incertidumbres y reflejar con precisión la solidez de cada afirmación.

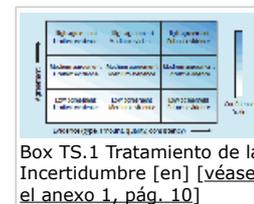
Si procede, los resultados se expresan como afirmaciones de hechos, pero cuando se necesita un calificador se emplean dos sistemas. En primer lugar, el nivel de confianza en la validez de un resultado, basado en el tipo, cantidad, calidad y coherencia de la evidencia (p. ej. los datos, la comprensión mecánica, la teoría, los modelos y la valoración de expertos) y el nivel de acuerdo. Dicho nivel puede ser desde bajo (evidencias limitadas) hasta alto (evidencias sólidas). En segundo lugar, el grado de probabilidad de un resultado expresa las mediciones cuantificadas de incertidumbre en forma de probabilidad.



Tabla 1.2 - Terminología de probabilidad

Terminología*	Probabilidad del resultado
<i>Prácticamente cierto</i>	99–100% de probabilidad
<i>Muy probable</i>	90–100% de probabilidad
<i>Probable</i>	66–100% de probabilidad
<i>Más probable que improbable</i>	33–66% de probabilidad
<i>Improbable</i>	0–33% de probabilidad
<i>Muy improbable</i>	0–10% de probabilidad
<i>Excepcionalmente improbable</i>	0–1% de probabilidad

* *Sumamente probable*, 95-100% de probabilidad, *Más probable que improbable* 50-100% de probabilidad, *Sumamente improbable* 0-5% de probabilidad



2. ¿Cuáles han sido los cambios observados en el clima en los últimos siglos?

2.1 Es seguro que la temperatura media global en superficie de la Tierra ha aumentado desde que comenzó el registro instrumental. Este calentamiento fue de aproximadamente 0,85 °C entre 1880 y 2012, con un incremento de aproximadamente 0,72 °C desde 1951 hasta 2012. Cada una de las últimas tres décadas ha sido sucesivamente la más cálida registrada. También han sido muy probablemente las más cálidas de los últimos 800 años, y probablemente las más cálidas de los últimos 1.400 años, si bien la tasa de calentamiento durante los últimos 15 años ha sido menor que la registrada desde la década de los 50.

Es prácticamente seguro que la temperatura de las capas superiores del océano (por encima de 700 m) ha aumentado a lo largo del siglo XX. Es probable que el océano se haya calentado entre 700 y 2.000 m, y probable también que se haya calentado desde 3000 m hasta el fondo marino, pero no se ha observado ninguna tendencia significativa entre 2.000 y 3.000 m.

Desde aproximadamente 1970 o incluso antes, el planeta se encuentra en desequilibrio energético, al ser mayor la cantidad de energía solar que entra en la capa superior de la atmósfera que la que sale de ella (fenómeno conocido como "forzamiento radiativo"), y la mayor parte (93 %) del aumento en la captación de energía se debe al calentamiento de los océanos.

2.2 A escala mundial, no está claro si ha habido cambios en las precipitaciones y la nubosidad, en parte porque no hay suficientes datos. Es muy probable que la humedad de las capas inferiores de la atmósfera haya aumentado desde los años 70, pero no está claro cómo ha influido este hecho en las precipitaciones.

2.3 Se han observado cambios en las propiedades de los océanos (calentamiento, cambios en la salinidad, aumento del contenido de carbono y la acidez, disminución de la concentración de oxígeno) durante los últimos cuarenta años. Los patrones de cambio observados coinciden con una respuesta al cambio climático.

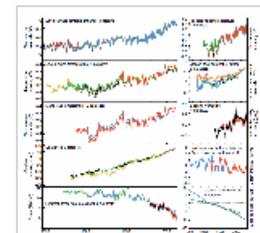


Figura TS.1: Indicadores de cambio climático [en] [véase el anexo 2, pág. 11]

2.4 Existe un nivel de confianza muy alto en que la superficie del hielo marino del Ártico disminuyó durante el período 1979-2012. Por el contrario, es muy probable que la extensión del hielo marino de la Antártida aumentara entre 1979 y 2012, debido a una disminución del porcentaje de aguas abiertas dentro del bloque de hielo. Existe un nivel de confianza alto en que parte de las plataformas de hielo flotantes de la Antártida están experimentando cambios sustanciales.

Existe un nivel de confianza muy alto en que los glaciares terrestres de todo el mundo han menguado en las últimas décadas y seguirán derritiéndose. Las temperaturas del permafrost también han aumentado en todo el mundo. La extensión de manto de nieve del hemisferio norte ha disminuido.

2.5 Es prácticamente seguro que el ritmo de elevación del nivel medio mundial del mar ha aumentado desde velocidades relativamente bajas del orden de décimas de mm/año en los últimos milenios hasta velocidades actuales de mm/año. Más concretamente, el nivel medio del mar ha aumentado 0,19 [de 0,17 a 0,21] m a escala mundial durante el período 1901-2010. El nivel

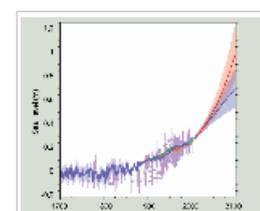


Figura TFE.2.2 Elevación del nivel del mar [en] [véase el anexo 8, pág. 18]

medio mundial del mar es en la actualidad, con un nivel de confianza medio, excepcionalmente alto en el contexto de los dos últimos milenios.

2.6 Es muy probable que el número de días y noches fríos haya disminuido, y que el número de días y noches cálidos haya aumentado a escala mundial. Globalmente, la duración y la frecuencia de los períodos cálidos y las olas de calor han aumentado desde mediados del siglo XX. Es probable que, desde 1950, existan más regiones en las que ha aumentado el número de episodios de precipitaciones intensas en la superficie terrestre que en las que ha disminuido. Es prácticamente seguro que la frecuencia e intensidad de las tormentas en el Atlántico Norte ha aumentado desde la década de los 70, aunque las razones de este aumento son objeto de debate. Los cambios en las sequías e inundaciones varían más de unas regiones a otras.

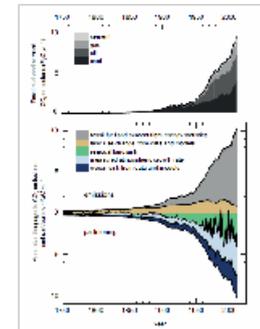


Figura TS.4: Emisiones antropogénicas de CO₂ [en] [véase el anexo 6, pág. 16]

2.7 En el año 2011, las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero, a saber, dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O), superaron el mayor índice de concentración registrado en núcleos de hielo, y dicha concentración aumenta también a una velocidad por encima de la observada en núcleos de hielo. Las principales fuentes de CO₂ son la quema de combustibles fósiles y la producción de cemento. Aproximadamente la mitad de este carbono acaba en la atmósfera, y el resto es absorbido por las plantas o los océanos.

3. ¿Cuáles son los impulsores del cambio climático?

3.1 Los cambios en el clima se producen debido a un desequilibrio entre la energía recibida por la Tierra y la energía que se devuelve al espacio (desequilibrio denominado "forzamiento radiativo").

3.2 Durante la era industrial, desde 1750, el forzamiento solar y el volcánico eran los dos principales contribuyentes naturales al cambio climático mundial. Hay un nivel de confianza alto en que el forzamiento solar es mucho menor que el provocado por los gases de efecto invernadero. Actualmente se conoce bien el impacto de las partículas volcánicas, y después de importantes erupciones volcánicas, como la del volcán Pinatubo en 1991, se produce un gran forzamiento negativo durante unos años.

3.3 La actividad humana provoca cambios en la composición de la atmósfera, bien directamente (mediante la emisión de gases o partículas) o indirectamente (a través de la química atmosférica). Las emisiones antropogénicas impulsaron los cambios en las concentraciones de gases de efecto invernadero durante la era industrial (es decir, desde 1750). En los últimos 15 años, el CO₂ ha sido el principal contribuyente a los gases de efecto invernadero, seguido del metano, el óxido nitroso y los halocarbonos. La contribución de los distintos gases se expresa generalmente en función de su potencial de calentamiento global (GWP) o su potencial de cambio en la temperatura global (GTP). Por una parte, el GWP compara el gas de efecto invernadero con el dióxido de carbono, y se expresa como una cantidad equivalente de CO₂. Por otra parte, el GTP estima el cambio de temperatura causado por un gas determinado, e incluye la respuesta del sistema climático.

Los aerosoles son gotitas líquidas o partículas minúsculas (como el polvo volcánico) que se encuentran suspendidas en la atmósfera. En general, los aerosoles provocan un enfriamiento de la atmósfera y, aunque con un alto grado de incertidumbre, existe un nivel de confianza alto en que han compensado en una proporción considerable el forzamiento provocado por los gases de efecto invernadero. Existen evidencias sólidas de que los cambios en el uso antropogénico del suelo, como la deforestación, han afectado al albedo (la reflectividad de la radiación solar), que, por ejemplo, es diferente en zonas forestales de color verde oscuro que en campos de color más claro, repercutiendo por lo tanto en el equilibrio energético. Las estelas de condensación persistentes generadas por la aviación también contribuyen al calentamiento.

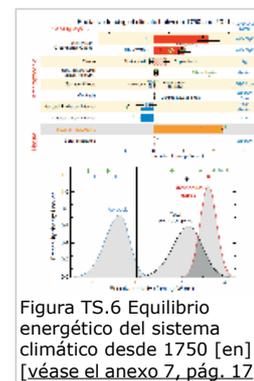


Figura TS.6 Equilibrio energético del sistema climático desde 1750 [en] [véase el anexo 7, pág. 17]

3.4 Los mecanismos de retroalimentación también son importantes a la hora de determinar los cambios climáticos (futuros). Por ejemplo:

- Retroalimentación del albedo de la nieve y el hielo: Cuanto más alta es la temperatura, menor es la cantidad de nieve; cuanto más oscuro y caliente está el suelo, más aumenta la temperatura.
- También puede darse retroalimentación en la nubosidad, aunque todavía existe gran incertidumbre en cuanto a su importancia e influencia.

4. ¿Cómo se estudia el sistema climático?

4.1 Para conocer el sistema climático, deben combinarse observaciones, estudios teóricos de los mecanismos y los procesos de retroalimentación y simulaciones con modelos. Gracias a la mayor minuciosidad de las observaciones y a la mejora de los modelos climáticos, en la actualidad es posible asociar los cambios detectados a la intervención humana en más componentes del sistema climático que en el 4º Informe de evaluación publicado en 2007.

Es sumamente probable que las actividades humanas fueran la causa de más de la mitad del incremento observado en la temperatura media global en superficie desde 1951 a 2010, y que los gases de efecto invernadero contribuyeran a un calentamiento de entre 0,5 °C y 1,3 °C durante ese período.

4.2 La temperatura media global en superficie (GMST) observada ha experimentado un aumento mucho menor en los últimos 15 años que en los últimos 30 a 60 años. Los cambios en el forzamiento radiativo de una década a otra muestran que en el período 1998-2011 el forzamiento fue un tercio menor que el correspondiente al período 1984-1998. A nivel mundial, es muy probable que en ese mismo período el sistema climático haya seguido acumulando energía, por ejemplo, a través de un mayor contenido calorífico del océano. Sin embargo, puesto que algunos datos muestran una desaceleración pero otros no, aún no está claro si el ritmo ha disminuido durante este período reciente.

4.3 Cabe afirmar que la forma más convincente de establecer la credibilidad de los modelos utilizados en el estudio del cambio climático es la verificación de sus previsiones. Parece que los cambios proyectados por los anteriores informes de evaluación del IPCC en cuanto al CO₂, la temperatura media global en superficie y el nivel promedio mundial del mar coinciden por lo general con las tendencias observadas.

4.4 Se ha llevado a cabo un seguimiento y modelado de distintos parámetros oceánicos en cuanto a su respuesta a los cambios climáticos. Es muy probable que la influencia humana haya contribuido considerablemente al calentamiento de las capas superiores del océano (por encima de 700 m) observado desde la década de los 70. Este calentamiento ha contribuido a su vez a una elevación del nivel del mar en todo el mundo debido a la expansión

térmica. Se calcula que la mayor parte de la energía aportada al sistema climático ha sido absorbida por los océanos. Del mismo modo, los cambios en la salinidad, el contenido de oxígeno y la acidez también puede atribuirse a la influencia humana.

4.5 La reducción de la superficie de hielo marino del Ártico y la extensión del manto de nieve del hemisferio norte, la disminución generalizada de los glaciares (retroceso) y el aumento del derretimiento en superficie de Groenlandia constituyen evidencias de los cambios globales en la nieve y el hielo vinculados a un aumento del forzamiento radiativo de origen antropogénico.

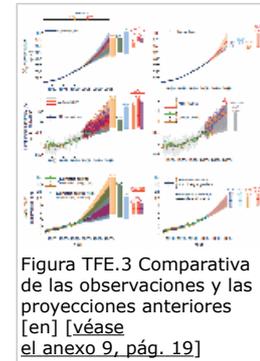


Figura TFE.3 Comparativa de las observaciones y las proyecciones anteriores [en] [véase el anexo 9, pág. 19]

4.6 En cuanto a la posibilidad de cambios irreversibles, el forzamiento radiativo, las retroalimentaciones climáticas y el almacenamiento de energía por parte del sistema climático determinan la velocidad y magnitud del cambio climático mundial.

Algunos de los elementos del sistema climático pueden sufrir un cambio brusco si se alcanza un umbral determinado. Estos cambios repentinos pueden constituir transiciones irreversibles (es decir: el sistema tardaría mucho más en recuperarse de lo que tardaría en pasar al nuevo estado) a estados diferentes del sistema climático. Por ejemplo:

- Las variaciones en la circulación de renuevo meridional del Atlántico (AMOC) podrían provocar cambios climáticos bruscos no solo en el clima de Europa y América del Norte, sino también a escala mundial.
- El deshielo del permafrost causado por el calentamiento climático podría provocar la liberación del carbono acumulado en los suelos congelados, lo que se traduciría en un aumento de la concentración de CO₂ y metano en la atmósfera y un mayor calentamiento.
- Dado que el crecimiento de los mantos de hielo es un proceso muy lento, cualquier aumento de la pérdida de hielo, ya sea por derretimiento o aflujos, sería irreversible.

5. ¿Qué cambios se prevén para el sistema climático en el futuro?

5.1 La proyección de cambios en el sistema climático se realiza mediante una serie de modelos climáticos que simulan cambios basados en un conjunto de escenarios de forzamientos antropogénicos. Para las simulaciones con modelos climáticos realizadas en el marco de esta evaluación, se ha utilizado un nuevo conjunto de escenarios: las trayectorias de concentración representativas (RCP), que por lo general incluyen factores económicos, demográficos, energéticos y componentes climáticos sencillos. Los escenarios utilizados en esta evaluación para explorar las posibilidades de las emisiones tienen objetivos diferentes en cuanto al forzamiento radiativo para 2100, que van desde un escenario de "mitigación estricta" a un escenario de crecimiento continuo de las emisiones.

5.2 Entre 2012 y 2100, dependiendo del escenario, los resultados de los modelos del sistema Tierra (ESM) muestran un total de emisiones derivadas de combustibles fósiles que va de 270 a 1685 gigatoneladas de carbono.

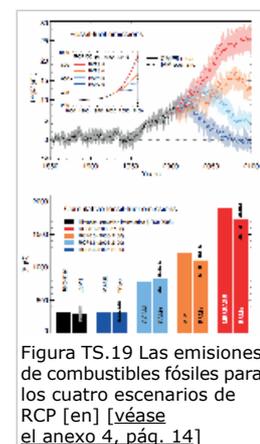


Figura TS.19 Las emisiones de combustibles fósiles para los cuatro escenarios de RCP [en] [véase el anexo 4, pág. 14]

5.3

Suponiendo que no se produzcan grandes erupciones volcánicas (que provocarían un enfriamiento importante pero temporal) y que no haya cambios significativos a largo plazo en la irradiación solar en el futuro, es probable que la temperatura media global en superficie aumente entre 0,3 °C y 0,7 °C durante el período 2016-2035 en comparación con 1986- 2005 (nivel de confianza medio). La temperatura media global seguirá aumentando durante el siglo XXI en todos los escenarios. Aproximadamente desde mediados del siglo XXI, el ritmo del calentamiento global comienza a depender en mayor medida del escenario: el aumento probable de la temperatura media global en superficie previsto es de 0,3 a 4,8 °C.

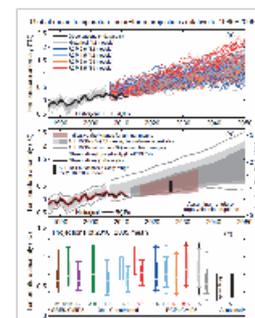


Figura RT.14 - Síntesis de las proyecciones a corto plazo de la temperatura global media del aire [en] [véase el anexo 3, pág. 12]

La temperatura de los océanos muy probablemente seguirá aumentando a lo largo del siglo XXI. Se prevé que a finales de siglo la temperatura de los océanos en algunas regiones haya aumentado entre 0,5 °C y 2,5 °C en los primeros centenares de metros, y de 0,3 °C a 0,7 °C a una profundidad de aproximadamente 1 km. También se prevé que el nivel del mar continúe elevándose entre 0,26 y 0,81 m antes de que finalice el siglo XXI. Es prácticamente seguro que el nivel del mar continuará aumentando después de 2100 durante siglos o milenios.

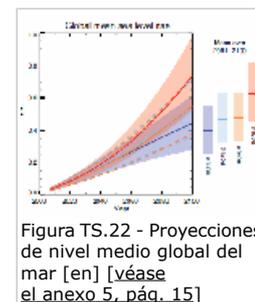


Figura TS.22 - Proyecciones de nivel medio global del mar [en] [véase el anexo 5, pág. 15]

De acuerdo con el escenario de emisiones más altas, es probable que, antes de mediados de siglo, apenas haya hielo en el océano Ártico (superficie de hielo marino inferior a 1.000.000 km²) durante el mes de septiembre (nivel de confianza medio). Es muy probable que la cubierta de hielo marino del Ártico continúe menguando y haciéndose más delgada, y que se reduzca la extensión del manto de nieve en primavera en zonas de latitud alta del hemisferio norte y del permafrost cerca de la superficie, a medida que aumenta la temperatura media global en superficie.

5.4 Con respecto a la posibilidad de estabilizar el clima, dicha estabilización puede suponer en la práctica:

- Estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, lo que constituye el principal objetivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)
- Limitar el aumento de la temperatura mundial, aspecto en el que se han centrado los debates políticos recientes. La opción más comentada es un aumento máximo de 2 °C respecto a los niveles preindustriales
- Volver a un nivel de CO₂ atmosférico por debajo de 350 ppm.

Un planteamiento que podría contribuir a la estabilización del clima es la geoingeniería, que se define como la intervención deliberada a gran escala en el sistema terrestre para contrarrestar efectos indeseables del cambio climático en el planeta, mediante técnicas como la captura y almacenamiento de carbono a gran escala o el control de la radiación solar mediante la inyección de aerosoles en la atmósfera.

5.5 Evaluar los cambios en los fenómenos meteorológicos extremos plantea dificultades especiales, no solo por el carácter excepcional de estos sucesos, sino porque invariablemente van acompañados de contratiempos. Para el corto y largo plazo, las proyecciones de los escenarios confirman una tendencia clara al aumento de los episodios de precipitaciones intensas, aunque con grandes variaciones regionales. Respecto a los fenómenos extremos como inundaciones, sequías y ciclones, todavía hay un alto grado de incertidumbre a la hora de establecer una tendencia de cambio o realizar previsiones.

6. ¿Cuáles son las principales incertidumbres acerca del cambio climático?

Se ha detectado influencia humana prácticamente en todos los principales componentes del sistema climático evaluados. Al examinar conjuntamente las evidencias combinadas, aumenta el nivel total de confianza para atribuir los cambios climáticos observados y disminuyen las incertidumbres asociadas con las evaluaciones basadas en una sola variable climática. Las coincidencias entre los cambios observados y las simulaciones de forzamientos naturales y antropogénicos en el sistema físico son considerables. Sin embargo, sigue habiendo algunas incertidumbres. Si bien el conocimiento de las fuentes y medios para caracterizar las incertidumbres en proyecciones de cambio climático a largo plazo y gran escala no ha cambiado sustancialmente desde el informe anterior, los nuevos experimentos y estudios continúan trabajando en pos de una caracterización más completa y rigurosa.

6.1 La capacidad de los modelos climáticos para simular la temperatura en superficie ha mejorado en muchos aspectos, pero existen ciertas incertidumbres relacionadas con aspectos específicos de los cambios observados en el sistema climático.

6.2 Las dudas respecto a la interacción de los aerosoles con las nubes siguen siendo la principal causa de incertidumbre respecto al cambio climático causado por el hombre.

6.3 En algunos aspectos del sistema climático, como las sequías, actividad de los ciclones tropicales, calentamiento de la Antártida, superficie del hielo marino y equilibrio de masas de los glaciares, el nivel de confianza sigue siendo bajo a la hora de atribuir los cambios a la influencia humana, debido a las incertidumbres asociadas a los modelos y al bajo acuerdo entre estudios científicos.

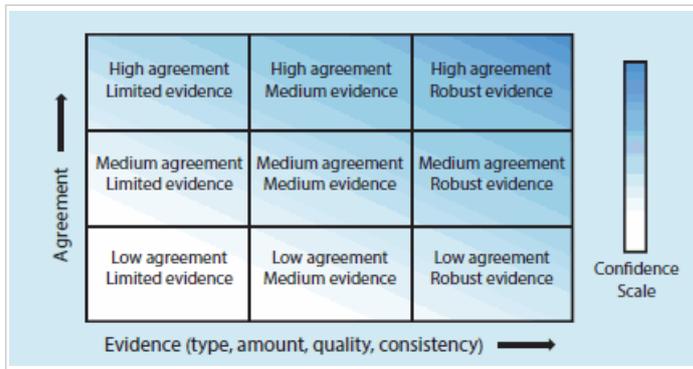
6.4 También hay varias áreas en las que sigue siendo difícil realizar previsiones respecto al cambio climático: proyecciones en cuanto a las precipitaciones y el cambio climático a escala mundial y regional, cambios en la intensidad y desplazamiento hacia los polos de las tormentas en el hemisferio norte, tendencias en cuanto a la frecuencia e intensidad de los ciclones tropicales en el siglo XXI, cambios en la humedad del suelo y la escorrentía superficial, magnitud de las emisiones de carbono a la atmósfera debido al deshielo del permafrost y emisiones de metano procedentes de fuentes naturales, como humedales o hidratos de gas.

- Por otra parte, hay un nivel de confianza medio respecto al impacto de los mantos de hielo en el nivel del mar durante el siglo XXI, y un nivel de confianza bajo en las proyecciones de los modelos en cuanto a la elevación del nivel del mar. En la comunidad científica no existe consenso sobre su fiabilidad.
- Finalmente, existe un nivel de confianza bajo en las proyecciones de muchos aspectos relacionados con el cambio climático a escala regional.

Anexo

Annex 1:

Box TS.1 - Treatment of Uncertainty



Box TS.1, Figure 1 - A depiction of evidence and agreement statements and their relationship to confidence. Confidence increases toward the top right corner as suggested by the increasing strength of shading. Generally, evidence is most robust when there are multiple, consistent independent lines of high quality.

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.36

Annex 2:

Figure TS.1 - Multiple complementary indicators of a changing global climate

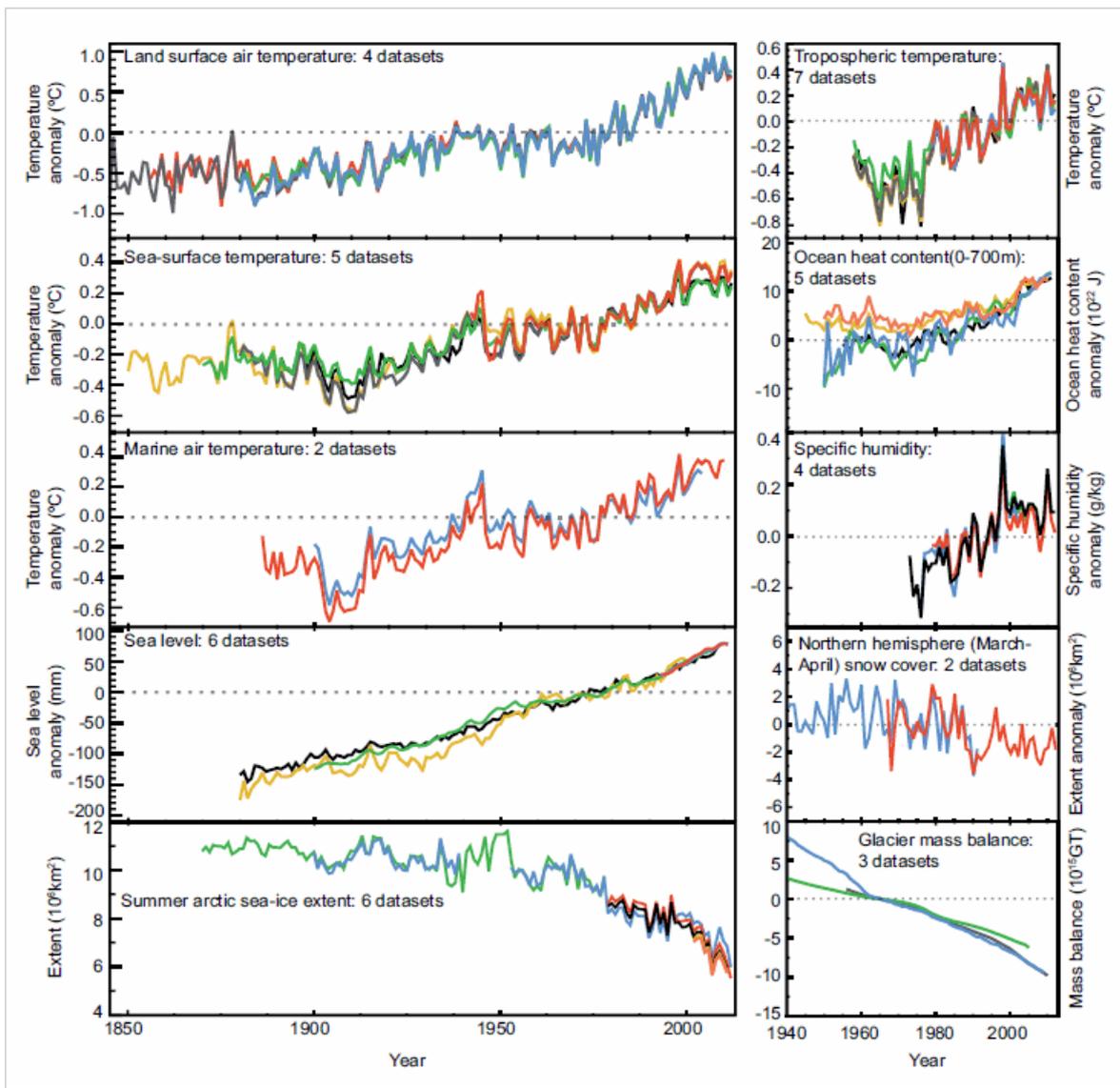


Figure TS.1 - Multiple complementary indicators of a changing global climate. Each line represents an independently derived estimate of change in the climate element. The times series presented are assessed in Chapters 2, 3 and 4. In each panel all data sets have been normalized to a common period of record. A full detailing of which source data sets go into which panel is given in Chapter 2 Supplementary Material Section 2.SM.5 and in the respective chapters. Further detail regarding the related Figure SPM.3 is given in the TS Supplementary Material. {FAQ 2.1, Figure 1; 2.4, 2.5, 3.2, 3.7, 4.5.2, 4.5.3}

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.38

Annex 3:

Figure TS.14 - Synthesis of near-term projections of global mean surface air temperature

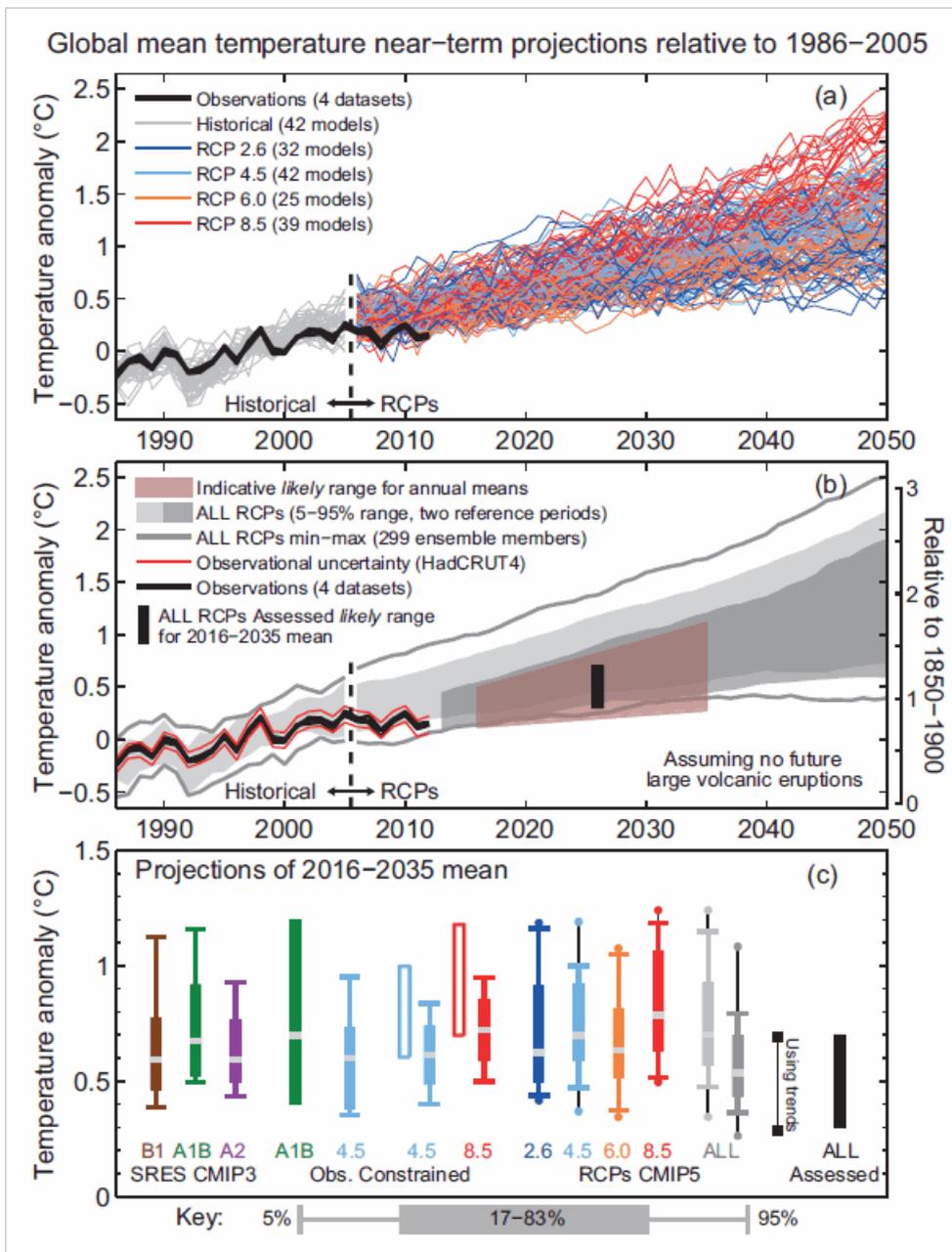


Figure TS.14 - Synthesis of near-term projections of global mean surface air temperature (GMST). (a) Projections of annual mean GMST 1986–2050 (anomalies relative to 1986–2005) under all RCPs from CMIP5 models (grey and coloured lines, one ensemble member per model), with four observational estimates (Hadley Centre/Climatic Research Unit gridded surface temperature data set 4 (HadCRUT4), European Centre for Medium Range Weather Forecasts (ECMWF) interim re-analysis of the global atmosphere and surface conditions (ERA-Interim), Goddard Institute for Space Studies Surface Temperature Analysis (GISTEMP), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)) for the period 1986–2012 (black lines). (b) As (a) but showing the 5 to 95% range of annual mean CMIP5 projections (using one ensemble member per model) for all RCPs using a reference period of 1986–2005 (light grey shade) and all RCPs using a reference period of 2006–2012, together with the observed anomaly for (2006–2012) minus (1986–2005) of 0.16°C (dark grey shade). The percentiles for 2006 onwards have been smoothed with a 5-year running mean for clarity. The maximum and minimum values from CMIP5 using all ensemble members and the 1986–2005 reference period are shown by the grey lines (also smoothed). Black lines show annual mean observational estimates. The red shaded region shows the indicative likely range for annual mean GMST during the period 2016–2035 based on the ‘ALL RCPs Assessed’ likely range for the 20-year mean GMST anomaly for 2016–2035, which is shown as a black bar in both (b) and (c) (see text for details). The temperature scale relative to 1850–1900 mean climate on the right-hand side assumes a warming of GMST prior to 1986–2005 of 0.61°C estimated from HadCRUT4. (c) A synthesis of projections for the mean GMST anomaly for 2016–2035

relative to 1986–2005. The box and whiskers represent the 66% and 90% ranges. Shown are: unconstrained SRES CMIP3 and RCP CMIP5 projections; observationally constrained projections for the SRES A1B and the RCP4.5 and 8.5 scenarios; unconstrained projections for all four RCP scenarios using two reference periods as in (b) (light grey and dark grey shades), consistent with (b); 90% range estimated using CMIP5 trends for the period 2012–2035 and the observed GMST anomaly for 2012; an overall likely (>66%) assessed range for all RCP scenarios. The dots for the CMIP5 estimates show the maximum and minimum values using all ensemble members. The medians (or maximum likelihood estimate; green filled bar) are indicated by a grey band. (Adapted from Figure 11.25.) See Section 11.3.6 for details. {Figure 11.25}

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.87

Annex 4:

Figure TS.19 - Compatible fossil fuel emissions simulated by the CMIP5 models for the four RCP scenarios

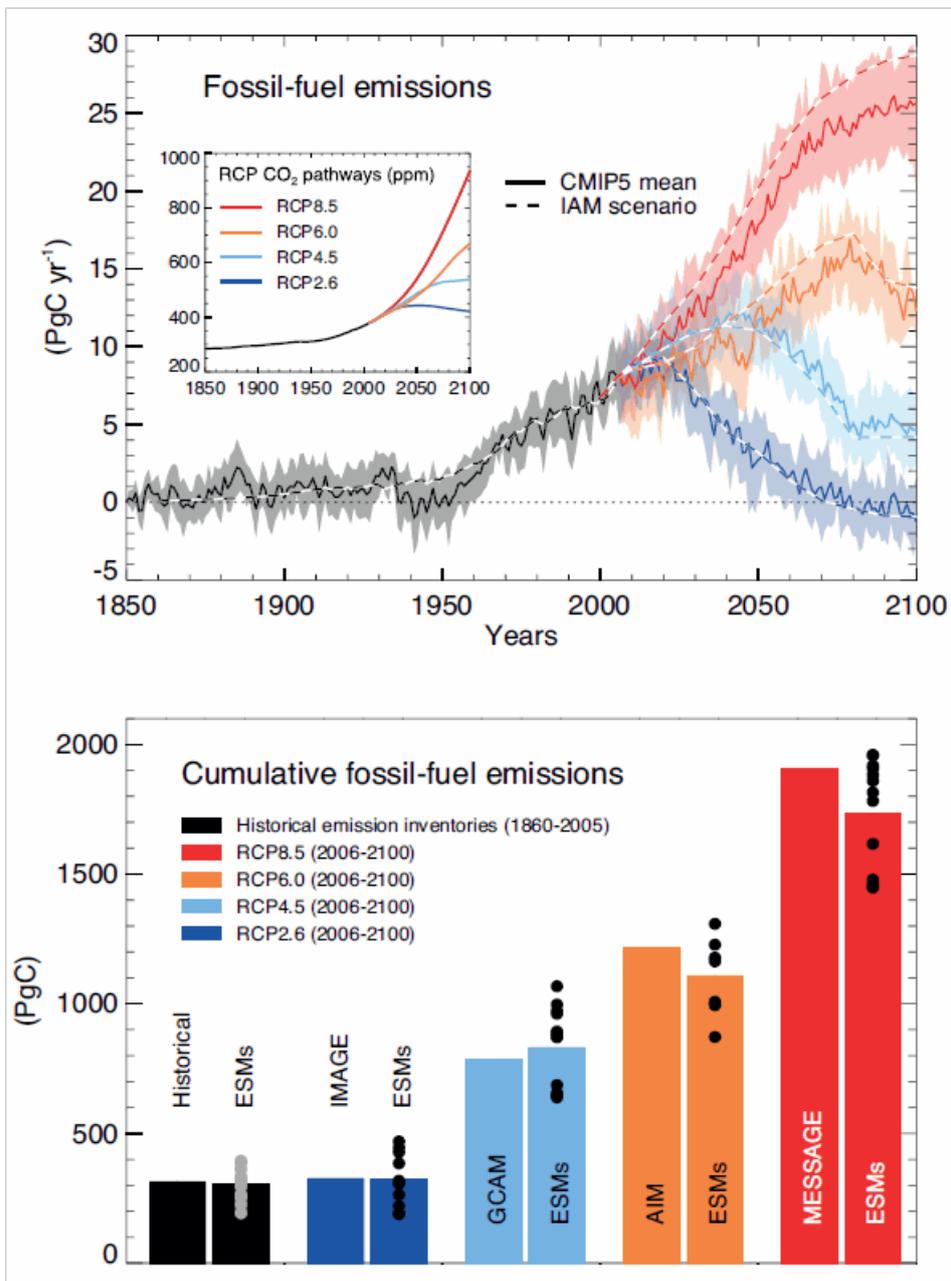


Figure TS.19 - Compatible fossil fuel emissions simulated by the CMIP5 models for the four RCP scenarios. (Top) Time series of annual emission (PgC yr⁻¹). Dashed lines represent the historical estimates and RCP emissions calculated by the Integrated Assessment Models (IAMs) used to define the RCP scenarios, solid lines and plumes show results from CMIP5 Earth System Models (ESMs, model mean, with one standard deviation shaded). (Bottom) Cumulative emissions for the historical period (1860–2005) and 21st century (defined in CMIP5 as 2006–2100) for historical estimates and RCP scenarios. Left bars are cumulative emissions from the IAMs, right bars are the CMIP5 ESMS multi-model mean estimate and dots denote individual ESM results. From the CMIP5 ESMS results, total carbon in the land-atmosphere–ocean system can be tracked and changes in this total must equal fossil fuel emissions to the system. Hence the compatible emissions are given by cumulative emissions = $\Delta CA + \Delta CL + \Delta CO$, while emission rate = $d/dt [CA + CL + CO]$, where CA, CL, CO are carbon stored in atmosphere, land and ocean respectively. Other sources and sinks of CO₂ such as from volcanism, sedimentation or rock weathering, which are very small on centennial time scales are not considered here. {Box 6.4; Figure 6.25}

Annex 5:

Figure TS.22 - Projections from process-based models of global mean sea level

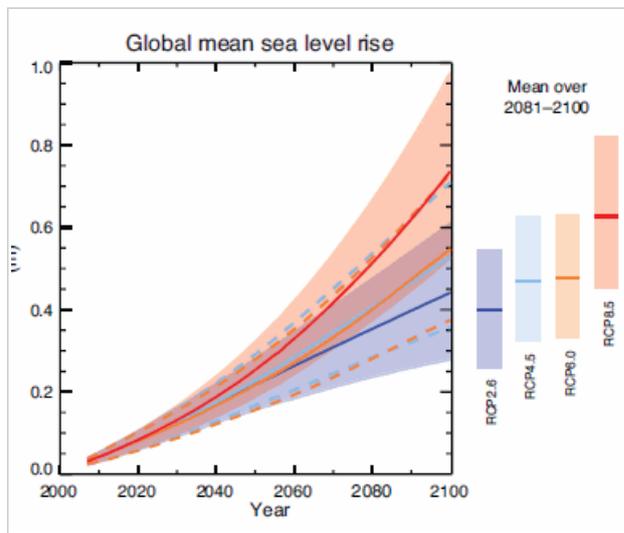


Figure TS.22 - Projections from process-based models of global mean sea level (GMSL) rise relative to 1986–2005 for the four RCP scenarios. The solid lines show the median projections, the dashed lines show the likely ranges for RCP4.5 and RCP6.0, and the shading the likely ranges for RCP2.6 and RCP8.5. The time means for 2081–2100 are shown as coloured vertical bars. See Sections 13.5.1 and 13.5.3 and Supplementary Material for methods. Based on current understanding, only the collapse of the marine-based sectors of the Antarctic ice sheet, if initiated, could cause GMSL to rise substantially above the likely range during the 21st century. This potential additional contribution cannot be precisely quantified but there is medium confidence that it would not exceed several tenths of a metre during the 21st century. Further detail regarding the related Figure SPM.9 is given in the TS Supplementary Material. {Table 13.5; Figures 13.10, 13.11}

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p. 100

Annex 6:

Figure TS.4 - Annual anthropogenic CO₂ emissions

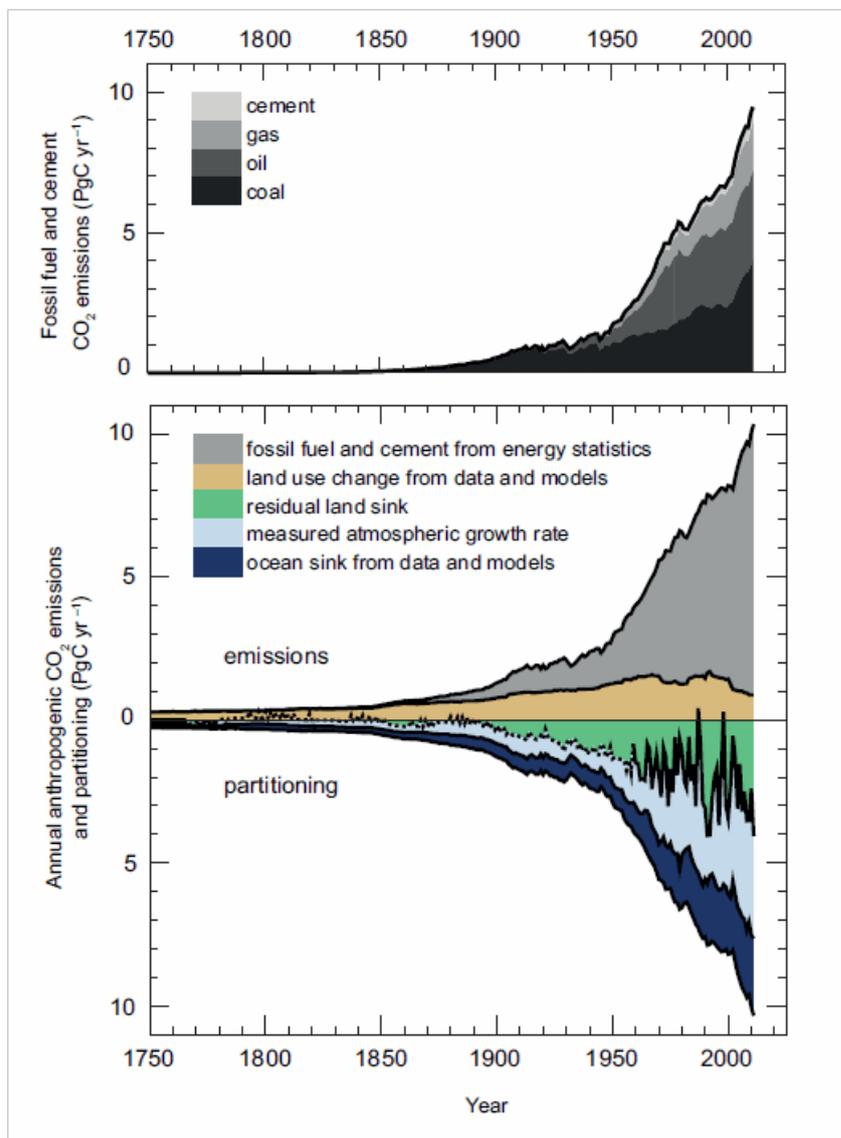


Figure TS.4 - Annual anthropogenic CO₂ emissions and their partitioning among the atmosphere, land and ocean (PgC yr⁻¹) from 1750 to 2011. (Top) Fossil fuel and cement CO₂ emissions by category, estimated by the Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC). (Bottom) Fossil fuel and cement CO₂ emissions as above. CO₂ emissions from net land use change, mainly deforestation, are based on land cover change data (see Table 6.2). The atmospheric CO₂ growth rate prior to 1959 is based on a spline fit to ice core observations and a synthesis of atmospheric measurements from 1959. The fit to ice core observations does not capture the large interannual variability in atmospheric CO₂ and is represented with a dashed line. The ocean CO₂ sink is from a combination of models and observations. The residual land sink (term in green in the figure) is computed from the residual of the other terms. The emissions and their partitioning include only the fluxes that have changed since 1750, and not the natural CO₂ fluxes (e.g., atmospheric CO₂ uptake from weathering, outgassing of CO₂ from lakes and rivers and outgassing of CO₂ by the ocean from carbon delivered by rivers; see Figure 6.1) between the atmosphere, land and ocean reservoirs that existed before that time and still exist today. The uncertainties in the various terms are discussed in Chapter 6 and reported in Table 6.1 for decadal mean values. {Figure 6.8}

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.51

Annex 7:

Figure TS.6 - Radiative forcing and Effective radiative forcing of climate change during the Industrial Era

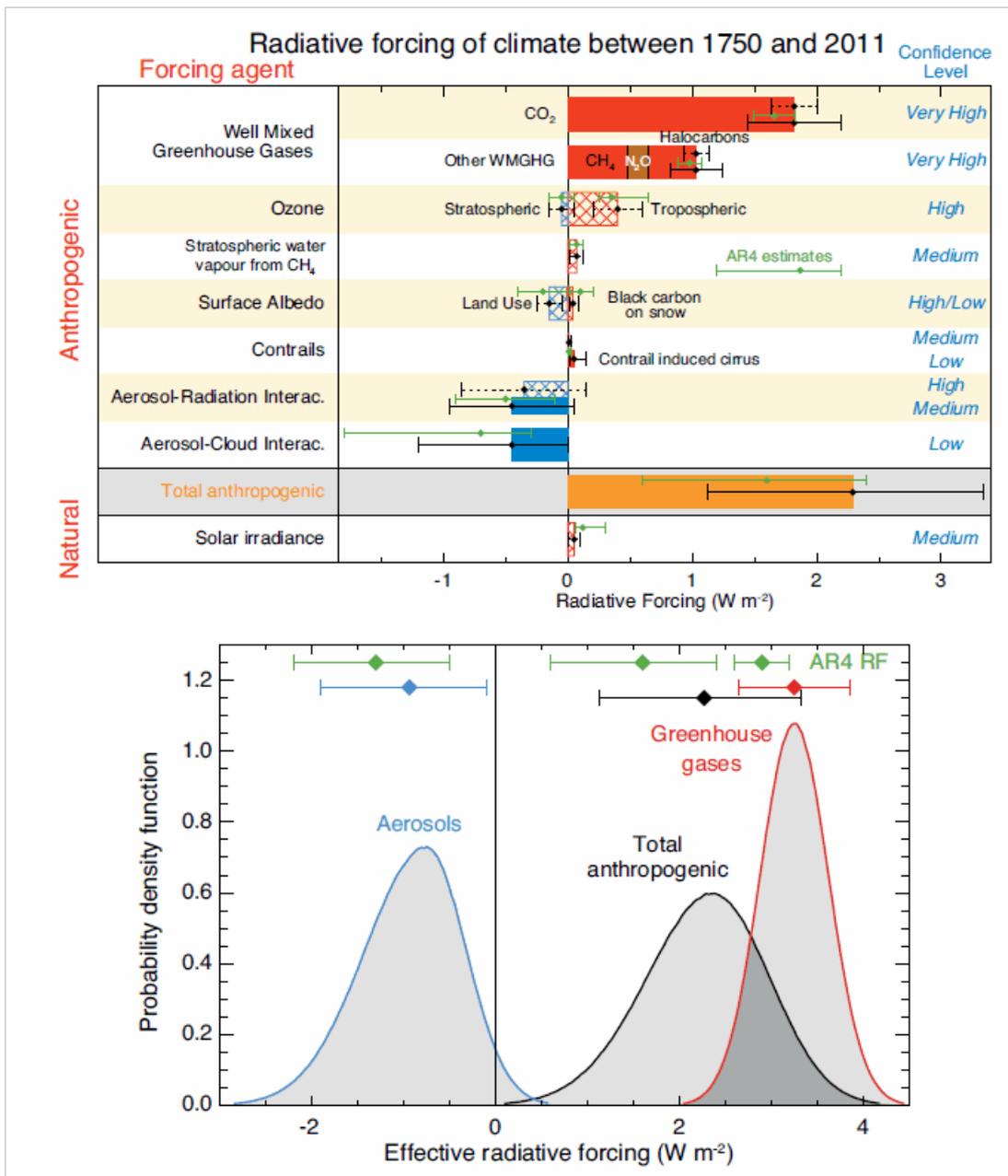
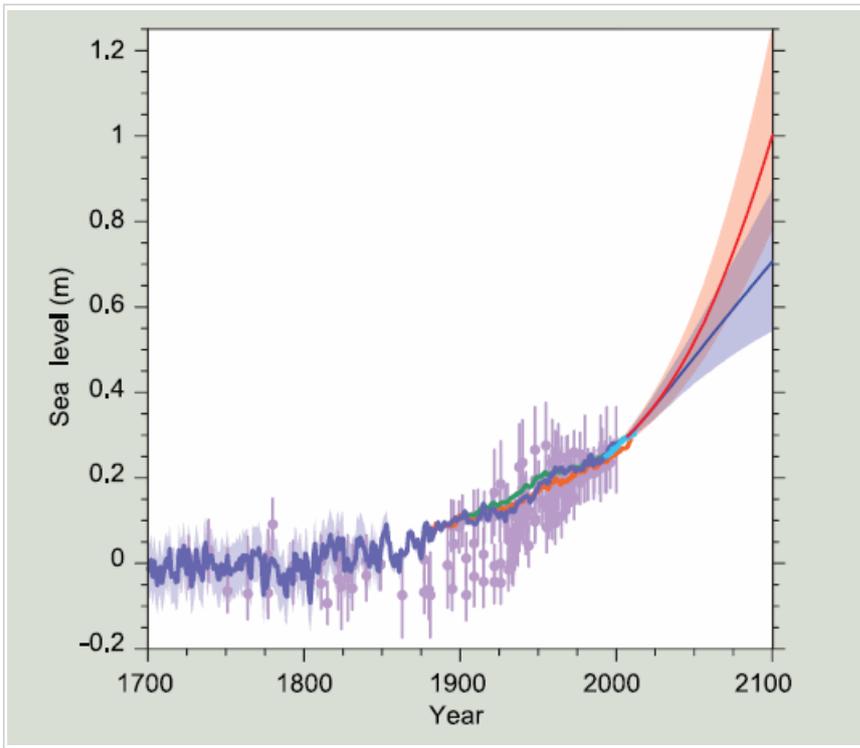


Figure TS.6 - Radiative forcing (RF) and Effective radiative forcing (ERF) of climate change during the Industrial Era. (Top) Forcing by concentration change between 1750 and 2011 with associated uncertainty range (solid bars are ERF, hatched bars are RF, green diamonds and associated uncertainties are for RF assessed in AR4). (Bottom) Probability density functions (PDFs) for the ERF, for the aerosol, greenhouse gas (GHG) and total. The green lines show the AR4 RF 90% confidence intervals and can be compared with the red, blue and black lines which show the AR5 ERF 90% confidence intervals (although RF and ERF differ, especially for aerosols). The ERF from surface albedo changes and combined contrails and contrail-induced cirrus is included in the total anthropogenic forcing, but not shown as a separate PDF. For some forcing mechanisms (ozone, land use, solar) the RF is assumed to be representative of the ERF but an additional uncertainty of 17% is added in quadrature to the RF uncertainty. (Figures 8.15, 8.16)

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.54

Annex 8:

TFE.2, Figure 2 - Compilation of paleo sea level data

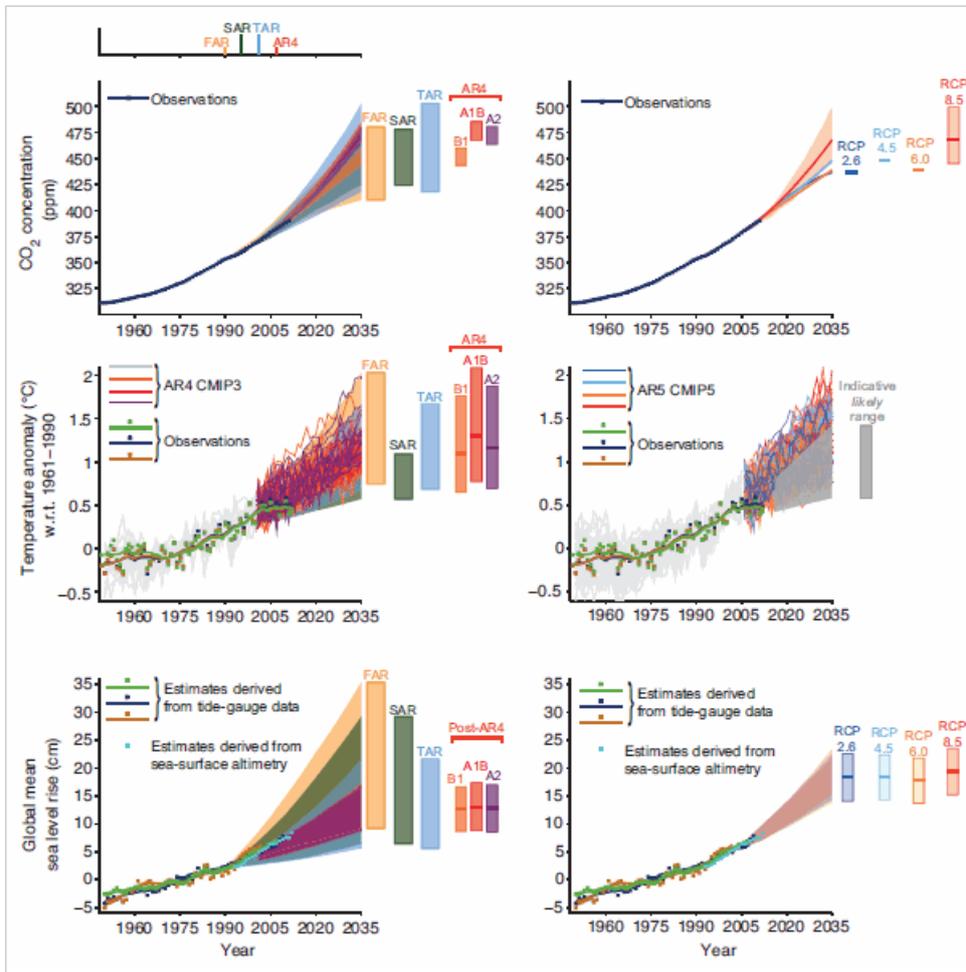


TFE.2, Figure 2 - Compilation of paleo sea level data (purple), tide gauge data (blue, red and green), altimeter data (light blue) and central estimates and likely ranges for projections of global mean sea level rise from the combination of CMIP5 and process-based models for RCP2.6 (blue) and RCP8.5 (red) scenarios, all relative to pre-industrial values. {Figures 13.3, 13.11, 13.27}

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.49

Annex 9:

TFE.3, Figure 1 - Observed globally and annually averaged CO2 concentrations in parts per million since 1950 compared with projections from the previous IPCC assessments. Observed global annual CO2 concentrations are shown in dark blue.



TFE.3, Figure 1 - (Top left) Observed globally and annually averaged CO2 concentrations in parts per million (ppm) since 1950 compared with projections from the previous IPCC assessments. Observed global annual CO2 concentrations from 1950 to 2035 are shown in dark blue. The shading shows the largest model projected range of global annual CO2 concentrations from 1950 to 2035 from FAR (First Assessment Report; Figure A.3 in the Summary for Policymakers (SPM) of IPCC 1990), SAR (Second Assessment Report; Figure 5b in the TS of IPCC 1996), TAR (Third Assessment Report; Appendix II of IPCC 2001), and for the IPCC Special Report on Emission Scenarios (SRES) A2, A1B and B1 scenarios presented in the AR4 (Fourth Assessment Report; Figure 10.26). The publication years of the assessment reports are shown. (Top right) Same observed globally averaged CO2 concentrations and the projections from this report. Only RCP8.5 has a range of values because the emission-driven scenarios were carried out only for this RCP. For the other RCPs the best estimate is given. (Middle left) Estimated changes in the observed globally and annually averaged surface temperature anomaly relative to 1961–1990 (in °C) since 1950 compared with the range of projections from the previous IPCC assessments. Values are harmonized to start from the same value at 1990. Observed global annual temperature anomaly, relative to 1961–1990, from three data sets is shown as squares and smoothed time series as solid lines from the Hadley Centre/Climatic Research Unit gridded surface temperature data set 4 (HadCRUT4; bright green), Merged Land–Ocean Surface Temperature Analysis (MLOST; warm mustard) and Goddard Institute for Space Studies Surface Temperature Analysis (GISTEMP; dark blue) data sets. The coloured shading shows the projected range of global annual mean near surface temperature change from 1990 to 2035 for models used in FAR (Figure 6.11), SAR (Figure 19 in the TS of IPCC 1996), TAR (full range of TAR, Figure 9.13(b)). TAR results are based on the simple climate model analyses presented in this assessment and not on the individual full three-dimensional climate model simulations. For the AR4 results are presented as single model runs of the CMIP3 ensemble for the historical period from 1950 to 2000 (light grey lines) and for three SRES scenarios (A2, A1B and B1) from 2001 to 2035. For the three SRES scenarios the bars show the CMIP3 ensemble mean and the likely range given by –40 % to +60% of the mean as assessed in Chapter 10 of AR4. (Middle right) Projections of annual mean global mean surface air temperature (GMST) for 1950–2035 (anomalies relative to 1961–1990) under different RCPs from CMIP5 models (light grey and coloured lines, one ensemble member per model), and observational estimates the same as the middle left panel. The grey shaded region shows the

indicative likely range for annual mean GMST during the period 2016–2035 for all RCPs (see Figure TS.14 for more details). The grey bar shows this same indicative likely range for the year 2035. (Bottom left) Estimated changes in the observed global annual mean sea level (GMSL) since 1950. Different estimates of changes in global annual sea level anomalies from tide gauge data (dark blue, warm mustard, dark green) and based on annual averages of altimeter data (light blue) starting in 1993 (the values have been aligned to fit the 1993 value of the tide gauge data). Squares indicate annual mean values, solid lines smoothed values. The shading shows the largest model projected range of global annual sea level rise from 1950 to 2035 for FAR (Figures 9.6 and 9.7), SAR (Figure 21 in TS of IPCC, 1996), TAR (Appendix II of IPCC, 2001) and based on the CMIP3 model results available at the time of AR4 using the SRES A1B scenario. Note that in the AR4 no full range was given for the sea level projections for this period. Therefore, the figure shows results that have been published subsequent to the AR4. The bars at the right hand side of each graph show the full range given for 2035 for each assessment report. (Bottom right) Same observational estimate as bottom left. The bars are the likely ranges (medium confidence) for global mean sea level rise at 2035 with respect to 1961–1990 following the four RCPs. Appendix 1.A provides details on the data and calculations used to create these figures. See Chapters 1, 11 and 13 for more details. {Figures 1.4, 1.5, 1.10, 11.9, 11.19, 11.25, 13.11}

Source: IPCC Climate Change 2013: Technical Summary [see http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINAL.pdf], p.64