

# Canvi climàtic 2007: Informe de síntesi

## Resum per a responsables de polítiques





# Canvi climàtic 2007: Informe de síntesi

## Resum per a responsables de polítiques



BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

**Canvi** climàtic 2007 : informe de síntesi : resum per a responsables de polítiques. – (Col·lecció documents ; 18)

ISBN 9788439379423

I. Romaní, Joan M., ed. II. Cañellas Boltà, Sílvia, ed. III Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (Catalunya). IV. Col·lecció: Documents (Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (Catalunya)) ; 18

1. Canvis climàtics

551.583

© Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC

© Generalitat de Catalunya (de la traducció al català)  
Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS)  
<http://www.cat-sostenible.org>

Gener 2009

**Traducció al català:** Abel Julien i Vila

**Edició a cura de:** Joan Maria Romaní i Sílvia Cañellas Boltà

*Tant la traducció com l'edició catalana d'aquest document s'han realitzat sota l'estricta responsabilitat del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS), organisme adscrit al Departament de la Vicepresidència de la Generalitat de Catalunya.*

**Titatge:** 600 exemplars

**Disseny i producció gràfica:** Barcino Solucions Gràfiques, SL

**DL:** B-8175-2009

**ISBN:** 978-84-393-7942-3



# Índex

<b>Presentació</b>	5
<b>Introducció</b>	9
<b>1. Canvis observats en el clima i els seus efectes</b>	9
<b>2. Causes del canvi</b>	12
<b>3. Projeccions de canvi climàtic i els seus efectes</b>	14
<b>4. Opcions d'adaptació i de mitigació</b>	21
<b>5. La perspectiva a llarg termini</b>	27



## Presentació

Ramon Arribas. *Director del CADS*

Els propers anys seran clau per a la ciència i la política del canvi climàtic, tant a Catalunya com arreu del món. Al llarg de tot el 2009 es duran a terme les negociacions prèvies a la conferència de Copenhaguen del mes de desembre. El repte és assolir un nou acord internacional que sigui signat per tots els estats i que permeti fer un pas més enllà dels compromisos del Protocol de Kyoto, i adoptar noves mesures de mitigació i adaptació més ambicioses i efectives a partir de l'any 2012. Les decisions que s'han de prendre estaran basades en les proves científiques i les recomanacions dels experts en canvi climàtic, principalment les del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC), el grup d'experts de major prestigi de nivell mundial, creat específicament el 1988 per l'Organització de les Nacions Unides i l'Organització Meteorològica Mundial per aportar els coneixements científics necessaris per afrontar els reptes del canvi climàtic a nivell mundial. Aquest grup va rebre el Premi Nobel de la Pau, juntament amb Al Gore, l'any 2007.

La publicació que teniu a les mans conté la traducció al català de la síntesi dels darrers estudis publicats per l'IPCC, que es coneixen com a Quart informe d'avaluació. L'Informe de síntesi completa les aportacions dels tres grups de treball (dedicats a la base científica del canvi climàtic; impactes, adaptació i vulnerabilitat; i mitigació de les emissions) que ja es van publicar en català a finals de 2007, poc després que es fessin públiques a nivell mundial, gràcies a un esforç important del Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS)<sup>1</sup>.

A Catalunya també s'està avançant en el coneixement de la nostra contribució al canvi climàtic i en l'estudi dels impactes que es poden produir. Fa uns quants anys el CADS va promoure, juntament amb el Servei Meteorològic de Catalunya i l'Institut d'Estudis Catalans, l'elaboració d'un primer estudi exhaustiu sobre el canvi climàtic a Catalunya, que es va publicar l'any 2005. A finals del 2008, gràcies a la col·laboració entre el CADS, l'Oficina Catalana del Canvi Climàtic i el Servei Meteorològic de Catalunya del Departament de Medi Ambient i Habitatge, i l'Institut d'Estudis Catalans, s'han iniciat els treballs per a l'elaboració d'un segon informe del canvi climàtic a Catalunya, que té per objectiu posar al dia i aprofundir en el coneixement del clima del passat, en les projeccions per a les properes dècades, i en els possibles impactes i actuacions en diferents sectors. El grup de treball aplega experts de diverses disciplines, molts d'ells membres del Grup d'experts en canvi climàtic de Catalunya, i serà dirigit novament pel Dr. Josep Enric Llebot.

El 2009, any important per al canvi climàtic, ho és també per al CADS, que celebra deu anys de treball continuat en la tasca d'assessorament al Govern i de divulgació de la cultura de la sostenibilitat. Aquest esforç es concreta en actuacions com la publicació que teniu a les mans, que pretén difondre i posar a l'abast de tothom els documents internacionals d'especial rellevància per al desenvolupament sostenible, perquè puguin servir per esperar els canvis necessaris per construir un futur millor.

<sup>1</sup>Aquest volum i el número 17 de la col·lecció *Documents*, publicat el 2007, els podreu consultar tant a la web del CADS com a la web oficial de l'IPCC, juntament amb la traducció a altres llengües no oficials de Nacions Unides. Vegeu: <http://www.ipcc.ch/ipccreports/translations.htm>.





Una avaluació del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC)

El present resum, aprovat en detall a la 25a reunió plenària de l'IPCC (València, Espanya, 12 a 17 de novembre de 2007), recull les afirmacions formalment acordades per l'IPCC respecte a les conclusions i incerteses clau contingudes en les contribucions dels grups de treball per al Quart Informe d'Avaluació.

Basat en un projecte de text preparat per:

Lenny Bernstein, Peter Bosch, Osvaldo Canziani, Zhenlin Chen, Renate Christ, Ogunlade Davidson, William Hare, Saleemul Huq, David Karoly, Vladimir Kattsov, Zbigniew Kundzewicz, Jian Liu, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Bettina Menne, Bert Metz, Monirul Mirza, Neville Nicholls, Leonard Nurse, Rajendra Pachauri, Jean Palutikof, Martin Parry, Dahe Qin, Nijavalli Ravindranath, Andy Reisinger, Jiawen Ren, Keywan Riahi, Cynthia Rosenzweig, Matilde Rusticucci, Stephen Schneider, Youba Sokona, Susan Solomon, Peter Stott, Ronald Stouffer, Taishi Sugiyama, Rob Swart, Dennis Tirpak, Coleen Vogel i Gary Yohe.



# Introducció<sup>1</sup>

El present informe de síntesi està basat en l'avaluació realitzada pels tres grups de treball de l'IPCC. Ofereix una panoràmica integrada del canvi climàtic i constitueix la part final del Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC (QIA).

Els temes examinats en aquest resum s'exposen més detalladament en aquest informe de síntesi i en els informes de base dels tres grups de treball<sup>2</sup>.

## 1. Canvis observats en el clima i els seus efectes

L'escalfament del sistema climàtic és inequívoc, tal i com evidencien ja els augments observats de la mitjana mundial de la temperatura de l'aire i del mar, el desglaç generalitzat de la neu i el glaç i l'augment de la mitjana mundial del nivell del mar (figura 1).

Dels dotze últims anys (1995-2005), onze figuren entre els dotze més càlids en els registres instrumentals de la superfície mundial (des de 1850). La tendència lineal a 100 anys (1906-2005), xifrada en 0,74°C [entre 0,56°C i 0,92°C]<sup>3</sup> és superior a la tendència corresponent de 0,6°C [entre 0,4°C i 0,8°C] (1901-2000) indicada al Tercer Informe d'Avaluació (TIA)<sup>4</sup> (figura 1). Aquest augment de temperatura està distribuït per tot el planeta i és més accentuat a les latituds més septentrionals. Les regions terrestres s'han escalfat més ràpidament que els oceans (figures 2 i 4).

L'augment del nivell del mar concorda amb aquest escalfament (figura 1). De mitjana, el nivell dels oceans mundials ha augmentat des de 1961 a un ritme d'1,8 [entre 1,3 i 2,3] mm/any i des de 1993 a 3,1 [entre 2,4 i 3,8] mm/any, en part per efecte de la dilatació tèrmica i el desglaç de glaceres, casquets de gel i mantells de gel polars. No és possible esbrinar fins a quin punt aquesta acceleració entre 1993 i 2003 reflecteix una variació desenal o bé un augment de la tendència a llarg termini.

La disminució observada en les extensions de neu i de glaç concorda també amb l'escalfament (figura 1). Dades de satèl·lit obtingudes des de 1978 indiquen que la mitjana anual de l'extensió del glaç marí àrtic ha disminuït un 2,7 % [entre 2,1 i 3,3] per dècada, amb disminucions estivals encara més accentuades del 7,4 % [entre 5,0 i 9,8] per dècada. De mitjana, les glaceres de muntanya i la coberta de neu han disminuït en tots dos hemisferis.

Entre 1900 i 2005, la precipitació va augmentar notablement a les zones orientals del nord de Sud-amèrica, gran part de Nord-amèrica, Europa septentrional i Àsia septentrional i central, tot i que va disminuir al Sahel, al Mediterrani i al sud d'Àfrica i certes parts del sud d'Àsia. En tot el món, la superfície afectada per les sequeres ha augmentat *probablement*<sup>5</sup> des de la dècada de 1970.

És *molt probable* que a les zones terrestres en els últims 50 anys hagin estat menys freqüents els dies i les nits fredes, així com les glaçades, mentre que els dies i nits càlides hagin estat més freqüents. És *probable* que les onades de calor hagin estat més freqüents en la majoria de les àrees terrestres, que la freqüència de les precipitacions intenses hagi augmentat en la majoria de les àrees i que, des de 1975, la incidència de valors alts extrems del nivell del mar<sup>6</sup> hagi augmentat en tot el món.

Les observacions evidencien un augment de l'activitat ciclònica tropical intensa a l'Atlàntic Nord des d'aproximadament 1970, amb escassa evidència d'augment en altres regions. No s'aprecia una tendència clara del nombre anual de ciclons tropicals. És difícil identificar tendències a llarg termini de l'activitat ciclònica, particularment abans de 1970.

De mitjana, les temperatures de l'hemisferi Nord durant la segona meitat del segle xx foren *molt probablement* superiors a les de qualsevol altre període de 50 anys dels últims 500 anys i, *probablement*, les més altes al llarg de, com a mínim, els últims 1.300 anys.

**Observacions efectuades en tots els continents i en la majoria dels oceans evidencien<sup>7</sup> que nombrosos sistemes naturals estan afectats per canvis de clima regional, particularment per l'augment de la temperatura.**

<sup>1</sup> N. de l'E. Traducció del *Resum per a responsables polítics de l'Informe de Síntesi del Quart informe d'avaluació de l'IPCC*. L'informe de síntesi complet es pot descarregar des de la web de l'IPCC en anglès (<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-syr.htm>) i en castellà ([http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4\\_syr\\_sp.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf)) i s'ha de citar com a IPCC, 2007: *Canvi climàtic 2007: Informe de síntesi. Contribució dels Grups de treball I, II i III al Quart Informe d'Avaluació del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic*. Equip de redacció principal: Pachauri, R.K. i Reisinger, A. (directors de la publicació). IPCC, Ginebra, Suïssa, 104 pàgs.

<sup>2</sup> N. de l'E. Els *Resums per a responsables polítics* dels informes dels Grups de treball I, II i III es van publicar en català al volum 17 d'aquesta mateixa col·lecció.

<sup>3</sup> Les xifres entre claudàtors indiquen un interval d'incertesa del 90 % al voltant d'una estimació òptima, és a dir, una probabilitat estimada del 5 % que el valor real superi l'interval entre claudàtors i la mateixa probabilitat que sigui inferior. Els intervals d'incertesa no són necessàriament simètrics entorn l'estimació òptima corresponent.

<sup>4</sup> N. de l'E. El 2003 es van publicar en català en el volum 14 d'aquesta mateixa col·lecció, els *Resums per a responsables polítics* dels informes dels Grups de treball I, II i III del Tercer informe d'avaluació (Canvi climàtic 2001).

<sup>5</sup> Les paraules en cursiva representen expressions d'incertesa i de confiança calibrades. Els termes corresponents estan explicats al requadre "tractament de la incertesa" de l'Informe de síntesi complet. (N. de l'E. També es poden trobar a la introducció del volum 17 d'aquesta col·lecció).

<sup>6</sup> Excloent-ne els tsunamis, que no estan causats pel canvi climàtic. Els valors alts extrems del nivell del mar depenen del valor mitjà i dels sistemes atmosfèrics regionals. En aquest treball, es defineix com l'1 % més alt de valors horaris del nivell del mar observat en una estació i en un període de referència determinat.

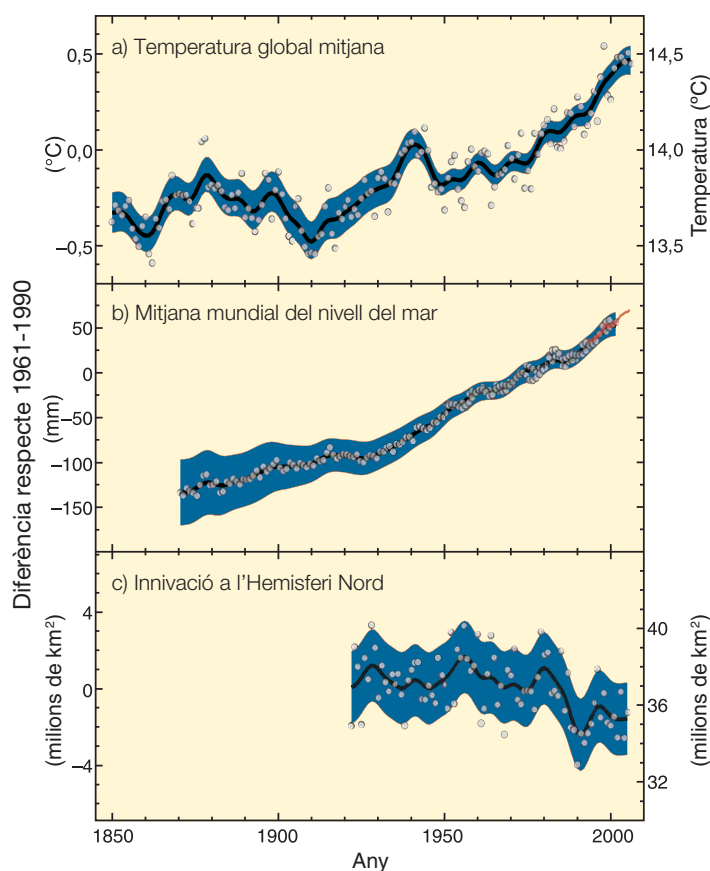
<sup>7</sup> Fonamentalment, basant-se en conjunts de dades relatives al període transcorregut des de 1970.

Els canvis experimentats per la neu, el glaç i el terreny congelat han incrementat (*grau de confiança alt*) el nombre i extensió dels llacs glacials, han incrementat la inestabilitat del terreny en regions muntanyoses i de pergelisòl i han induït canvis en certs ecosistemes àrtics i antàrtics.

També amb un *grau de confiança alt*, alguns sistemes hidrològics han resultat afectats, tant per un augment dels mecanismes erosius i en l'anticipació dels cabals màxims primaverals de nombrosos rius alimentats per glaceres i neu com en els seus efectes sobre l'estructura tèrmica i la qualitat de l'aigua de rius i llacs que experimenten increments de temperatura.

Als ecosistemes terrestres, l'anticipació de la primavera i el desplaçament cap als pols i cap a alçades superiors de l'àmbit geogràfic de la flora i la fauna estan vinculades –amb un *grau de confiança molt alt*– a l'escalfament recent. En alguns sistemes marins i d'aigua dolça, els desplaçaments de l'àmbit geogràfic i l'alteració de l'abundància d'algues, plàncton i peixos estan associats –amb un *grau de confiança alt*– a l'augment de la temperatura de l'aigua i als corresponents canvis de la coberta de glaç, de la salinitat, dels nivells d'oxigen i de la circulació.

### Canvis en la temperatura, el nivell del mar i la coberta de neu a l'Hemisferi Nord



**Figura 1.** Variació observada de: a) mitjana de la temperatura de la superfície global; b) augment de la mitjana mundial del nivell del mar a partir de dades mareomètriques (blau) i de satèl·lit (vermell) i c) innivació a l'Hemisferi Nord en el període març-abril. Totes les diferències han estat calculades respecte les mitjanes corresponents durant el període 1961-1990. Les corbes allisades representen els valors mitjans desenals, mentre que els cercles denoten els valors anuals. Les àrees enfosquides representen els intervals d'incertesa estimats a partir d'una anàlisi completa de les incerteses conegudes (a i b) de la sèrie temporal c).

De les més de 29.000 sèries de dades d'observació, recollides en 75 estudis i que mostren canvis importants en nombrosos sistemes físics i biològics, més d'un 89 % són coherents amb la direcció del canvi esperat en resposta a l'escalfament (figura 2). Tanmateix, existeix un notable desequilibri geogràfic en les dades i publicacions referents als canvis observats, amb una manca d'informació pel que fa als països en desenvolupament.

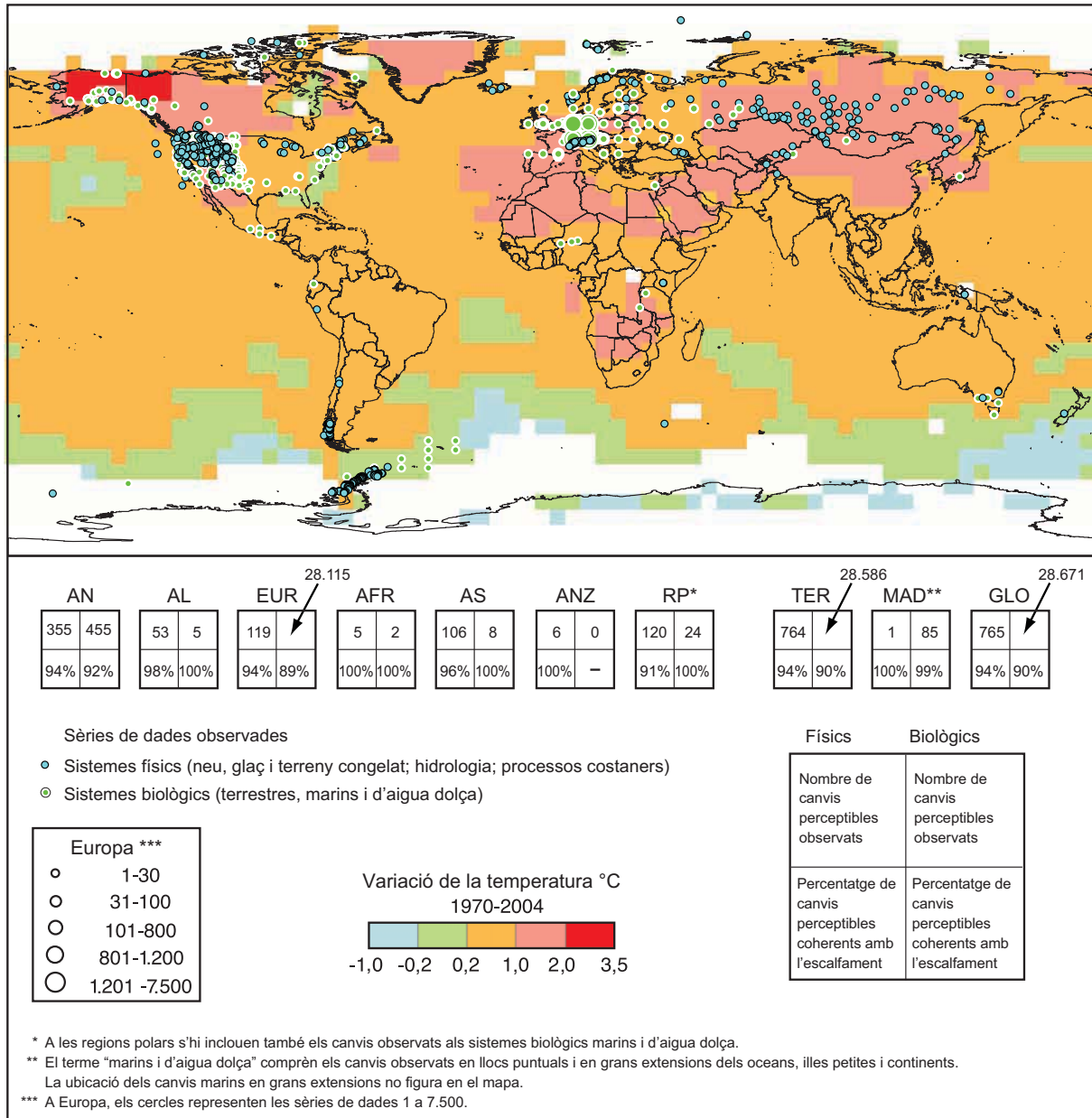
**Amb un grau de confiança mitjà, es comencen a manifestar altres efectes del canvi climàtic regional sobre el medi ambient natural i humà, encara que molts d'ells són difícils d'identificar a causa de l'adaptació i d'altres factors causals no climàtics.**

En particular, l'augment de temperatura afectaria:

- La gestió agrícola i forestal a latituds superiors de l'Hemisferi Nord, per exemple, en una plantació més tardana dels conreus de primavera i en alteracions dels règims de pertorbació dels boscos per efecte d'incendis i plagues.

- Certs aspectes de la salut humana, com la mortalitat a causa de la calor a Europa o una alteració dels vectors de malalties infeccioses en certes àrees o dels pol·lens causants d'al·lèrgies en latituds altes i mitjanes de l'Hemisferi Nord.
- Certes activitats humanes de la regió àrtica (per exemple, la caça o els desplaçaments a través de la neu i el glaç) i en àrees alpines de poca alçada (com, per exemple, els esports de muntanya).

### Canvis experimentats pels sistemes físics i biològics i per la temperatura superficial en el període 1970-2004



**Figura 2.** Ubicació dels canvis significatius constatats a les sèries de dades dels sistemes físics (neu, glaç i terreny congelat; hidrologia; processos costaners) i dels sistemes biològics (sistemes biològics terrestres, marins i d'aigua dolça) i variació de la temperatura de l'aire en superfície durant el període 1970-2004. La gràfica està basada en aproximadament 29.000 sèries de dades seleccionades d'un conjunt de 80.000, que corresponen a 577 estudis. La selecció respon als criteris següents: 1) abasta fins 1990 o més endavant; 2) abasta un període de 20 anys com a mínim i 3) mostra un canvi apreciable en alguna direcció, segons les avaluacions dels diferents estudis. Aquestes sèries de dades procedeixen de 75 estudis (dels quals prop de 70 són nous respecte els usats al Tercer Informe d'Avaluació) i contenen aproximadament 29.000 sèries de dades, de les quals 28.000 provenen d'estudis europeus. Les àrees en blanc no contenen suficients observacions de dades climàtiques per estimar-ne la tendència de la temperatura. Els requadres de quatre cel·les indiquen el nombre total de sèries de dades que mostren canvis significatius (filera superior) i el percentatge d'elles que concorda amb l'escalfament (filera inferior) per: i) regions continentals: Amèrica del Nord (AN), Amèrica Llatina (LA), Europa (EUR), Àfrica (AFR), Àsia (AS), Austràlia i Nova Zelanda (ANZ) i regions polars (RP) i ii) a escala mundial: extensions terrestres (TER), marines i d'aigua dolça (MAD) i globals (GLO). El nombre total d'estudis dels set requadres regionals (AN, EUR, AFR, AS, ANZ, RP) no coincideix amb el total global (GLO) ja que, excepte les xifres corresponents a la regió polar, les de les regions restants no inclouen els sistemes marins i d'aigua dolça (MAD). Els canvis registrats en grans extensions marines no s'han inclòs en el mapa.

## 2. Causes del canvi

La variació de les concentracions atmosfèriques de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) i aerosols, i els canvis de la coberta terrestre i la radiació solar, alteren l'equilibri energètic del sistema climàtic.

**Les emissions mundials de GEH com a resultat de les activitats humanes han augmentat des de l'era preindustrial, amb un increment del 70% entre 1970 i 2004 (figura 3)<sup>8</sup>.**

El diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ) és el GEH antropogènic més important. Les seves emissions anuals van augmentar al voltant d'un 80% entre 1970 i 2004. La disminució a llarg termini de les emissions de  $\text{CO}_2$  per unitat d'energia subministrada va invertir la seva tendència a partir de l'any 2000.

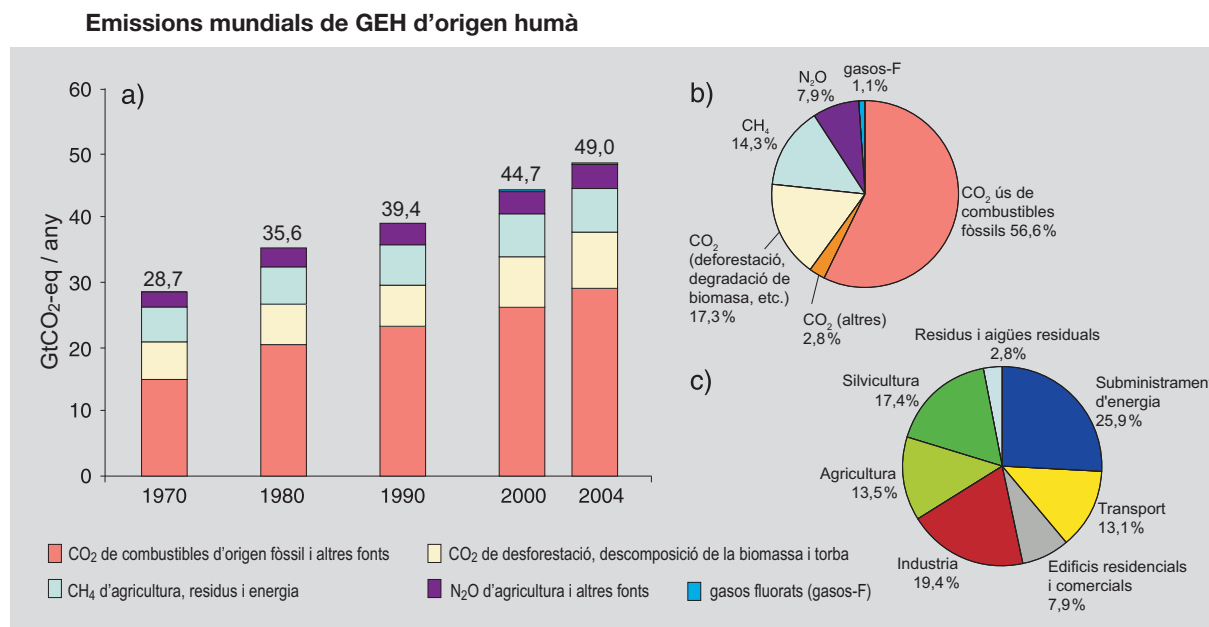
**Les concentracions atmosfèriques mundials de  $\text{CO}_2$ , metà ( $\text{CH}_4$ ) i òxid nitrós ( $\text{N}_2\text{O}$ ) han augmentat notablement com a resultat de les activitats humanes des de 1750 i són actualment molt superior als valors preindustrials, determinats a partir de testimonis de gel que abasten molts mil·lennis.**

Les concentracions atmosfèriques de  $\text{CO}_2$  (379 ppm) i de  $\text{CH}_4$  (1.774 ppm) el 2005 superen de molt l'interval natural de valors dels últims 650.000 anys. L'increment de la concentració mundial de  $\text{CO}_2$  es deu principalment a la utilització de combustibles d'origen fòssil i, en una part apreciable però menor als canvis d'ús de la terra. És molt probable que l'augment observat en la concentració de  $\text{CH}_4$  sigui deguda principalment a l'agricultura i a la utilització de combustibles d'origen fòssil. L'augment del metà ha estat menor des de principis dels anys 90, de forma consistent amb les emissions totals (suma de fonts humanes i naturals), que han estat constants durant aquest període. L'increment de la concentració de  $\text{N}_2\text{O}$  procedeix principalment de l'agricultura.

Existeix un *grau de confiança molt alt* en què l'efecte net de les activitats humanes des de 1750 ha estat un increment de la temperatura.<sup>9</sup>

La major part de l'augment observat de la mitjana mundial de temperatura des de mitjans del segle xx es deu *molt probablement* a l'augment observat de les concentracions de GEH d'origen humà.<sup>10</sup> És *probable* que s'hagi experimentat un escalfament antropogen apreciable en els últims cinquanta anys de mitjana per a cada continent, a excepció de la regió antàrtica (figura 4).

En els últims 50 anys, la suma dels efectes dels paràmetres d'origen solar i volcànic *probablement* haurien produït un refredament. Les pautes d'escalfament observades i la seva variació han estat simulades únicament mitjançant models que contemplen paràmetres antropogènics. Hi continua havent dificultats per simular i atribuir els canvis observats de temperatura a escales inferiors a la continental.



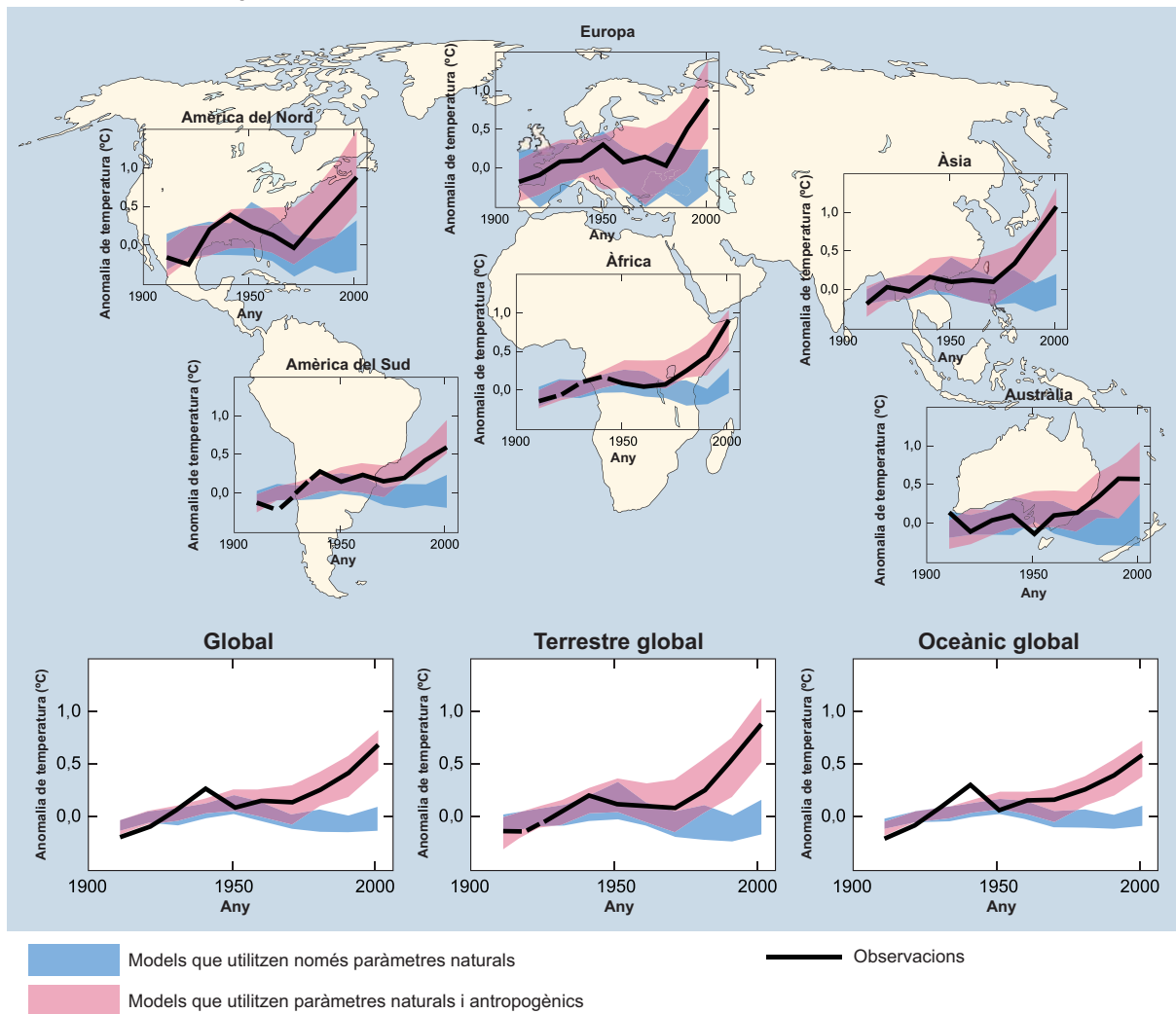
**Figura 3.** a) Emissions anuals mundials de GEH d'origen antropòic entre 1970 i 2004<sup>3</sup>. b) Percentatge dels diferents GEH antropogènics respecte les emissions totals el 2004, en termes d'equivalents de  $\text{CO}_2$ . c) Percentatge de diferents sectors en el total d'emissions de GEH antropogènics el 2004 en termes d'equivalents de  $\text{CO}_2$ . (Al sector de la silvicultura s'hi inclou la desforestació).

<sup>8</sup> Inclou només diòxid de carboni ( $\text{CO}_2$ ), metà ( $\text{CH}_4$ ), òxid nitrós ( $\text{N}_2\text{O}$ ), hidrofluorocarburs (HFCs), perfluorocarburs (PFCs) i hexafluorur de sofre ( $\text{SF}_6$ ), les emissions dels quals estan coberts pel Conveni Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (UNFCCC). Aquests GEHs estan ponderats segons els seus potencials d'escalfament climàtic a 100 anys, utilitzant valors consistents amb els informes de l'UNFCCC.

<sup>9</sup> L'increment de GEH tendeix a escalfar la superfície mentre que l'efecte net dels aerosols tendeix a refredar-la. L'efecte net a causa d'activitats humanes des de l'era preindustrial és l'escalfament (+ 1,6 [de +0,6 a +2,4]  $\text{W/m}^2$ ). Comparativament, s'estima que els canvis en la radiació solar han provocat un lleuger efecte d'escalfament (+0,12 [de +0,06 a +0,30]  $\text{W/m}^2$ ).

<sup>10</sup> La consideració de la incertesa restant està basada en les metodologies actuals.

### Canvis de temperatura a nivell mundial i continental



**Figura 4.** Canvis observats de la temperatura superficial a escala continental i mundial, comparats amb resultats simulats mitjançant models de clima que contemplen paràmetres naturals o paràmetres naturals i antropogènics conjuntament. Les mitjanes desenlats de les observacions corresponents al període 1906-2005 (línia negra) apareixen representades gràficament respecte del punt central de la dècada i respecte la mitjana corresponent al període 1901-1950. Les línies de traços denoten una cobertura espacial inferior al 50%. Les franques blaves mostren l'interval comprès entre el 5% i el 95% en base a 19 simulacions efectuades mitjançant cinc models climàtics que incorporaven únicament els forçaments naturals originats per l'activitat solar i els volcans. Les franques vermelles mostren l'interval comprès entre el 5% i el 95% en base a 58 simulacions obtingudes de 14 models climàtics que incorporen tant els forçaments naturals com els antropogènics.

Els progressos realitzats des del Tercer Informe d'Avaluació (TIA) indiquen que les influències humanes identificables no estan només circumscrites a la mitjana de les temperatures sinó que abasten també altres aspectes del clima.

La influència humana:

- *Molt probablement* ha contribuït a l'augment del nivell del mar durant la segona meitat del segle xx.
- *Probablement* ha contribuït a alterar el comportament del vent, afectant el recorregut de les tempestes extratropicals i la temperatura.
- *Probablement* ha elevat la temperatura de les nits extremadament càlides, de les nits fredes i dels dies freds.
- És *més probable que no improbable* que hagi intensificat el risc d'onades de calor i hagi incrementat la superfície afectada per la sequera des dels anys 70, i la freqüència de les precipitacions intenses.

L'escalfament antropogènic de les tres últimes dècades ha exercit probablement una influència discernible a escala mundial sobre els canvis observats en nombrosos sistemes físics i biològics.

La concordança en l'espai entre les regions del món que han experimentat un escalfament apreciable i els llocs en els quals s'han observat canvis apreciables en nombrosos sistemes, coincidint amb l'escalfament, és *molt improbable* que es degui únicament a la variabilitat natural. Diversos estudis de modelització han vinculat certes respostes específiques dels sistemes físics i biològics a l'escalfament d'origen humà.



De moment, no és possible atribuir de forma més completa les causes de les respostes observades als sistemes naturals a l'escalfament antropogènic, a causa de la brevetat de les escales temporals contemplades en nombrosos estudis d'impacte, la major variabilitat natural del clima a escala regional, la contribució de factors no climàtics, i la limitada cobertura geogràfica dels estudis.

### 3. Projeccions de canvi climàtic i els seus efectes

Existeixen un *alt nivell d'acord* i *moltes proves* respecte al fet que amb les polítiques actuals de mitigació del canvi climàtic i amb les pràctiques de desenvolupament sostenible que aquestes comporten, les emissions de GEH continuaran augmentant durant les properes dècades.

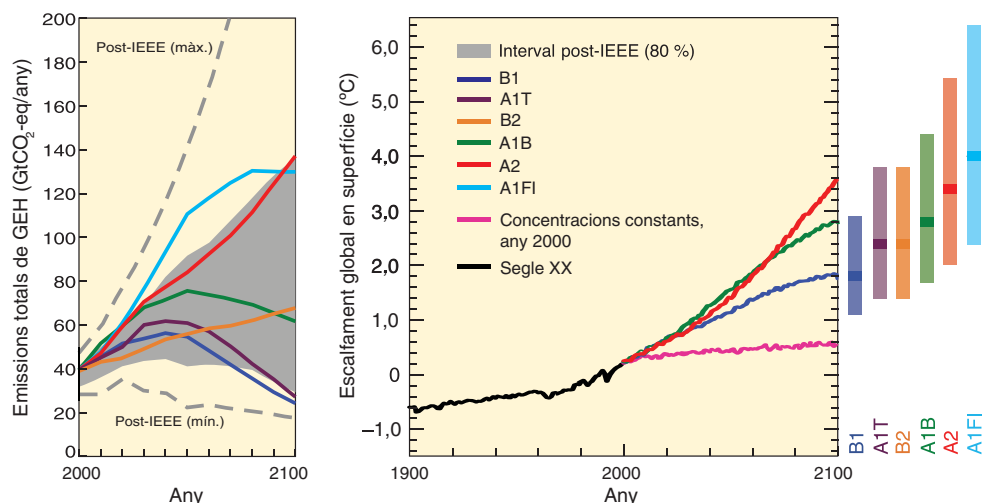
L'Informe Especial sobre Escenaris d'Emissions de l'IPCC (IEEE, 2000; en anglès, SRES, 2000) preveu un increment de les emissions mundials de GEH d'entre el 25 % i el 90 % (CO<sub>2</sub>-eq) entre 2000 i 2030 (figura 5), suposant que els combustibles d'origen fòssil mantinguin la seva posició dominant en el conjunt mundial de fonts d'energia fins el 2030 com a mínim. Altres escenaris més recents, que no contemplem mesures de mitigació de les emissions addicionals, donen uns resultats similars.<sup>11,12</sup>

Si les emissions de GEH continuessin a un ritme igual o superior a l'actual, l'escalfament augmentaria i el sistema climàtic mundial experimentaria durant el segle XXI nombrosos canvis, *molt probablement més importants que els observats durant el segle XX* (taula 1, figura 5).

Per a les properes dècades les projeccions indiquen un escalfament d'aproximadament 0,2°C per dècada en tota una sèrie d'escenaris d'emissions segons l'IEEE. Encara que les concentracions de tots els gasos i aerosols amb efecte d'hivernacle s'haguessin mantingut constants en els nivells de l'any 2000, s'esperaria un escalfament posterior d'aproximadament 0,1°C per dècada. A partir d'aquest punt, les projeccions de temperatura depenen cada vegada més dels escenaris d'emissió considerats.

L'interval de valors que es preveuen (taula 1) concorda en línies generals amb el TIA, encara que les incerteses i els intervals de temperatures altes són superiors, sobretot per la major diversitat de models disponibles suggereix una major relació entre el clima i el cicle del carboni. L'escalfament redueix la incorporació de CO<sub>2</sub> atmosfèric tant a la terra com al mar, i així s'incrementa la fracció d'emissions d'origen humà que persisteixen a l'atmosfera. La intensitat d'aquesta relació més estreta varia notablement segons el model.

#### Escenaris d'emissions de GEH entre 2000 i 2100 (en absència de polítiques climàtiques addicionals) i projecció de les temperatures en superfície



**Figura 5. Gràfic esquerra:** Emissions mundials de GEH (CO<sub>2</sub>-eq) en absència de polítiques climàtiques: sis escenaris model de l'IEEE il·lustratius (línies de color) i possible rang de recents escenaris publicats després de l'IEEE (àrea enfosquida en gris). La línia discontinua representa la totalitat dels escenaris després de l'IEEE. Les emissions abasten CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O i els gasos-F. **Gràfic dreta:** les línies contínues representen mitjanes mundials multimodel de l'escalfament en superfície per als escenaris A2, A1B i B1, representats com a continuació de les simulacions del segle XX. Aquestes projeccions reflecteixen també les emissions d'aerosols i GEH de curta permanència. La línia rosa no és un escenari sinó que correspon a simulacions de models de circulació general atmosfera-oceà (MCGAO) en les quals les concentracions atmosfèriques es mantenen constants en els valors de l'any 2000. Les barres indiquen l'estimació òptima (línia contínua dintre de cada barra) i l'interval probable avaluat per als sis escenaris testimonials de l'IEEE en el període 2090-2099. Totes les temperatures corresponen al període 1980-1999.

<sup>11</sup> Els escenaris d'emissions de l'IEEE [informe Especial sobre Escenaris d'Emissions de l'IPCC, 2000] estan explicats al requadre "Escenaris de l'IEEE" del *Informe de síntesi* complet. Aquests escenaris no contemplem polítiques climàtiques addicionals a les ja existents; estudis més recents difereixen pel que fa a la inclusió de la UNFCCC i el Protocol de Kyoto. [N. de l'E. Vegeu el quadre de la pàgina 54 del volum 17 d'aquesta mateixa col·lecció].

<sup>12</sup> Les quantitats d'emissions segons els escenaris de mitigació es tracten a la Secció 5 de l'*Informe de síntesi*.



Com que no es coneixen prou alguns factors importants que originen l'augment del nivell del mar, no s'avaluarà en el present informe el seu grau de probabilitat ni s'oferirà una estimació òptima o un límit màxim per a l'augment del nivell del mar. A la taula 1 s'indiquen les previsions basades en models de la mitjana mundial de l'augment del nivell del mar per al període 2090-2099<sup>13</sup>. Les projeccions no incorporen les incerteses respecte la relació entre el clima i el cicle del carboni, ni l'efecte íntegre dels canvis en les capes de gel polar, per la qual cosa no s'ha de considerar que els valors més alts d'aquests rangs siguin les cotes superiors de l'augment del nivell del mar. Sí que inclouen la variació en els gruixos de gel de Grenlàndia i de la regió antàrtica al ritme observat per al període 1993-2003, encara que sabem que pot augmentar o disminuir en el futur.<sup>14</sup>

**Taula 1. Projeccions de la mitjana mundial de l'escalfament en superfície i de l'augment del nivell del mar a finals del segle XXI**

Cas	Canvi de temperatura (°C en 2090-2099 respecte a 1980-1999) <sup>a, d)</sup>		Augment del nivell del mar (metres el 2090-2099 respecte a 1980-1999)
	Estimació òptima	Interval <i>probable</i>	
			Interval obtingut a partir de models, exclosos els futurs canvis dinàmics en els gruixos de gel
Concentracions constants als nivells de l'any 2000 <sup>b)</sup>	0,6	0,3-0,9	No disponible
Escenari B1	1,8	1,1 – 2,9	0,18 – 0,38
Escenari A1T	2,4	1,4-3,8	0,20-0,45
Escenari B2	2,4	1,4-3,8	0,20-0,43
Escenari A1B	2,8	1,7-4,4	0,21-0,48
Escenari A2	3,4	2,0-5,4	0,23-0,51
Escenari A1FI	4,0	2,4-6,4	0,26-0,59

Notes:

a) Els valors de temperatura són les estimacions òptimes i els intervals d'incertesa probables que s'han obtingut a partir d'una jerarquia que tenen graus de complexitat variable i limitacions observacionals.

b) Els valors de l'any 2000 s'ha obtingut únicament a partir de models de circulació general atmosfera-oceà (MCGAO).

c) Els escenaris indicats anteriorment són els sis escenaris model de l'IEEE. Les concentracions aproximades d'equivalents de diòxid de carboni corresponents als paràmetres computats per efecte dels GEH i aerosols antropogènics el 2100 (vegeu pàgina 823 del TIA) pels escenaris model B1, A1T, B2, A1B, A2 i A1FI de l'IEEE són 600, 700, 800, 850, 1250 i 1550 ppm, respectivament.

d) Els canvis de temperatura estan expressats en termes de diferències respecte el període 1980-1999. Per expressar el canvi respecte del període 1850-1899 s'hi ha d'afegir 0,5°C.

**Actualment hi ha una major confiança que la que hi havia amb el TIA pel que fa a les pautes previstes d'escalfament i altres aspectes d'escala regional, com l'alteració dels règims de vent o de precipitació, així com certs aspectes dels valors extrems i del gel marí.**

Alguns dels canvis a escala regional són:

- Un escalfament màxim sobre terra ferma i en la majoria de les latituds septentrionals altes, i mínim sobre l'oceà austral i parts de l'Atlàntic nord, seguint les tendències observades recentment (figura 6).
- La disminució de la superfície coberta de neu, major intensitat del desglaç a la majoria de les regions de permafrost i una menor extensió del gel marí; en algunes projeccions basades en escenaris de l'IEEE, el gel marí de finals d'estiu de l'Àrtic desapareix gairebé completament a finals del segle XXI.
- *Molt probablement*, un augment de la freqüència dels valors extrems càlids, de les onades de calor i de les precipitacions intenses.
- *Probablement*, un augment de la intensitat dels ciclons tropicals; es té una menor confiança en què disminueixi el nombre de ciclons tropicals a nivell mundial.
- Un desplaçament cap als pols de les trajectòries de les tempestes extratropicals, amb canvis en el règim de vents, precipitacions i temperatura.
- *Molt probablement*, un augment de les precipitacions en latituds altes i, *probablement*, una disminució en la majoria de les regions terrestres subtropicals, continuant amb les tendències observades recentment.

<sup>13</sup> Les projeccions del TIA fan referència a l'any 2100, mentre que les projeccions del present informe es refereixen al període 2090-2099. El TIA hauria mostrat uns valors similars als de la taula 1 si hagués tractat les incerteses de la mateixa manera.

<sup>14</sup> Pel que fa a un termini més llarg, vegeu més endavant.

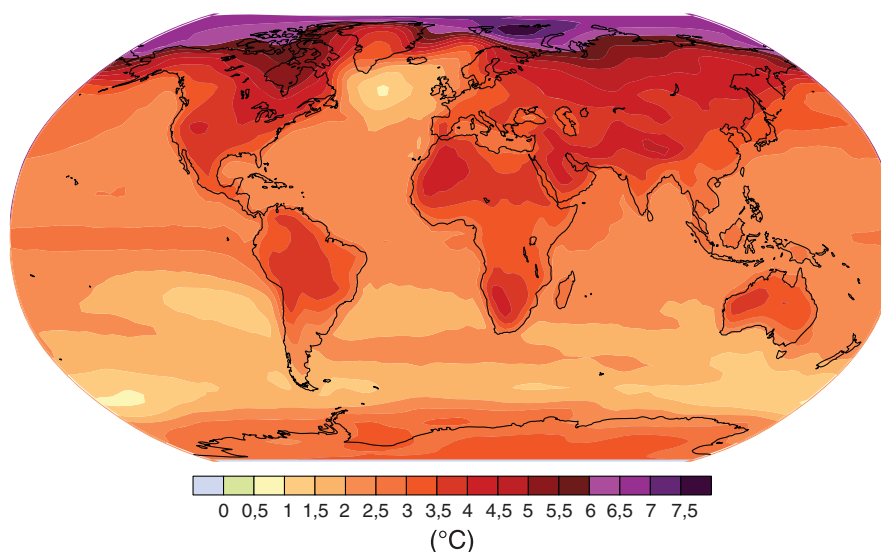
Amb un grau de confiança alt les previsions indiquen que, cap a mitjans de segle, els cabals fluvials anuals i la disponibilitat d'aigua augmentaran en latituds altes (i en certes àrees plujoses tropicals) i disminuiran en algunes regions seques de latituds mitjanes i als tròpics. També es preveu, amb un grau de confiança alt, que nombroses zones semiàrides (per exemple, la conca mediterrània, l'oest dels Estats Units, el sud d'Àfrica i el nord-est de Brasil) experimentaràn una disminució dels seus recursos d'aigua per l'efecte del canvi climàtic.

**Els estudis realitzats d'ençà del TIA han permès comprendre de manera més sistemàtica la cronologia i la magnitud dels impactes vinculats a diferents possibles intensitats del canvi climàtic.**

A la figura 7 s'ofereixen exemples d'aquesta nova informació per sistemes i sectors. Al gràfic superior apareixen representats els impactes, que augmenten quan s'incrementa la velocitat de canvi de la temperatura. L'estimació de la seva magnitud i marc temporal també depèn de la via de desenvolupament que se segueixi (gràfic inferior).

A la taula 2 es mostren alguns exemples d'impactes previstos en diferents regions.

### Distribució geogràfica de l'escalfament de la superfície de la terra



**Figura 6.** Canvis en la temperatura superficial previstos a finals del segle XXI (2090-2099). Al mapa es presenta la projecció mitjana amb múltiples models de circulació general atmosfera-oceà per l'escenari A1B de l'IEEE. Totes les temperatures tenen com a referència el període 1980-1999.

És probable que alguns sistemes, sectors i regions es vegin especialment afectats pel canvi climàtic.<sup>15</sup>

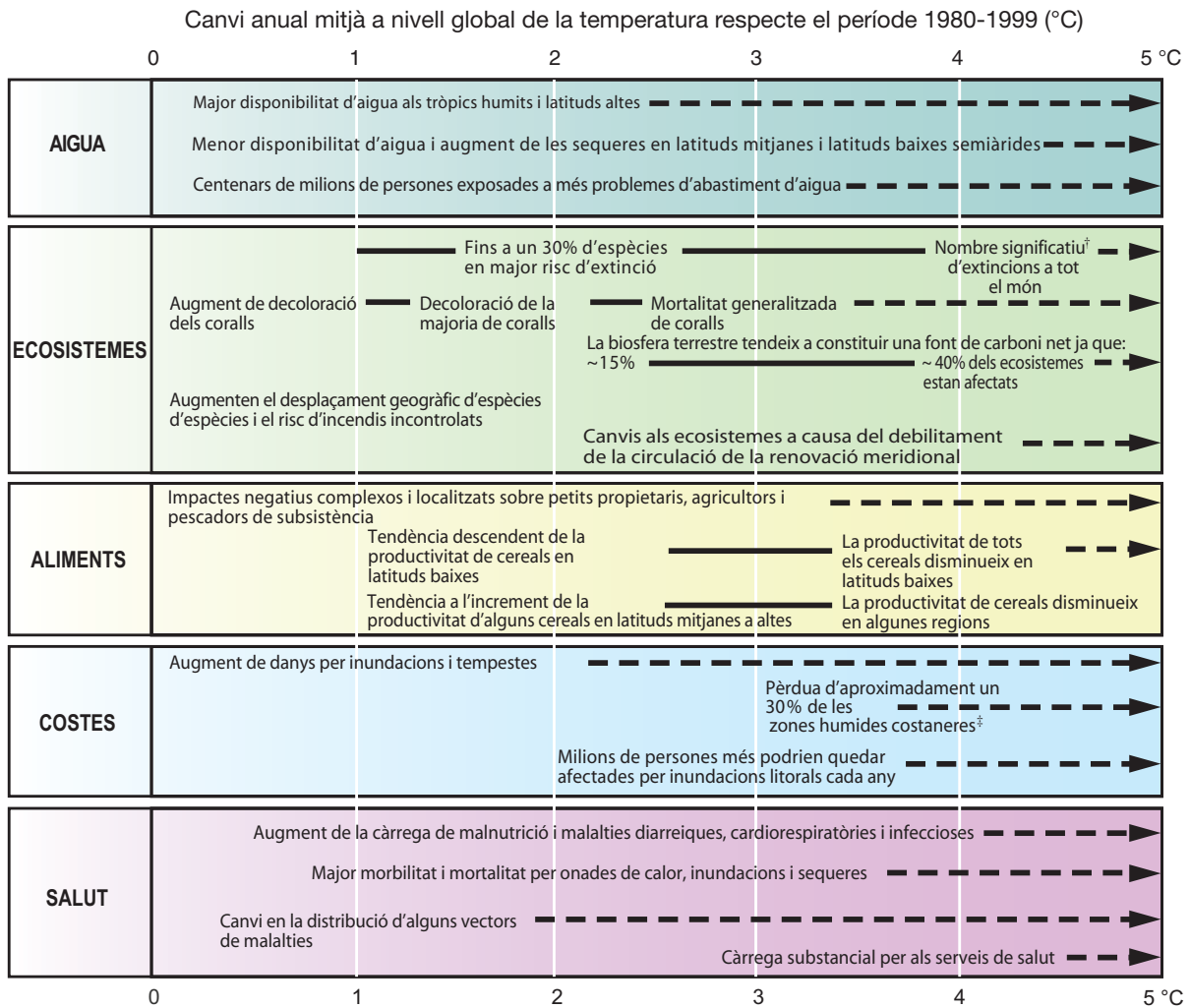
Sistemes i sectors:

- Els ecosistemes següents:
  - Terrestres: tundra, boscos boreals i regions muntanyenques, per la seva sensibilitat a l'escalfament; ecosistemes de tipologia mediterrània, per la disminució de les pluges, i boscos pluvials tropicals en els quals la precipitació disminuirà.
  - Costaners: manglars i maresmes, per múltiples factors desestabilitzants.
  - Marins: esculls de corall, per múltiples factors desestabilitzants; el bioma del gel marí, per la seva sensibilitat a l'escalfament.
- Els recursos hídrics de certes regions seques de latituds mitjanes<sup>16</sup> i als tròpics secs, pels canvis en les precipitacions i l'evapotranspiració, i en àrees dependents de la neu i el desglaç.
- L'agricultura de latituds mitjanes, a causa d'una menor disponibilitat d'aigua.
- Els sistemes costaners baixos, pel perill d'augment del nivell del mar i un major risc de fenòmens meteorològics extrems.
- La salut humana, en poblacions amb poca capacitat adaptativa.

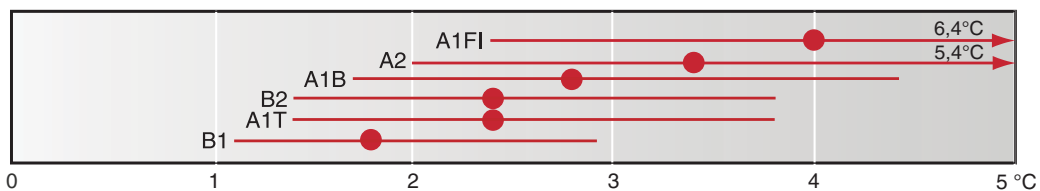
<sup>15</sup> S'ha identificat aquest punt a partir d'una valoració experta de la bibliografia examinada i considerant la magnitud, cronologia i rapidesa previstos del canvi climàtic, la sensibilitat vers aquest i la capacitat adaptativa.

<sup>16</sup> En particular, regions àrides i semiàrides.

## Exemples d'impactes associats amb el canvi mitjà anual de la temperatura a nivell global (els impactes variaran en funció del grau d'adaptació, rapidesa de canvi de la temperatura i de l'entorn socioeconòmic)



### Escalfament fins el 2090-2099 respecte al 1980-1999 amb escenaris sense mitigació



**Figura 7.** Exemples d'impactes projectats associats a l'escalfament mitjà mundial en superfície. **Gràfic superior:** exemples il·lustratius d'impactes mundials previstos segons els canvis del clima (i també de nivell del mar i CO<sub>2</sub> atmosfèric si són rellevants) associats a diferents augments de la mitjana mundial de temperatura superficial al segle XXI. Les línies en negre relacionen impactes; les fletxes amb línies discontinües indiquen impactes que prossegueixen amb l'augment de la temperatura. La informació es mostra de manera que la part esquerra del text indiqui el nivell aproximat d'escalfament associat a l'aparició d'un determinat impacte. La informació quantitativa sobre l'escassetat d'aigua i inundacions representa els impactes addicionals del canvi climàtic respecte les condicions projectades per la totalitat d'escenaris A1FI, A2, B1 i B2 de l'IEEE. No s'ha inclòs en aquestes estimacions l'adaptació al canvi climàtic. Els nivells de confiança respecte totes les afirmacions són alts. **Gràfic inferior:** els punts i les barres indiquen l'estimació òptima i els intervals probables d'escalfament avaluats per als sis escenaris indicatius de l'IEEE per al període 2090-2099 prenent com a referència el període 1980-1999.

Regions:

- La regió àrtica, a causa de l'impacte de la rapidesa de l'escalfament sobre els sistemes naturals i les comunitats humanes.
- Àfrica, a causa de la seva escassa capacitat adaptativa i dels impactes del canvi climàtic previstos.
- Les illes petites, en què les poblacions i les infraestructures estan molt exposades als impactes del canvi climàtic.
- Els grans deltes d'Àsia i Àfrica, per ser regions molt poblades i molt exposades a l'augment del nivell del mar, als temporals i a les inundacions.

† Senten per significatiu superior a un 40%. ++ Basat en una taxa mitjana de l'augment del nivell del mar, és a dir, 42 mm/any entre els anys 2000 i 2080.

En altres àrees, fins i tot en àrees amb un alt nivell d'ingressos, certs sectors de la població (per exemple, els més pobres, nens i ancians) podrien estar particularment exposats al risc, així com certes àrees i activitats.

## Acidificació del mar

La incorporació de carboni antròpic des de 1750 ha acidificat el mar: el seu pH ha disminuït en 0,1 unitats de mitjana. Una major concentració de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera acceleraria aquest procés. Les projeccions basades en els escenaris de l'IEEE mostren una reducció del pH a la superfície del mar d'entre 0,14 i 0,35 unitats durant el segle XXI. Encara que els efectes de l'acidificació observada sobre la biosfera marina encara no estan documentats, una progressiva acidificació del mar previsiblement tindrà efectes negatius sobre els organismes marins amb algun tipus de closca (com, per exemple, els coralls) i sobre les espècies que en depenguin.

**Taula 2. Exemples de projeccions regionals d'alguns impactes**

Àfrica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'any 2020, entre 75 i 250 milions de persones estarien exposades a més dificultats d'abastament d'aigua a conseqüència del canvi climàtic</li> <li>• L'any 2020, la productivitat dels conreus de secà es podria reduir en alguns països fins el 50 %. La producció agrícola i l'accés als aliments en nombrosos països africans quedaria en una situació greument compromesa. Això afectaria encara més negativament la seguretat alimentària i incrementaria la malnutrició.</li> <li>• Cap a finals del segle XXI, l'augment previst del nivell del mar afectaria les zones costaneres baixes molt poblades. El cost d'adaptació podria significar, com a mínim, entre un 5 % i un 10 % del producte interior brut (PIB).</li> <li>• L'any 2080, es produiria un augment d'entre un 5 % i un 8 % en l'extensió de terres àrides i semiàrides a l'Àfrica per tota una sèrie d'escenaris climàtics.</li> </ul>
Àsia	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cap a la dècada de 2050, la disponibilitat d'aigua dolça al centre, sud, est i sud-oest d'Àsia disminuiria, particularment a les grans conques fluvials.</li> <li>• Les àrees costaneres, i especialment les regions dels grans deltes superpoblats del sud, est i sud-est d'Àsia serien les més amenaçades, per l'increment de les inundacions causades pels mars i, en alguns grans deltes, de les crescudes dels rius.</li> <li>• El canvi climàtic potenciarà la pressió sobre els recursos naturals i el medi ambient per la ràpida urbanització, industrialització i desenvolupament econòmic.</li> <li>• La morbiditat i mortalitat endèmiques causades per les malalties diarreïques associades principalment a les crescudes i sequeres augmentaria a l'est, sud i sud-est d'Àsia per efecte dels canvis previstos del cicle hidrològic.</li> </ul>
Austràlia i Nova Zelanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cap el 2020 s'experimentaria una important pèrdua de diversitat biològica en alguns llocs de gran riquesa ecològica, com la Gran Barrera de Corall o els tròpics humits de Queensland.</li> <li>• Cap el 2030 els problemes de seguretat hídrica s'agreuarien al sud i a l'est d'Austràlia i a determinades zones de Nova Zelanda, com Northland i les regions orientals.</li> <li>• Cap el 2030, la producció agrícola i forestal disminuiria en gran part del sud i l'est d'Austràlia i en parts de l'est de Nova Zelanda, com a conseqüència del major nombre de sequeres i incendis. Tanmateix, a Nova Zelanda els efectes serien inicialment beneficiosos en algunes altres regions.</li> <li>• Cap el 2050, la continuació de l'actual desenvolupament costaner i el creixement demogràfic de certes àrees d'Austràlia i Nova Zelanda agreujaria els riscos d'augment del nivell del mar, així com la intensitat i freqüència de les tempestes i inundacions costaneres.</li> </ul>
Europa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S'espera que el canvi climàtic magnifiqui les diferències regionals pel que fa a riqueses i recursos naturals d'Europa. Entre els impactes negatius, es preveu un major risc de crescudes sobtades a l'interior, una major freqüència d'inundacions a les costes i d'un increment de l'erosió (degut a l'augment de les tempestes i del nivell del mar).</li> <li>• Les àrees de muntanya experimentaran la retracció de les glaceres, la disminució de la coberta de neu i del turisme d'hivern i una notable pèrdua d'espècies (en algunes àrees de fins un 60 %, en escenaris d'alt nivell d'emissions des d'ara fins a 2080).</li> <li>• Al sud d'Europa, les previsions indiquen un empitjorament de les condicions (altes temperatures i sequeres) en una regió que ja és vulnerable a la variació del clima, així com una menor disponibilitat d'aigua i una disminució del potencial hidroelèctric, del turisme estival i, en general, de la productivitat dels conreus.</li> <li>• El canvi climàtic aguditzaria també els riscos per la salut per efecte de les onades de calor i de la freqüència d'incendis incontrolats.</li> </ul>
Amèrica del sud	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fins a mitjans de segle, els increments de temperatura i les corresponents disminucions de la humitat del sòl originarien una substitució gradual dels boscos tropicals per sabanes a l'est de l'Amazònia. La vegetació semiàrida seria substituïda gradualment per vegetació de zones àrides.</li> <li>• Podrien experimentar-se pèrdues de diversitat biològica importants, com l'extinció d'espècies, en moltes zones de la Sud-amèrica tropical.</li> <li>• La productivitat d'alguns conreus importants disminuiria, així com la productivitat ramadera, amb conseqüències adverses per a la seguretat alimentària. A les zones temperades milloraria el rendiment dels conreus de soia. En conjunt, augmentaria el nombre de persones amenaçades per la fam (<i>grau de confiança mitjà</i>).</li> <li>• Els canvis en les pautes de precipitació i la desaparició de les glaceres afectarien notablement la disponibilitat d'aigua per a consum humà, agrícola i per a generació hidroelèctrica.</li> </ul>

<b>Taula 2. Exemples de projeccions regionals d'alguns impactes</b>		<b>(continuació)</b>
<b>Amèrica del nord</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A les muntanyes occidentals, l'escalfament reduiria els bancs de neu, intensificaria les inundacions a l'hivern i reduiria i reduiria el cabal estival dels rius, intensificant així la competència per uns recursos hídrics excessivament explotats.</li> <li>• A les primeres dècades del segle, un canvi climàtic moderat milloraria en conjunt el rendiment dels conreus de secà entre un 5 % i un 20 %, encara que això presentaria una marcada variabilitat entre diferents regions. La situació seria difícil per als conreus situats prop de les fronteres càlides del seu àmbit natural o que depengui d'uns recursos hídrics sobreexplotats.</li> <li>• En el decurs del segle, les ciutats que actualment pateixen onades de calor en tindrien encara més, amb una major intensitat i durada, que podria tindre efectes adversos sobre la salut.</li> <li>• Les comunitats i hàbitats costaners tindrien majors dificultats a causa de la combinació dels efectes del canvi climàtic amb el desenvolupament i la contaminació.</li> </ul>	
<b>Regions polars</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Els principals efectes biofísics projectats són una reducció del gruix i extensió de les glaceres, mantells de gel, gel marí i alteracions dels ecosistemes naturals amb efectes perjudicials per a nombrosos organismes, en particular aus migratòries, mamífers i predadors superiors.</li> <li>• Per a les comunitats humanes de la regió àrtica, els impactes, particularment els que siguin resultat de l'alteració dels fenòmens de neu i el gel, serien heterogenis.</li> <li>• Els efectes perjudicials es concentrarien principalment en les infraestructures i modes de vida tradicionals de les comunitats indígenes.</li> <li>• En totes dues regions polars, determinats ecosistemes i hàbitats es farien vulnerables a mesura que disminuïssin els obstacles climàtics per les invasions d'altres espècies.</li> </ul>	
<b>Illes petites</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'augment del nivell del mar faria més perilloses les inundacions, els temporals, l'erosió i altres fenòmens costaners perillosos, i amenaçaria les infraestructures, els assentaments i les instal·lacions de les quals depenen les comunitats insulars.</li> <li>• El deteriorament de les condicions de la costa, com l'erosió de les platges o la decoloració dels coralls, afectaria els recursos locals.</li> <li>• Fins a mitjans de segle, el canvi climàtic reduiria els recursos hídrics en moltes illes petites –com les del Carib i el Pacífic– fins al punt que arribarien a ser insuficients per cobrir la demanda en períodes d'escassa precipitació.</li> <li>• Amb l'augment de les temperatures s'incrementarien també les invasions d'espècies no autòctones, particularment a les illes de latituds mitjanes i altes.</li> </ul>	

Nota:

A menys que s'indiqui explícitament, totes aquestes projeccions provenen de textos del *Resum per a responsables de polítiques del Grup de Treball II*, i gaudeixen d'un grau de confiança alt o molt alt respecte de diferents sectors (agricultura, ecosistemes, aigua, costes, salut, indústria i assentaments). Al *Resum per a responsables de polítiques del Grup de Treball II* s'indiquen les fonts per a cada previsió, els terminis i les temperatures. La magnitud i cronologia dels impactes reals variaran en funció de la magnitud i rapidesa del canvi climàtic, dels escenaris d'emissions, i dels mecanismes de desenvolupament i adaptació.

### **L'alteració de la freqüència i la intensitat dels fenòmens meteorològics extrems, sumada a l'augment del nivell del mar, tindran previsiblement efectes extremament adversos sobre els sistemes naturals i humans.**

A la taula 3 es mostren diferents exemples de fenòmens extrems i sectors.

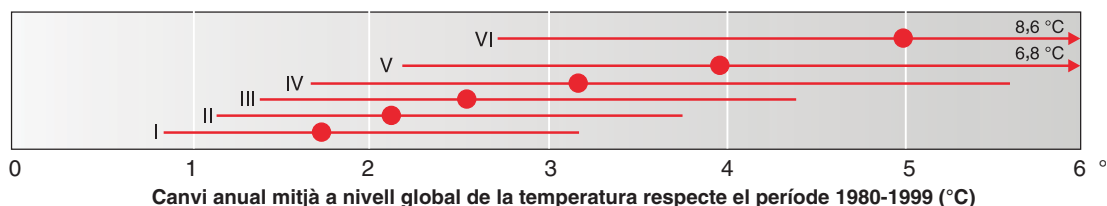
**L'escalfament antropogènic i l'augment del nivell del mar continuarien durant segles a causa de les escales de temps associades amb els processos climàtics i les corresponents respostes de l'entorn, fins i tot encara que s'estabilitzessin les concentracions de GEH.**

L'escalfament estimat a llarg termini (uns quants segles) corresponent a les sis categories d'estabilització utilitzades a l'informe del grup de treball III per al Quart Informe d'Avaluació (QIA) es mostra a la figura 8.

Segons les previsions, la reducció del mantell de gel de Grenlàndia seguirà contribuint a l'augment del nivell del mar després de 2100. Els models actuals suggereixen una desaparició pràcticament total del mantell de gel a Grenlàndia i, conseqüentment, una aportació a l'augment del nivell del mar d'uns 7 m si la mitjana de l'escalfament mundial subsistís durant mil·lennis per sobre d'entre 1,9 i 4,6°C respecte els valors preindustrials. Pel que fa a Grenlàndia, les temperatures futures previstes són comparables a les que s'han deduït per a l'últim període interglacial de fa 125.000 anys, en què la informació paleoclimàtica sembla indicar reduccions de l'extensió del gel polar terrestre i un augment del nivell del mar entre 4 i 6 m.

Els estudis actuals basats en models mundials preveuen que el mantell de gel antàrtic seguirà estant massa fred per experimentar una fusió superficial extensa, amb un augment de massa per efecte d'un major volum de nevades. Tanmateix, podria produir-se una pèrdua neta de massa de gel si els processos dinàmics relacionats amb el desgel fossin el factor predominant en els balanços de massa dels mantells de gel.

### Escalfament estimat a llarg termini respecte el període 1980-1999 segons les categories d'estabilització del QIA



**Figura 8.** Escalfament estimat a llarg termini (diversos segles) corresponent a les sis categories d'estabilització del Grup de Treball III del QIA (taula 6). L'escala de temperatures apareix desplaçada en  $-0,5^{\circ}\text{C}$  respecte la taula 6, per tal de reflectir aproximadament l'escalfament esdevingut entre la era preindustrial i el període 1980-1999. Per la majoria dels nivells d'estabilització, la mitjana mundial de la temperatura progressa fins el nivell d'equilibri al llarg de diferents segles. Per als escenaris d'emissions de GEH que signifiquen una estabilització en nivells comparables als dels escenaris B1 i A1B de l'IEEE d'ara fins el 2100 (600 i 850 ppm de  $\text{CO}_2$ -eq; categories IV i V), els models avaluats preveuen que s'arribaria a assolir entre el 65-70 % de l'increment estimat de la temperatura global d'equilibri –assumint una sensibilitat climàtica de  $3^{\circ}\text{C}$ - en el moment de la estabilització. Per escenaris d'estabilització molt més baixos (categories I i II, figura 11), es podria arribar abans a la temperatura d'equilibri.

**Taula 3. Exemples de possibles impactes del canvi climàtic per efecte de l'alteració dels fenòmens atmosfèrics i climàtics extrems, basats en projeccions fins a mitjans o finals del segle XXI. Aquestes projeccions no contempnen variacions de la capacitat adaptativa. Les estimacions de probabilitat de la columna 2 corresponen als fenòmens indicats a la columna 1**

Fenòmens <sup>a)</sup> i direcció de la tendència	Probabilitat de les tendències futures de les projeccions per al segle XXI basades en els escenaris de l'IEEE	Exemples d'impactes de gran magnitud per sector			
		Agricultura, silvicultura i ecosistemes	Recursos hídrics	Salut humana	Indústria, assentaments i societat
A la majoria de les àrees terrestres, els dies i nits freds no ho seran tant i n'hi haurà menys. Els dies i nits calorosos encara ho seran més i n'hi haurà més	Pràcticament segur <sup>b)</sup>	Collites millors en entorns més freds; plagues d'insectes més freqüents	Efectes sobre els recursos hídrics que depenen del desgel; efectes sobre alguns subministraments d'aigua	Disminució de la mortalitat humana per una menor exposició al fred	Disminució de la demanda d'energia per a calefacció; augment de la demanda de refrigeració; disminució de la qualitat de l'aire a les ciutats; menors problemes al transport causats per la neu o glaç; efectes sobre el turisme d'hivern
Períodes càlids / onades de calor. Augment de la freqüència en la majoria de zones terrestres	Molt probable	Empobriment de les collites en regions més càlides; major perill d'incendis incontrolats	Augment de la demanda d'aigua; problemes de la qualitat de l'aigua (per exemple, proliferació d'algues)	Major risc de mortalitat per causes tèrmiques, especialment entre ancians, malalts crònics, nens petits i persones aïllades socialment	Empitjorament de la qualitat de vida de les poblacions d'àrees càlides que no tenen vivendes apropiades; impactes sobre ancians, nens petits i pobres
Episodis de precipitació intensa. Augment de la freqüència en la majoria de les regions	Molt probable	Danys als conreus; erosió del sòl; incapacitat per conrear les terres per inundació dels sòls	Efectes adversos sobre la qualitat de l'aigua superficial i subterrània; contaminació dels subministraments hídrics; possible, menor escassetat d'aigua	Major risc de defuncions, lesions i infeccions i de malalties respiratòries i de la pell	Alteració dels assentaments, del comerç, del transport i de les societats per efecte de les crescudes: pressions sobre les infraestructures urbanes i rurals; pèrdua de béns
Àrea afectada per l'augment de les sequeres	Probable	Degradació de la terra; menor rendiment, deteriorament o fins i tot pèrdua de collites; majors pèrdues de caps de bestiar; augment del risc d'incendis incontrolats	Majors extensions afectades per problemes d'aigua	Major risc d'escassetat d'aliment i aigua; major risc de malnutrició; major risc de malalties transmeses per l'aigua i pels aliments	Escassetat d'aigua pels assentaments, les indústries i les societats; menor potencial de generació hidroelèctrica; possibles migracions de la població



**Taula 3. Exemples de possibles impactes del canvi climàtic per efecte de l'alteració dels fenòmens atmosfèrics i climàtics extrems, basats en projeccions fins a mitjans o finals del segle XXI. Aquestes projeccions no contempnen variacions de la capacitat adaptativa. Les estimacions de probabilitat de la columna 2 corresponen als fenòmens indicats a la columna 1 (continuació)**

Augment de la intensitat dels ciclons tropicals	<i>Probable</i>	Danys als conreus; arbres arrencats pel vent; danys als esculls de corall	Talls de corrent elèctric que provoquen alteracions del subministrament públic d'aigua	Major risc de defuncions, lesions i malalties transmeses per l'aigua i pels aliments; trastorns d'estrès post-traumàtic	Alteracions per efecte de les inundacions i vents forts; denegacions de cobertura de riscos per asseguradores privades en àrees vulnerables, possibles migracions de la població, pèrdua de béns
Major incidència del nivell del mar extremadament alt (s'exclouen tsunamis)	<i>Probable</i> <sup>d)</sup>	Salinització de l'aigua d'irrigació, dels estuaris i dels sistemes d'aigua dolça	Menor disponibilitat d'aigua dolça a causa d'intrusió d'aigua salada	Major risc de defuncions i lesions per ofegament degut a inundacions; efectes sobre la salut relacionats amb les migracions	Costos de la protecció del litoral en comparació amb costos de reubicació de l'ús del sòl; potencial pel moviment de poblacions i infraestructures; vegeu també ciclons tropicals més amunt

Notes:

a) A la taula 3.7 de l'informe del Grup de Treball I [no publicat en català] s'expliquen més detalladament les definicions.

b) Escalfament dels dies i nits més extrems de cada any.

c) Les pujades extremes del nivell del mar depenen de la mitjana del nivell del mar i dels sistemes atmosfèrics regionals. Es defineix com l'1 % més elevat dels valors del nivell del mar observats cada hora en una estació durant un període de referència determinat.

d) En tots els escenaris, la mitjana mundial prevista del nivell del mar el 2100 és superior a la del període de referència. L'efecte de l'alteració dels sistemes atmosfèrics regionals sobre els valors extrems del nivell del mar no ha estat avaluat.

### **L'escalfament antropogènic podria produir impactes importants o irreversibles, en funció de la rapidesa i magnitud del canvi climàtic.**

La pèrdua parcial del mantell de gel a les zones polars podria implicar un increment del nivell del mar d'uns quants metres, canvis de gran magnitud al litoral, inundacions en extensions baixes i els seus efectes serien màxims als deltes i a les illes de poca alçada. En les previsions, aquests canvis abastarien escales temporals de mil·lennis, encara que no s'ha d'excloure un augment del nivell del mar més ràpid a una escala temporal de segles.

El canvi climàtic produirà *probablement* alguns impactes irreversibles. Amb un grau de confiança mitjà, entre el 20-30 % de les espècies existents estaran *probablement* més amenaçades d'extinció si l'escalfament mitjà mundial augmenta més d'1,5-2,5°C (respecte del període 1980-1999). Si la mitjana de la temperatura mundial augmenta més de 3,5°C, les projeccions dels models indiquen que hi podria haver extincions massives a tot el món (entre el 40-70 % de les espècies estudiades).

Segons les simulacions dels models actuals, la circulació meridional atlàntica (MOC, per les sigles en anglès) seria *molt probablement* més lenta durant el segle XXI; les temperatures sobre l'Atlàntic i Europa augmentarien. És *molt improbable* que es produeixi una transició substancial i abrupta de la MOC durant el segle XXI. No és possible avaluar amb un cert grau de confiança els canvis de la MOC a més llarg termini. L'impacte d'un canvi persistent i a gran escala de la circulació meridional atlàntica afectaria *probablement* la productivitat dels ecosistemes marins, les pesqueries, la incorporació de CO<sub>2</sub> al mar, les concentracions d'oxigen al mar i la vegetació terrestre. Les alteracions de l'absorció terrestre i oceànica de CO<sub>2</sub> podrien tenir un retroefecte sobre el sistema climàtic.

## **4. Opcions d'adaptació i de mitigació<sup>17</sup>**

Hom disposa d'una gran diversitat d'opcions d'adaptació però caldrà una capacitat adaptativa encara superior que l'actual per reduir la vulnerabilitat al canvi climàtic. Existeixen obstacles, límits i costos que no han estat suficientment analitzats.

<sup>17</sup> Encara que la present secció aborda per separat l'adaptació i la mitigació, aquestes respostes poden ser complementàries. Aquest tema es discuteix a la Secció 5.

Les societats s'han enfrontat des de l'antiguitat amb els fenòmens relacionats amb el temps i el clima. No obstant, calen mesures d'adaptació addicionals per reduir els impactes adversos del canvi climàtic i la variabilitat climàtica que es preveuen, amb independència del volum de mesures de mitigació que s'adoptin en les properes dues o tres dècades. A més, la vulnerabilitat al canvi climàtic pot ser intensificada per altres factors distorsionadors, com la pobresa i l'accés desigual als recursos, la inseguretat alimentària, la direcció que pren la globalització de l'economia, els conflictes i la incidència de malalties com el VIH/SIDA.

De forma limitada, ja s'estan adoptant plans d'adaptació al canvi climàtic. L'adaptació pot reduir la vulnerabilitat, especialment quan està emmarcada en iniciatives sectorials de més abast (taula 4). Existeixen opcions d'adaptacions viables (*grau de confiança alt*) que és possible aplicar en alguns sectors amb un cost baix o amb una bona relació benefici/cost. De tota manera, les estimacions completes sobre els costos i beneficis de l'adaptació a escala mundial són escasses.

**La capacitat adaptativa està íntimament relacionada amb el desenvolupament social i econòmic, tot i que es troba desigualment distribuïda entre societats diferents i en cada una d'elles.**

Tota una sèrie de barreres limiten l'aplicació i l'efectivitat de les mesures d'adaptació. La capacitat d'adaptació és dinàmica i depèn en part de la base productiva de la societat, amb elements com els béns naturals i materials, les xarxes i prestacions socials, el capital humà i les institucions, el govern, el producte interior brut del país, la salut i la tecnologia. Fins i tot societats amb una alta capacitat adaptativa continuen sent vulnerables al canvi climàtic, la variabilitat i els valors extrems.

**Tots els estudis indiquen que existeix un alt nivell de coincidència i moltes evidències que existeix un potencial econòmic substancial per a la mitigació de les emissions mundials de GEH en les properes dècades, la qual cosa podria contrarestar el creixement previst de les emissions mundials o reduir-les per sota dels nivells actuals (figures 9 i 10)<sup>18</sup>. Tot i que els estudis concorden a nivell mundial (figura 9), mostren considerables diferències a nivell sectorial.**

No existeix una única tecnologia que aporti tot el potencial de mitigació en un determinat sector. El potencial econòmic de la mitigació, que sol ser superior al del mercat, només s'assolirà quan s'implantïn unes polítiques adequades i s'eliminin els obstacles (taula 5).

Els estudis de plantejament *bottom-up* semblen indicar que les oportunitats de mitigació amb un cost net negatiu podrien reduir les emissions en aproximadament 6 GtCO<sub>2</sub>-eq/any el 2030 i per aconseguir-ho s'haurien de superar els obstacles que n'impedeixen la implementació.

**Taula 4. Alguns exemples d'adaptació per sectors.**

Sector	Opció/estratègia d'adaptació	Marc polític bàsic	Principals limitacions i oportunitats d'implementació (lletra normal: limitacions; en cursiva: oportunitats)
Aigua	Potenciació de la recollida d'aigua de pluja; tècniques d'emmagatzemament i conservació, reutilització i dessalinització d'aigua; eficiència d'ús de l'aigua i de la irrigació.	Polítiques nacionals sobre l'aigua i gestió integrada dels recursos d'aigua; gestió de riscos relacionats amb l'aigua.	Recursos financers i humans, i obstacles físics; <i>gestió integrada dels recursos hídrics; sinergies amb altres sectors.</i>
Agricultura	Modificació dels períodes de sembra i plantació i de les varietats de conreu; reubicació dels conreus; millora de la gestió del sòl (per exemple, control de l'erosió i protecció del sòl mitjançant la plantació d'arbres).	Polítiques de R+D; reforma institucional; reforma agrària i de la propietat de la terra; formació; creació de capacitat; assegurances de conreus; incentius financers (per exemple, subvencions i crèdits).	Limitacions tecnològiques i financeres; accés a noves varietats; mercats; <i>major durada de la temporada de conreu en latituds altes; ingressos procedents de productes "nous".</i>
Infraestructura/assentaments (incloses les zones litorals)	Reubicació; murs de contenció marina i barreres contra temporals; reforçament de dunes; adquisició de terres i creació de maresmes com a amortidors de l'augment del nivell del mar i de les inundacions; protecció de les barreres naturals existents.	Normes i reglamentacions que integren en el disseny les consideracions sobre el canvi climàtic; polítiques d'ús del sòl; codis tècnics; assegurances.	Obstacles financers i tecnològics; disponibilitat d'espai per reubicació; <i>polítiques i gestió integrades; sinergies amb objectius de desenvolupament sostenible.</i>

<sup>18</sup> El concepte de "potencial de mitigació" respon al propòsit d'avaluar l'escala de les reduccions de GEH que es podrien aconseguir (respecte els valors d'emissió de referència) amb un valor determinat del preu del carboni (expressat en cost per unitat d'emissions d'equivalent de diòxid de carboni evitades o reduïdes). El potencial de mitigació pot classificar-se en "potencial de mitigació de mercat" i "potencial de mitigació econòmic".

El **potencial de mitigació de mercat** és el potencial calculat a partir dels costos i taxes de descomptes privats (i que reflecteix, per tant, la perspectiva dels consumidors privats i de les empreses) que hom hauria d'esperar en unes condicions de mercat previstes, incloent-hi les polítiques i mesures actualment adoptades i tenint presents els obstacles existents.

El **potencial de mitigació econòmic** és el potencial calculat a partir dels costos, beneficis i taxes de descomptes socials (com a reflex de la perspectiva de la societat; les taxes de descompte socials són inferiors a les aplicades pels inversors privats), suposant que l'eficàcia del mercat millori gràcies a les polítiques i mesures adoptades i l'eliminació dels obstacles actuals.

El potencial de mitigació s'estima a partir de diferents tipus de metodologies. Els **estudis bottom-up** estan basats en l'avaluació de les opcions de mitigació i atorguen especial protagonisme a les tecnologies i la regulació. Solen ser estudis sectorials que assumeixen que les variables macroeconòmiques no varien. Els **estudis top-down** avaluen el potencial d'opcions de mitigació des de la perspectiva de l'economia en el seu conjunt. S'assenten en marcs coherents d'abast mundial i en la recopilació d'informació sobre les opcions de mitigació i incorporen els **feedbacks** macroeconòmics i del mercat.



Taula 4. Alguns exemples d'adaptació per sectors.			(continuació)
Salut humana	Plans d'actuació per afrontar els efectes de la calor sobre la salut; serveis mèdics d'emergència; millora de les mesures de seguiment i control de malalties sensibles al clima; aigua potable i millora dels sanejaments.	Polítiques de salut pública que reconeguin els riscos climàtics; consolidació dels serveis sanitaris; cooperació regional i internacional.	Limits de tolerància humana (grups vulnerables); limitació dels coneixements; capacitat financera; <i>millora dels serveis de salut; millora de la qualitat de vida.</i>
Turisme	Diversificació dels atractius i ingressos turístics; desplaçament de les pistes d'esquí a altituds superiors i a glaceres; fabricació de neu artificial.	Planificació integrada (per exemple, capacitat de càrrega; vincles amb altres sectors); incentius financers (per exemple, subvencions i crèdits fiscals).	Comercialització de nous atractius; desafiaments financers i logístics; efectes potencialment adversos sobre altres sectors (per exemple, la fabricació de neu artificial podria incrementar la utilització d'energia); <i>ingressos procedents de "nous" atractius; participació d'un major nombre d'actors.</i>
Transport	Reordenació/reubicació; normes de disseny i planificació de carreteres, ferrocarrils i altres infraestructures per fer front a l'escalfament i a la capacitat de drenatge.	Consideració del canvi climàtic en les polítiques de transport nacionals; inversió en R+D en situacions especials (per exemple, àrees de permagel).	Obstacles financers i tecnològics; disponibilitat de rutes menys vulnerables; <i>millora de les tecnologies i integració amb sectors clau (per exemple, energia).</i>
Energia	Consolidació de les infraestructures secundàries de transmissió i distribució; cablejat subterrani per serveis públics bàsics; eficiència energètica; utilització de fonts renovables; menor dependència d'única font d'energia.	Polítiques energètiques nacionals, normatives i incentius fiscals i financers per estimular la utilització de fonts alternatives; incorporació del canvi climàtic en les normes de disseny.	Accés a alternatives viables; barreres financers i tecnològiques; acceptació de noves tecnologies; <i>estimulació de noves tecnologies; utilització de recursos locals.</i>

Nota: En molts sectors, altres exemples inclourien sistemes d'alerta anticipada.

Les decisions futures d'inversió en infraestructures energètiques, que s'esperen superiors a 20 bilions de dòlars<sup>19</sup> entre 2005 i 2030, tindran efectes a llarg termini sobre les emissions de GEH, degut al llarg cicle de vida de les plantes energètiques i altres infraestructures. L'extensió de les tecnologies que generen poques emissions de carboni podria trigar moltes dècades, per molt que les primeres inversions en aquestes tecnologies es facin atractives. Les estimacions inicials indiquen que per retornar fins el nivell d'emissions de CO<sub>2</sub> als nivells de 2005, d'aquí a 2030 s'haurien de modificar substancialment les tendències d'inversió, encara que la inversió addicional neta que es necessitaria seria entre pràcticament nul·la i de l'ordre del 5-10 %.

#### Comparació entre el potencial econòmic mundial de mitigació i l'increment previst de les emissions el 2030

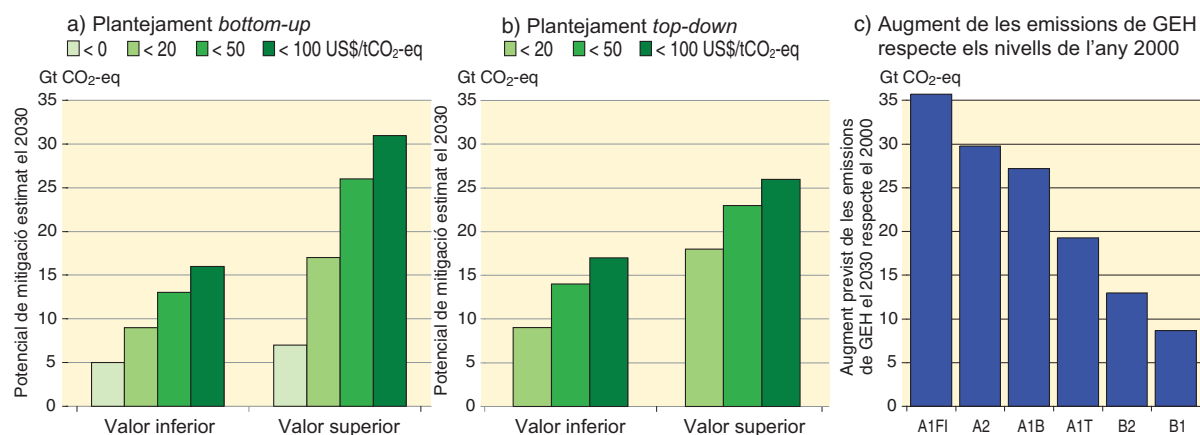
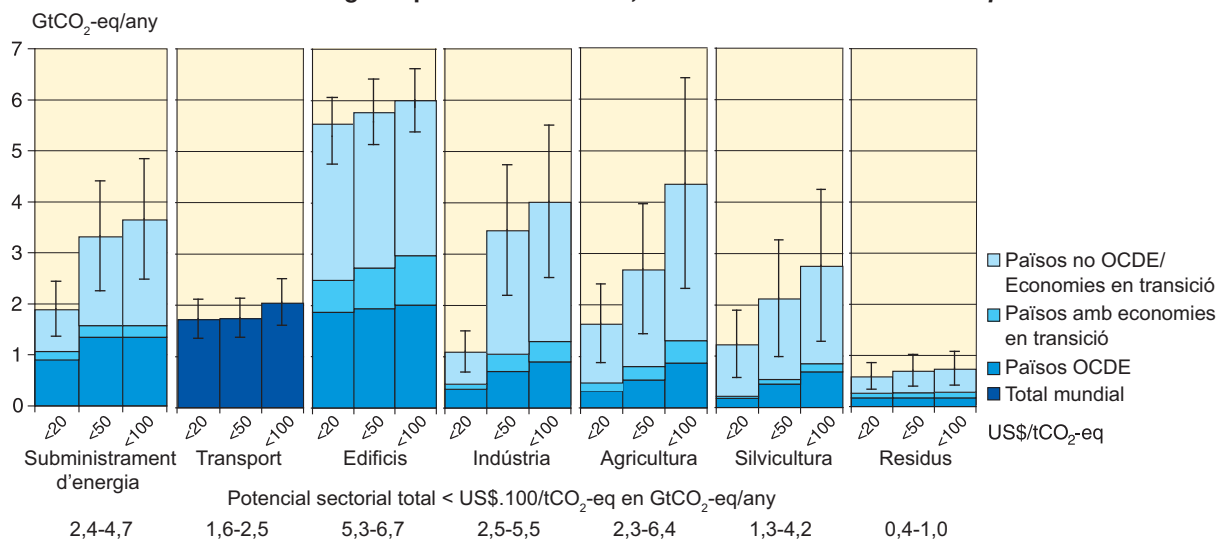


Figura 9. Potencial econòmic mundial de mitigació estimat per al 2030 mitjançant estudis *bottom-up* (gràfic a) i *top-down* (gràfic b), comparat amb els augments d'emissió previstos en els escenaris de l'IEEE respecte les emissions de GEH el 2000, xifrades en 40,8 eq-GtCO<sub>2</sub> (gràfic c).

Nota: les emissions de GEH el 2000 procedeixen exclusivament de la descomposició de la biomassa que queda al terra després de la tala i desforestació i dels incendis de torberes i sòls de torba drenats, amb la finalitat de mantenir la coherència amb els resultats d'emissions de l'IEEE.

<sup>19</sup> 20 bilions =  $20 \times 10^{12}$ .

**Potencial econòmic de mitigació per sectors el 2030, estimat amb estudis *bottom-up***



**Figura 10.** Potencial de mitigació econòmic estimat per al 2030 mitjançant estudis *bottom-up*, per sectors, comparat amb els valors de referència respectius en què es basen les avaluacions sectorials. Aquests potencials no inclouen opcions no tècniques, com ara els canvis en els estils de vida.

**Notes:**

- a) Les línies verticals representen la gamma de potencials econòmics avaluada per a cada sector. Aquests valors estan basats en l'assignació de les emissions per usos finals, és a dir, les emissions procedents de la utilització d'electricitat es comptabilitzen en termes dels sectors que en fan un ús final i no del sector que subministra l'energia.
- b) Els potencials estimats estan limitats per la disponibilitat d'estudis al respecte, particularment per uns nivells elevats del preu del carboni.
- c) Cada sector té valors de referència diferents. Per la indústria es van adoptar els valors B2 de l'IEEE, mentre que per al subministrament d'energia i per al transport s'han utilitzat els valors del World Energy Outlook (WEO) de 2004; per al sector de la construcció, els valors de referència estan compresos entre els B2 i A1B de l'IEEE; per als residus s'han utilitzat els mateixos factors de l'A1B de l'IEEE per construir uns valors de referència específics; en agricultura i silvicultura, els valors de referència s'han basat principalment en els factors de l'escenari B2.
- d) S'indiquen únicament els totals mundials respecte del sector transport, ja s'hi ha inclòs l'aviació internacional.
- e) Les categories excloses són: emissions diferents de CO<sub>2</sub> en construcció i transport, part de les opcions en quant a eficiència de materials, producció de calor i cogeneració per al subministrament d'energia, vehicles molt pesants, transport de mercaderies pesades o de grans volums de passatgers, la majoria de les opcions d'alt cost per a edificis, tractament d'aigües residuals, reducció de les emissions de mines de carbó i conduccions de gas i gasos fluorats procedents del subministrament i transport d'energia. La subestimació del potencial econòmic de totes aquestes emissions és de l'ordre del 10-15%.

**Taula 5. Alguns exemples de tecnologies clau de mitigació sectorial, polítiques i mesures, limitacions i oportunitats**

Sector	Tecnologies clau de mitigació i pràctiques actualment disponibles a nivell comercial. <i>Les tecnologies i pràctiques de mitigació que es preveu que siguin comercialitzades abans de 2030 es mostren en cursiva.</i>	Polítiques, mesures i instruments que han demostrat ser ambientalment eficaços.	Limitacions o oportunitats clau (lletra normal: limitacions; en cursiva: oportunitats)
Subministrament d'energia	Millora del subministrament i de l'eficiència de la distribució; substitució del carboni per gas com a combustible; energia nuclear; calor i energies renovables (energia hidroelèctrica, solar, eòlica, geotèrmica i bioenergia); utilització combinada de calor i energia elèctrica; aplicacions de captura i emmagatzemament de diòxid de carboni (CCS) (per exemple, emmagatzemament de CO <sub>2</sub> procedent de gas natural), <i>CCS en instal·lacions de generació d'electricitat alimentades per gas, biomassa i carbó; energia nuclear avançada; energia renovable avançada, incloses les energies de mares i onades, de concentració solar i solar fotovoltaica.</i>	Reducció de subvencions als combustibles d'origen fòssil; impostos o gravàmens sobre el carboni aplicats als combustibles d'origen fòssil.  Preus fixats (tipus <i>feed-in tariffs</i> ) per a la generació amb tecnologies d'energia renovable; obligacions en energies renovables; subvencions als productors.	La resistència deguda a interessos determinats pot fer difícil aplicar-los.  <i>Podria ser convenient crear mercats per a tecnologies de baixes emissions.</i>

**Taula 5. Alguns exemples de tecnologies clau de mitigació sectorial, polítiques i mesures, limitacions i oportunitats (continuació)**

Transport	Vehicles més eficients en l'ús del combustible; vehicles híbrids; vehicles dièsel més nets; biocombustibles; transvasament de modes de transport per carretera a sistemes de transport ferroviari i públic; transport no motoritzat (en bicicleta, a peu); planificació territorial i del transport.* <i>biocombustibles de segona generació; aeronaus d'alta eficiència; vehicles elèctrics i híbrids avançats amb bateries més potents i fiables.</i>	Obligatorietat de l'estalvi de combustible, mescla de biocombustibles i estàndards d'emissions de CO <sub>2</sub> per al transport viari.	La cobertura parcial de les flotes de vehicles podria limitar l'eficàcia.
		Impostos sobre la compra, registre, utilització i combustibles dels vehicles, taxes de circulació i aparcaments.	L'efectivitat podria disminuir amb l'augment dels ingressos.
		Influir en les necessitats de mobilitat mitjançant la planificació territorial i de les infraestructures; inversió en instal·lacions del transport públic atractives i en mitjans de transport no motoritzats.	<i>Particularment apropiat per als països que estan desenvolupant els seus sistemes de transport.</i>
Edificis	Il·luminació eficient i aprofitament de la llum del dia; aparells elèctrics i dispositius de calefacció i refrigeració més eficients; millora dels cremadors de les cuines, millora de l'aïllament; disseny solar passiu i actiu per a calefacció i refrigeració; fluids de refrigeració alternatius, recuperació i reciclatge dels gasos fluorats; <i>disseny integrat d'edificis comercials que incorporen tecnologies com ara sensors intel·ligents que permetin el control i introduir reajustaments; energia fotovoltaica solar integrada en els edificis.</i>	Normes i etiquetatge d'electrodomèstics	Necessitat de revisió periòdica dels estàndards
		Codis i certificacions de construcció	<i>Interessant per edificis nous.</i> El compliment pot ser difícil
		Programes de gestió de la demanda	Necessitat de reglamentacions en benefici dels serveis públics bàsics
		Programes de lideratge del sector públic i, en particular, compres públiques	<i>Les compres estatals poden incrementar la demanda de productes energèticament eficients</i>
	Incentius per empreses de serveis energètics (ESCO)	<i>Factors d'èxit: possibilitat de finançament per part de tercers</i>	
Indústria	Ús final més eficient dels equipament elèctrics; recuperació de calor i energia; reciclatge i substitució de materials; control d'emissions de gasos diferents del CO <sub>2</sub> i tota una sèrie de tecnologies específiques de processos; <i>eficiència energètica avançada; CCS en la fabricació de ciment, amoniac i ferro; elèctrodes inerts per a la fabricació d'alumini.</i>	Subministrament d'informació de nivells de referència; estàndards de qualitat; subvencions, crèdits fiscals.	<i>Pot ser convenient per estimular la incorporació de tecnologies.</i> L'estabilitat de la política nacional és important, en la perspectiva de la competitivitat internacional.
		Permisos comerciables	Uns mecanismes d'assignació establerts i uns senyals de preus estables són importants per a les inversions.
		Acords voluntaris	Alguns factors d'èxit són: objectius clars, un escenari de referència, participació de tercers en el disseny i revisió i mecanismes formals de seguiment, estreta cooperació entre govern i indústria.
Agricultura	Millora de la gestió de les terres de conreu i de pastura per incrementar l'emmagatzemament de carboni al sòl; restauració de sòls de torba conreats i de terres degradades; millora de les tècniques de conreu de l'arròs i gestió del bestiar i dels fems per reduir les emissions de CH <sub>4</sub> ; millora de les tècniques d'aplicació de fertilitzants nitrogenats, per reduir les emissions de N <sub>2</sub> O; conreus energètics per a la substitució dels combustibles fòssils; millora de l'eficiència energètica; <i>millora del rendiment dels conreus.</i>	Incentius i reglamentacions financers per a millorar la gestió de les terres, el manteniment del contingut de carboni dels sòls, la utilització eficient dels fertilitzants i la irrigació.	<i>Pot estimular les sinergies amb el desenvolupament sostenible i amb l'atenuació de la vulnerabilitat al canvi climàtic, superant d'aquesta forma els obstacles a la implementació.</i>

**Taula 5. Alguns exemples de tecnologies clau de mitigació sectorial, polítiques i mesures, limitacions i oportunitats** (continuació)

Silvicultura/bosc	Aforestació; reforestació; gestió de boscos; reducció de la desforestació; gestió de productes de fusta cultivats; utilització de productes forestals per a l'obtenció de biocombustibles que substituïxin els combustibles d'origen fòssil; millora de les espècies d'arbres per augmentar la productivitat de biomassa i el segrestament de carboni. <i>Millora de les tecnologies de teledetecció per a l'anàlisi del potencial de segrest de carboni a la vegetació i el sòl i topografia dels canvis d'ús de la terra.</i>	Incentius financers (nacionals i internacionals) per tal d'incrementar la superfície forestal, reduir la desforestació i per mantenir i gestionar els boscos; reglamentacions sobre l'ús de la terra i el seu compliment.	Algunes limitacions són la manca de capital inversor i els problemes de la propietat de la terra. <i>Pot ajudar a atenuar la pobresa.</i>
Residus	Recuperació de CH <sub>4</sub> en abocadors; incineració de residus amb recuperació d'energia; compostatge de residus orgànics; tractament controlat de les aigües residuals; reciclatge i minimització de residus; biocobertes i biofiltres per optimitzar l'oxidació de CH <sub>4</sub> .	Incentius financers per a millorar la gestió de residus i aigües residuals	<i>Pot estimular la difusió de les tecnologies</i>
		Incentius o obligacions en matèria d'energies renovables	Disponibilitat local de combustibles de baix cost
		Reglamentacions de gestió de residus	Aplicació òptima a nivell nacional amb estratègies de compliment

Els governs disposen d'una munió d'instruments per crear incentius que premiïn les mesures de mitigació. La seva capacitat d'aplicació dependrà de les circumstàncies nacionals i del context sectorial (taula 5).

En particular, s'haurien d'integrar les polítiques climàtiques en polítiques de desenvolupament, reglamentacions i normes, impostos i gravàmens, permisos comerciables, incentius financers, acords voluntaris, instruments d'informació i investigació, desenvolupament i demostració (R+D+D).

Un senyal efectiu del preu del carboni podria donar com a resultat un important potencial de mitigació en tots els sectors. Els estudis de modelització indiquen que un augment mundial dels preus del carboni fins els 20-80 dòlars/tCO<sub>2</sub>-eq d'aquí a 2030 és coherent amb una estabilització al voltant de 550 ppm d'CO<sub>2</sub>-eq d'aquí al 2100. Amb mateix nivell d'estabilització, un canvi tecnològic induït podria reduir aquestes forquilles de preus fins els 5-65 dòlars/tCO<sub>2</sub>-eq el 2030.<sup>20</sup>

Existeix un *nivell de coincidència alt i abundants proves* que les mesures de mitigació poden comportar beneficis a curt termini (per exemple, una millora de la salut gràcies a la menor contaminació de l'aire), que podrien compensar una part substancial dels costos de mitigació.

Hi ha un *nivell de coincidència alt i un nivell d'evidència mitjà* que les mesures adoptades per països de l'Annex I poden afectar l'economia mundial i les emissions mundials, encara que la magnitud de la fuga de carboni continuï sent incerta.<sup>21</sup>

Els països exportadors de combustibles fòssils (tant els de l'Annex I com els que no hi estan inclosos) podrien esperar, tal i com s'indica en el TIA, una disminució de la demanda i dels preus, així com un menor creixement del PIB per efecte de les polítiques de mitigació. La magnitud d'aquests efectes dependrà de les decisions sobre les polítiques i de les condicions del mercat del petroli.

Hi ha també un *nivell de coincidència alt i un nivell d'evidència mitjà* que els canvis en els estils de vida, del comportament i de les pràctiques de gestió poden contribuir a la mitigació del canvi climàtic en tots els sectors.

<sup>20</sup> Els estudis analitzats en el present informe respecte a l'aplicació de paquets de mesures d'atenuació i als costos macroeconòmics estan basats en una modelització *top-down*. La majoria dels models contempnen aquestes mesures des del punt de vista d'un cost mundial mínim i d'un comerç universal d'emissions i pressuposen que els mercats són transparents, que no hi haurà costos de transacció i, conseqüentment, que les mesures de mitigació es podran implementar perfectament durant tot el segle XXI. Els costos corresponen a una data específica. Els costos mundials introduïts en els models augmentaran si s'hi inclouen certes regions, sectors (per exemple, ús de la terra), opcions o casos. Aquests mateixos costos disminuiran si els valors de referència són menors, si s'utilitzen ingressos procedents dels impostos sobre el carboni i dels permisos atorgats i si s'hi inclou el foment de l'aprenentatge de tecnologies. En aquests models no es contempnen els beneficis climàtics ni, en línies generals, els beneficis associats corresponents a les mesures de mitigació o altres aspectes relatius al capital en borsa. S'ha avançat molt en l'aplicació de metodologies basades en el canvi tecnològic induït sobre els estudis d'estabilització; tanmateix, hi romanen alguns problemes conceptuals. En els models que contempnen el canvi tecnològic induït, els costos projectats per un determinat nivell d'estabilització són menors; les reduccions són majors quan el nivell d'estabilització és més baix.

<sup>21</sup> Es pot trobar més informació en l'apartat *Tema 4 de l'Informe de Síntesi* complet.

Existeixen múltiples opcions per reduir les emissions mundials de GEH mitjançant la cooperació internacional. Hi ha un *nivell de coincidència alt i abundants proves* que l'establiment d'una resposta mundial al canvi climàtic, l'estímul de tota una sèrie de polítiques nacionals i la creació d'un mercat internacional del carboni i de nous mecanismes institucionals al respecte són avenços notables del Conveni UNFCCC i del seu Protocol de Kyoto que podrien establir les bases dels esforços de mitigació futurs. S'ha avançat també en el tractament de l'adaptació en el marc del Conveni UNFCCC i s'han suggerit iniciatives internacionals addicionals.

Un major esforç de cooperació i una ampliació dels mecanismes de mercat ajudaran a reduir el costos mundials que implica la consecució d'un determinat nivell de mitigació o a millorar l'eficàcia ambiental. Els esforços poden ser de diferents tipus: per exemple, objectius sobre les emissions, actuacions a nivell sectorial, local, subestatal i regional; programes de R+D+D; adopció de polítiques comunes, aplicació de mesures orientades al desenvolupament o ampliació d'instruments de finançament.

**En diversos sectors és possible implementar opcions de resposta al clima que generin sinergies i evitin conflictes amb altres dimensions del desenvolupament sostenible. Les decisions sobre polítiques macroeconòmiques i altres polítiques no climàtiques poden afectar notablement les emissions, la capacitat adaptativa i la vulnerabilitat.**

Si s'aconsegueix que el desenvolupament sigui més sostenible es podran potenciar les capacitats de mitigació i adaptació, així com reduir les emissions i la vulnerabilitat però hi podria haver barreres a la seva implementació. D'altra banda, és *molt probable* que el canvi climàtic alenteixi els progressos cap al desenvolupament sostenible. En el proper mig segle, el canvi climàtic podria dificultar la consecució dels Objectius de Desenvolupament del Mil·lenni.

## 5. La perspectiva a llarg termini

La definició d'allò que s'entén com a “interferència antropogènica perillosa amb el sistema climàtic” en relació amb l'Article 2 del Conveni UNFCCC implica judicis de valor. La ciència, en aquest aspecte, pot ajudar a adoptar decisions amb coneixement de causa, en particular proporcionant criteris per decidir quines vulnerabilitats es podrien considerar “clau”.

Les vulnerabilitats clau<sup>22</sup> poden estar associades a un gran nombre de sistemes climàtics sensibles, com el subministrament d'aliments, les infraestructures, la salut, els recursos hídrics, els sistemes litorals, els ecosistemes, els cicles biogeoquímics mundials, els mantells de gel o els modes de circulació oceànica i atmosfèrica.

Els “cinc aspectes preocupants” assenyalats en el TIA continuen constituint un marc viable per a l'estudi de les vulnerabilitats clau. En el present treball, aquests aspectes es consideren més preocupants que en el TIA. Molts dels riscos s'identifiquen aquí amb un grau de confiança més alt. Alguns seran més grans, segons les projeccions, o es faran presents amb augments menors de la temperatura. La relació entre els impactes (el fonament dels “aspectes preocupants” del TIA) i la vulnerabilitat (inclosa la capacitat d'adaptar-se als impactes) actualment es coneix de manera més detallada.

Això és conseqüència d'una identificació més precisa de les circumstàncies que fan especialment vulnerables els sistemes, sectors i regions i a una evidència creixent del risc d'impactes de gran magnitud a una escala de temps de segles.

- **Riscos que amenacen sistemes únics i amenaçats.** Existeixen més proves i més clares que hi ha hagut impactes del canvi climàtic sobre sistemes únics i vulnerables (com les comunitats i ecosistemes polars i d'alta muntanya), amb un major nivell d'impactes negatius a mesura que la temperatura s'incrementa més. Les previsions indiquen amb un grau de confiança més alt que en el TIA, que hi haurà un major risc d'extinció d'espècies i de danys als esculls de corall a mesura que augmenti la temperatura. Amb un *grau de confiança mitjà*, al voltant del 20-30% de les espècies vegetals i animals estudiades tindrien un major risc d'extinció si l'augment de la mitjana mundial de temperatura superés els 1,5-2,5°C per sobre dels nivells de 1980-1999. Hi ha més seguretat que un augment de 1-2°C de la temperatura mitjana mundial respecte els nivells de 1990 (aproximadament, 1,5-2,5°C respecte de l'era preindustrial) comportaria importants riscos per a nombrosos sistemes únics i amenaçats i, en particular, per a nombroses regions de gran biodiversitat. Els coralls són vulnerables als canvis tèrmics i la seva capacitat adaptativa és baixa. Segons les projeccions, un increment de la temperatura del mar en superfície d'aproximadament 1-3°C augmentaria la freqüència de casos de decoloració de coralls i seva mortalitat a gran escala, a menys que aquestes espècies desenvolupin una major adaptació tèrmica. Les projeccions indiquen també una major vulnerabilitat de les comunitats indígenes de la regió àrtica i de les comunitats que habiten en illes petites.

<sup>22</sup> A la literatura científica s'identifiquen les vulnerabilitats clau a partir de diferents criteris, com la magnitud, cronologia, persistència/reversibilitat, potencial d'adaptació, i certs aspectes relacionats amb la distribució, probabilitat i “importància” dels impactes.

- **Riscos de fenòmens meteorològics extrems.** Les respostes a certs fenòmens extrems recents revelen un nivell de vulnerabilitat major que el que assenyala el TIA. Ha augmentat el grau de confiança pel que fa a la major freqüència de sequeres, onades de calor i inundacions, així com els seus impactes adversos.
- **Distribució d'impactes i vulnerabilitats.** Existeixen marcades diferències entre regions, i les d'economies més dèbils solen ser les més vulnerables al canvi climàtic. Augmenta l'evidència que s'agreuja la vulnerabilitat de determinats grups, com els pobres i els ancians, no només en països en desenvolupament sinó també en els desenvolupats. A més, cada vegada hi ha més evidència que en les àrees en latituds baixes i menys desenvolupades el risc és superior, com en les zones seques i els grans deltes.
- **Impactes totalitzats.** Els beneficis nets inicials del canvi climàtic en termes de mercat serien màxims per un nivell d'escalfament menor que en els resultats del TIA, mentre que els danys serien majors amb magnituds d'escalfament superiors. Segons les projeccions, el cost net dels impactes d'un major escalfament augmentaria amb el temps.
- **Riscos de singularitats a gran escala.** Amb un grau de confiança alt, un escalfament mundial al llarg d'uns quants segles implicaria una contribució de la dilatació tèrmica a l'augment del nivell del mar que seria d'una magnitud molt superior que la que ha estat observada durant el segle xx i comportaria la pèrdua d'extensions litorals i altres impactes associats. En comparació amb el TIA, s'aprecia més clarament que el risc que els mantells de gel de Grenlàndia i, possiblement, de la regió antàrtica, contribueixin a l'augment del nivell del mar sigui encara major, i podria tenir lloc en una escala de segles. Això és degut al fet que els processos dinàmics de gel de les observacions recents, encara que no estan inclosos en els models de mantells de gel contemplats en el QIA, podrien accelerar la pèrdua de gel.

**Hi ha un grau de confiança alt que ni l'adaptació ni la mitigació aconseguiran evitar, per si soles, tots els impactes del canvi climàtic; tanmateix, poden complementar-se entre si i, conjuntament, reduir de manera notable els riscos del canvi climàtic.**

L'adaptació és necessària a curt i llarg termini per afrontar els impactes de l'escalfament, fins i tot en els escenaris d'estabilització més prudents. Existeixen, de tota manera, obstacles, límits i costos que no són coneguts en detall. A llarg termini, un canvi climàtic sense mesures de mitigació superaria probablement la capacitat d'adaptació dels sistemes naturals, seminaturals i humans. Les dates en què es podria arribar a aquests límits variaran segons els sectors i les regions. Adoptar aviat les mesures de mitigació trencaria la dependència de les infraestructures d'utilització intensiva de carboni i reduiria el canvi climàtic i les conseqüents necessitats d'adaptació.

**Molts impactes poden ser reduïts, retardats o evitats mitjançant mesures de mitigació. Els esforços i inversions en mitigació de les properes dues o tres dècades determinaran en gran mesura les oportunitats d'assolir uns nivells d'estabilització inferiors. El retard en la reducció d'emissions reduirà notablement aquestes oportunitats i incrementarà el risc d'impactes més greus del canvi climàtic.**

Amb la finalitat d'estabilitzar la concentració de GEH a l'atmosfera, les emissions haurien d'assolir un nivell màxim i disminuir posteriorment. Com més baix sigui el nivell d'estabilització, més ràpidament hi haurà aquesta pujada i baixada.<sup>23</sup>

A la taula 6 i a la figura 11 es resumeixen els nivells d'emissió necessaris per diferents grups de concentracions d'estabilització, així com l'escalfament mundial resultant en condicions d'equilibri i l'augment del nivell del mar a llarg termini per efecte únicament de la dilatació tèrmica<sup>24</sup>. La cronologia i el nivell de mitigació necessaris per assolir un nivell d'estabilització de temperatures determinat tenen lloc abans i són més restrictius quan la sensibilitat climàtica és elevada.

L'augment del nivell del mar per efecte de l'escalfament és inevitable. La dilatació tèrmica prosseguiria durant molts segles un cop estabilitzades les concentracions de GEH amb tots els nivells d'estabilització examinats, i produiria un augment del nivell del mar molt més gran del projectat per al segle XXI. La pèrdua del mantell de gel de Grenlàndia podria contribuir en uns quants metres (més del que aportaria la dilatació tèrmica) si durant uns quants segles es mantingués un nivell d'escalfament superior a 1,9-4,6°C respecte del nivell preindustrial. La gran magnitud de les escales de temps que comporta la dilatació tèrmica i la resposta del mantell de glaç a l'escalfament impliquen que l'estabilització de les concentracions de GEH a nivells actuals o superiors no estabilitzaria el nivell del mar durant molts segles.

<sup>23</sup> En el grup d'escenaris de mitigació més optimistes, les emissions haurien d'assolir el seu nivell màxim abans del 2015 i, en els escenaris més pessimistes, abans del 2090 (vegeu la taula 6). Altres escenaris basats en trajectòries d'emissions diferents presenten diferències substancials quant a la rapidesa del canvi climàtic mundial.

<sup>24</sup> El QIA no ofereix estimacions de l'evolució de la temperatura durant el segle present amb els escenaris d'estabilització. Amb la majoria dels nivells d'estabilització, la mitjana de la temperatura mundial assoleix el nivell d'equilibri al cap d'uns quants segles. Amb escenaris d'estabilització molt més optimistes (categories I i II, figura 11), es podria assolir abans la temperatura d'equilibri.



Existeix un alt nivell de coincidència i abundant evidència que es poden assolir tots els nivells d'estabilització estudiats si s'implementen una sèrie de tecnologies actualment disponibles o que previsiblement es comercialitzaran en les properes dècades, suposant que hi hagi incentius apropiats i eficaços per al seu desenvolupament, adquisició, implantació i difusió i per fer front als obstacles corresponents.

Tots els escenaris d'estabilització estudiats indiquen que entre un 60-80% de les reduccions provindria de l'abastiment i utilització d'energia i dels processos industrials i que l'eficiència energètica té un paper essencial en molts escenaris. La inclusió d'opcions de mitigació respecte l'ús de la terra i la silvicultura, amb o sense CO<sub>2</sub>, confereix una major flexibilitat i una millor relació eficàcia/cost. Uns nivells d'estabilització baixos requereixen inversions molt aviat i una difusió i comercialització substancialment més ràpides de les tecnologies avançades de baixes emissions.

Sense uns fluxos d'inversió substancials i una transferència de tecnologies eficaça, podria ser difícil aconseguir un nivell apreciable de reducció de les emissions. L'impuls al finançament dels costos incrementals de les tecnologies amb poques emissions de diòxid de carboni seria un element important.

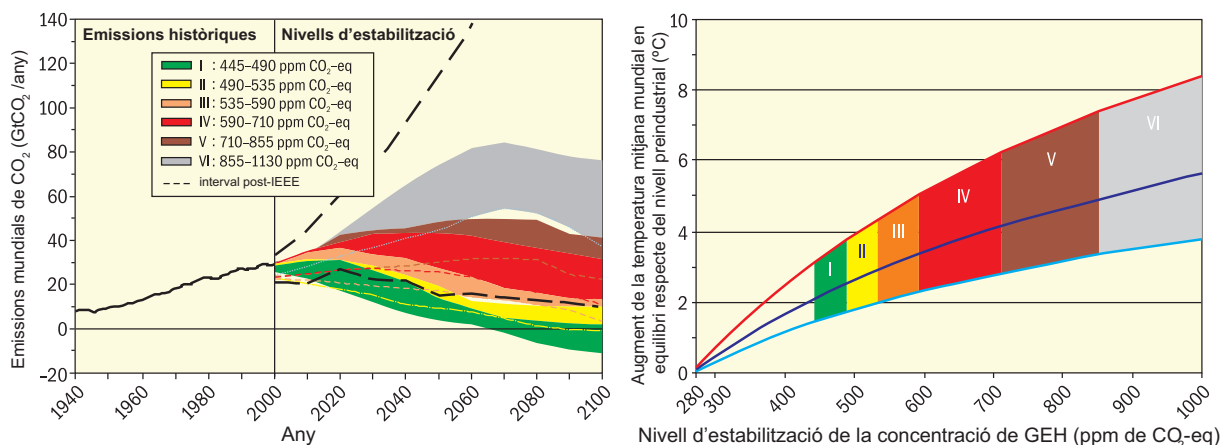
**Taula 6. Característiques dels escenaris d'estabilització posteriors al TIA i mitjana mundial de temperatura resultant en condicions d'equilibri a llarg termini i augment del nivell del mar degut únicament a l'increment tèrmic<sup>a</sup>**

Categoria	Concentració de CO <sub>2</sub> en la data d'estabilització (2005: 379 ppm) <sup>b</sup>	Concentració d'CO <sub>2</sub> -eq en la data d'estabilització, inclòs els GEH i aerosols (2005: 375 ppm) <sup>b</sup>	Any del nivell màxim d'emissions de CO <sub>2</sub> <sup>a, c</sup>	Variació de les emissions mundials de CO <sub>2</sub> el 2050 (percentatge del nivell d'emissions el 2000) <sup>a, c</sup>	Augment de la mitjana mundial de temperatura per sobre dels nivells preindustrials en equilibri, en base a una "estimació òptima" de la sensibilitat climàtica <sup>d, e</sup>	Mitjana mundial de l'augment del nivell del mar per sobre dels nivells preindustrials en condicions d'equilibri per efecte únicament de l'increment tèrmic <sup>f</sup>	Nombre d'escenaris examinats
	ppm	ppm	any	percentatge	°C	metres	
I	350-400	445-490	2000-2015	-85 a -50	2,0-2,4	0,4-1,4	6
II	400-440	490-535	2000-2020	-60 a -30	2,4-2,8	0,5-1,7	18
III	440-485	535-590	2010-2030	-30 a +5	2,8-3,2	0,6-1,9	21
IV	485-570	590-710	2020-2060	+10 a +60	3,2-4,0	0,6-2,4	118
V	570-660	710-855	2050-2080	+25 a +85	4,0-4,9	0,8-2,9	9
VI	660-790	855-1130	2060-2090	+90 a +140	4,9-6,1	1,0-3,7	5

Notes:

- a) En els estudis de mitigació examinats aquí, el nivell de reducció d'emissions necessari per assolir un nivell determinat d'estabilització podria estar subestimat per la manca de consideració dels impactes retroactius del cicle de carboni (vegeu també l'apartat Tema 2 de l'*Informe de síntesi* complet).
- b) Les concentracions de CO<sub>2</sub> a l'atmosfera es van estimar en 379 ppm el 2005. L'estimació òptima de la concentració total d'CO<sub>2</sub>-eq el 2005 per a tots els GEH de llarga permanència és d'aproximadament 455 ppm, mentre que el valor corresponent, inclòs l'efecte net de tots els agents provocats de forma antropogènica és de 375 ppm d'eq-CO<sub>2</sub>.
- c) Els intervals de valors corresponen a percentatges del 15 al 85 de la distribució d'escenaris posteriors al TIA. S'indiquen les emissions de CO<sub>2</sub> a fi de poder comparar els escenaris multigàs amb els escenaris de només CO<sub>2</sub> (vegeu figura 3).
- d) L'estimació òptima de la sensibilitat climàtica és de 3°C.
- e) Observeu que la mitjana mundial de la temperatura d'equilibri és diferent de l'esperat en la data d'estabilització de les concentracions de GEH per la inèrcia del sistema climàtic. En la majoria d'escenaris examinats, l'estabilització de les concentracions de GEH s'assoleix entre 2100 i 2150 (vegeu també la nota al peu de pàgina número 24).
- f) L'augment del nivell del mar en equilibri reflecteix únicament els efectes de la dilatació tèrmica i el nivell d'equilibri no s'assoleix durant, com a mínim, uns quants segles. Aquests valors han estat estimats mitjançant models del clima relativament simples (un MCGAO de baixa resolució i diversos models de complexitat intermitja del sistema terra) amb base a una estimació òptima de 3°C de sensibilitat climàtica i no inclouen l'aportació provinent de la fusió dels mantells de gel, glaceres i casquets polars. Segons les projeccions, l'increment tèrmic a llarg termini produirà un augment d'entre 0,2-0,6 m per grau Celsius d'escalfament mitjà mundial per sobre dels nivells preindustrials. (MCGAO: Model de Circulació General Atmosfera-Oceà).

### Emissions de CO<sub>2</sub> i augment de la temperatura en equilibri per a una sèrie de nivells d'estabilització



**Figura 11.** Emissions mundials de CO<sub>2</sub> per al període 1940-2000 i intervals d'emissions per a les categories d'escenaris d'estabilització que comprenen des de 2000 fins a 2100 (gràfic esquerra) i la corresponent relació entre l'objectiu d'estabilització i probable augment de la temperatura mitjana mundial en condicions d'equilibri per sobre dels nivells preindustrials (gràfic dreta). L'evolució fins el punt d'equilibri pot durar uns quants segles, especialment en escenaris amb nivells d'estabilització més alts. Les àrees de color representen els escenaris d'estabilització agrupats en funció de diferents objectius (categories d'estabilització I a IV). Al gràfic dret s'indiquen els valors mitjans mundials de temperatura respecte dels nivells preindustrials en base a 1) una sensibilitat climàtica de 3°C segons "l'estimació òptima" (línia negra central de la regió enfosquida), 2) una cota superior de l'interval probable de sensibilitats climàtiques de 4,5°C (línia vermella del contorn superior de la regió enfosquida), 3) una cota inferior de l'interval probable de sensibilitats climàtiques de 2°C (línia blava inferior de la regió enfosquida). Les línies negres discontinues del gràfic a la esquerra representen l'interval d'emissions contemplat als escenaris de referència recents publicats des de l'IEEE (2000). Els intervals d'emissions dels escenaris d'estabilització comprenen escenaris de només CO<sub>2</sub> i multigtàs i es corresponen amb el percentil 10-90 de la distribució total d'escenaris.

Nota: A la majoria dels models, les emissions de CO<sub>2</sub> no inclouen el procedent de la descomposició de la biomassa que queda sobre el sòl després de la tala i desforestació, ni dels incendis de torba o dels sòls de torba drenats.

**Els costos macroeconòmics de la mitigació solen augmentar al mateix temps que la rigidesa de l'objectiu d'estabilització (taula 7). En determinats països i sectors, els costos variaran considerablement respecte de la mitjana mundial.<sup>25</sup>**

El 2050, la mitjana de costos macroeconòmics mundials de la mitigació necessària per assolir l'estabilització entre 710 i 445 ppm d'CO<sub>2</sub>-eq representa entre un augment de l'1% i una disminució del 5,5% del PIB mundial (taula 7). Aquests valors corresponen a una ralentització mitjana del creixement mundial anual del PIB de menys de 0,12 punts percentuals.

**Taula 7. Costos macroeconòmics mundials estimats el 2030 i el 2050. Els costos estan basats en els valors base de les trajectòries de més baix cost per arribar a diferents nivells d'estabilització a llarg termini**

Nivells d'estabilització	Reducció mitjana del PIB <sup>a</sup> (%)		Rang de reducció del PIB <sup>b</sup> (%)		Reducció mitjana anual del creixement del PIB (punts percentuals) <sup>c,e</sup>	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
445 – 535d	No disponible		<3	<5,5	<0,12	<0,12
535 – 590	0,6	1,3	0,2-2,5	lleugerament negatiu a 4	<0,1	<0,1
590 – 710	0,2	0,5	-0,6-1,2	-1 a 2	<0,06	<0,05

Notes:  
 Els valors indicats en aquesta taula corresponen al conjunt de publicacions científiques respecte tots els valors de referència i escenaris de mitigació que donen valors numèrics de PIB.  
 a) PIB mundial basat en els tipus de canvi del mercat.  
 b) S'indiquen, on correspon, els percentils 10 i 90 de les dades analitzades. Els valors negatius indiquen un augment del PIB. A la primera filera (445-535 ppm de CO<sub>2</sub>-eq) únicament s'indica l'estimació de la cota superior segons els articles publicats.  
 c) La reducció de la taxa de creixement anual es calcula en base a la mitjana de reducció que, durant el període estudiat, comportaria la disminució del PIB assenyalada d'aquí a 2030 i 2050, respectivament.  
 d) El nombre d'estudis és relativament petit i els seus valors de referència (*baselines*) solen ser baixos. Els valors de referència de les emissions més alts acostumen a donar costos més elevats.  
 e) Aquests valors corresponen a l'estimació més alta de la reducció del PIB, columna 3.

<sup>25</sup>Vegeu la nota a peu de pàgina núm. 20 per a més detalls sobre les estimacions de costos i els supòsits amb què treballen els models.



**La resposta al canvi climàtic comporta un procés de gestió de riscos iteratiu que comprèn tant mesures d'adaptació com de mitigació i que té presents els danys, els cobeneficis, la sostenibilitat, l'equitat i les actituds davant del risc en relació amb el canvi climàtic.**

És molt probable que els impactes del canvi climàtic imposin un cost anual net que augmenti a mesura que ho facin les temperatures mundials. Les estimacions del cost social del carboni<sup>26</sup> el 2005 indiquen una mitjana de 12\$ per tona de CO<sub>2</sub>, però amb un total de 100 estimacions l'interval de valors és ampli (de -3\$ a 95\$/tCO<sub>2</sub>). Això es deu en gran part a diferències respecte les teories sobre la sensibilitat climàtica, lentitud de resposta a les proves tècniques, al tractament dels riscos i aspectes econòmics, als impactes econòmics i no econòmics, la inclusió de pèrdues potencialment catastròfiques i les taxes de descompte. Les estimacions del cost global amaguen importants diferències en els impactes segons el sector, regió o població i, molt probablement, subestimen el cost dels danys, ja que poden incloure un gran nombre d'impactes no quantificables.

Un nombre limitat de resultats analítics inicials obtinguts d'anàlisis integrades de costos i beneficis de la mitigació indiquen que són aproximadament equiparables en magnitud, tot i que encara no es poden determinar inequívocament una trajectòria d'emissions o un nivell d'estabilització en què els beneficis superin els costos.

La sensibilitat climàtica és una incertesa clau en els escenaris de mitigació amb determinats nivells de temperatura.

L'elecció d'un determinat nivell de mitigació dels GEH i de l'escala temporal ha d'incloure una anàlisi comparativa entre els costos econòmics que comportaria una reducció més ràpida de les emissions en l'actualitat i els riscos climàtics a mitjà i llarg termini que comportaria una reducció més tardana.

---

<sup>26</sup> Costos econòmics nets dels danys causats pel canvi climàtic, totalitzats per al conjunt del planeta i ajustats respecte de l'any en qüestió.

