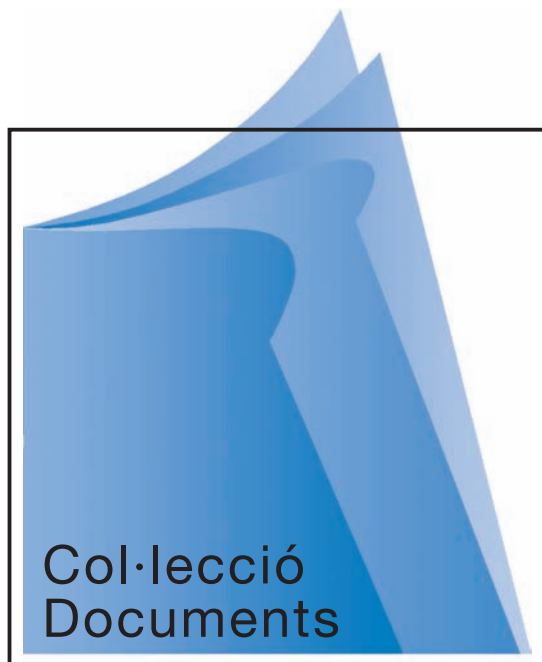


IV Informe d'Avaluació de l'IPCC

base científica, impactes, adaptació i mitigació



IV Informe d'Avaluació de l'IPCC:
base científica, impactes, adaptació i mitigació

BIBLIOTECA DE CATALUNYA. DADES CIP:

IV Informe d'Avaluació de l'IPCC : base científica, adaptació i mitigació. - (Col·lecció documents ; 17)

Resums dels informes presentats pels grups de treball I, II i III del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic

ISBN 978-84-393-7603-3

I. Romaní, Joan M., ed. II. Cazorla i Clarisó, Xavier, ed. III. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Grupo de Trabajo I IV. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Grupo de Trabajo II V. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Grupo de Trabajo III VI. Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible (Catalunya) VII. Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge VIII. Col·lecció: Documents (Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge) ; 17

1. Canvis climàtics 2. Gasos efecte d'hivernacle - Aspectes ambientals
551.586

© Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

© Generalitat de Catalunya, 2007

Departament de Medi Ambient i Habitatge
www.mediambient.gencat.net

Departament de la Vicepresidència
Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS)
www.cat-sostenible.org i www.gencat.cat/cads

Novembre 2007

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

Revisió científica: Miquel Muñoz Cabré

Edició a cura de: Joan-Maria Romaní Olivé i Xavier Cazorla

Primera edició: novembre de 2007

Tiratge: 600 exemplars

Disseny i producció gràfica: Barcino Solucions Gràfiques S.L.

Impressió: Gràfiques APR

DL: B-52493-2007

ISBN: 84-393-7603-3

Aquesta publicació ha estat feta amb paper ecològic 100% (lliure de clor) estucat mat de 135 g i les cobertes en paper ecològic (lliure de clor) estucat mat de 250 g.



Sumari

Presentació	3
Introducció	5
Aportacions del Grup de Treball I: la base científica	11
Aportacions del Grup de Treball II: impactes, adaptació i vulnerabilitat	31
Aportacions del Grup de Treball III: mitigació	55

Presentació

La creació l'any 1988 del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) per l'Organització de les Nacions Unides i l'Organització Meteorològica Mundial va representar un pas molt important en la gestió de l'escalfament de l'atmosfera i de l'anàlisi de les seves conseqüències sobre el funcionament del món, el que s'anomena canvi climàtic. El grup reuneix la major part d'experts en canvi climàtic, tant en les seves vessants del medi físic com del medi social, i elabora documents que són, en cada moment, referència. L'IPCC elabora, conjuntament amb la representació dels països, documents de síntesi i resums per a polítics, que destil·len en no gaire pàgines els voluminosos informes elaborats periòdicament pel grup.

El canvi climàtic és un fenomen global però afecta i afectarà arreu de forma diferenciada. Per això convé saber com aquest problema ambiental es manifestarà a cada territori. Fa uns quants anys el Consell Assessor per al Desenvolupament Sostenible de Catalunya (CADS) va recollir iniciatives que s'havien formulat fins aleshores que indicaven la conveniència de fer un estudi sobre l'afectació del canvi climàtic a Catalunya i va promoure, juntament amb el Servei de Meteorologia de Catalunya i l'Institut d'Estudis Catalans, l'elaboració d'un estudi que es va publicar l'any 2005 sobre el canvi climàtic a Catalunya. En fer aquesta tasca es va prendre consciència que el coneixement que es tenia sobre aquesta qüestió ambiental a Catalunya era desigual. En algunes disciplines hi ha força persones que hi treballen i en altres els focus dels experts no tenen en compte el fenomen del canvi climàtic.

De l'informe, a banda dels documents escrits, en va sortir un grup d'una trentena de persones procedents majoritàriament però no exclusivament de la universitat i de centres de recerca i de disciplines diverses, coneixedores de la ciència del canvi climàtic que genèricament s'ha aixoplugat sota les sigles GECCC (Grup d'experts en canvi climàtic a Catalunya). El CADS, com a ens assessor de la Generalitat de Catalunya, considera que el tema del canvi climàtic és central en la seva activitat. Per això, conscient de la importància que el país disposi d'un grup de persones coneixedores dels problemes del canvi climàtic estructurat ha donat suport al GECCC juntament amb la Fundació Catalana per a la Recerca i el Departament d'Innovació, Universitats i Empresa.

Enguany s'han fet públiques amb una gran repercussió en l'opinió pública les conclusions del quart informe global d'assessorament, del qual aquesta publicació que aquí es presenta n'és la traducció al català. Aquests documents configuren un entorn en el qual es confirma, una altra vegada, que el canvi climàtic és un problema creixent, del qual es comencen a mesurar les seves conseqüències, la qual cosa porta a pensar que cal actuar amb celeritat. Amb la publicació en català el CADS no fa sinó complir en la seva tasca d'assessorament als poders públics del país posant a disposició de tothom la versió traduïda dels documents més importants que l'IPCC ha fet aquest any 2007. En aquesta tasca el CADS, adscrit al Departament de la Vicepresidència, conjuntament amb el Departament de Medi Ambient i Habitatge, en el futur creuen que han de seguir actius col·laborant en la difusió del coneixement sobre el canvi climàtic i en totes les accions que siguin útils per tal que el nostre país actui i s'adapti a aquest problema ambiental.

Gabriel Ferraté
*President del Consell Assessor per al
Desenvolupament Sostenible (CADS)*

Josep Enric Llebot
*Grup d'Experts en Canvi
Climàtic de Catalunya (GECCC)*

Introducció

El Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) va ser establert pel Programa de Nacions Unides per al Medi Ambient (PNUMA) i l'Organització Meteorològica Mundial (OMM) l'any 1988. L'activitat principal de l'IPCC és avaluar i proporcionar una visió clara i equilibrada dels coneixements existents sobre el canvi climàtic, tant de caire científic com tècnic i socioeconòmic.

L'IPCC no realitza recerca per si mateix, ni realitza el monitoratge de dades relatives al canvi climàtic, i les seves avaluacions es basen en literatura tècnica i científica, publicada en revistes, diaris i documents tècnics. L'IPCC és un ens independent, obert a tots els països membres del PNUMA i l'OMM. La feina i qualitat de l'IPCC i els nombrosos científics que el componen han estat reconeguts en nombroses ocasions. La més notable ha estat l'atorgament l'any 2007 del Premi Nobel de la Pau a l'IPCC per "els seus esforços per generar i disseminar coneixement sobre el canvi climàtic causat pels humans, i per establir els fonaments per a les mesures necessàries per contrarestar aquest canvi".

L'IPCC s'estructura en tres grups de treball, centrats en les àrees següents:

- Grup de Treball I: avalua els aspectes científics del clima i del canvi climàtic.
- Grup de Treball II: avalua les qüestions relatives a la vulnerabilitat dels éssers humans i els sistemes naturals davant el canvi climàtic, les seves conseqüències, i la possibilitat d'adaptació a aquests canvis.
- Grup de Treball III: avalua les possibilitats de limitar les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle i mitigar el canvi climàtic en general.

L'IPCC també compta amb un Grup sobre Inventaris Nacionals d'Emissions de Gasos amb Efecte d'Hivernacle. El Grup és responsable d'elaborar i revisar metodologia i programes informàtics per al càlcul de les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle, i de promoure l'ús d'aquesta metodologia per part dels països participants en l'IPCC i en el Conveni Marc de Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic (UNFCCC). Aquestes activitats es duen a terme en el marc del Programa d'Inventaris Nacionals d'Emissions de Gasos amb Efecte d'Hivernacle.

El secretariat de l'IPCC, format per trenta membres electes, el President, Rajendra Pachauri, i el Secretari General, Renate Christ, juntament amb la secretaria, basada a Ginebra, Suïssa, s'encarreguen de coordinar i fer el monitoratge del progrés en les tasques de l'IPCC.

Una d'aquestes tasques és l'elaboració, a intervals regulars, d'Informes d'Avaluació exhaustius i rigorosament documentats que resumeixen l'estat del coneixement i futures projeccions per al canvi climàtic, els seus impactes, i les possibles mesures de mitigació. Des de la seva creació, l'IPCC ha publicat tres informes d'avaluació els anys 1990, 1995 i 2001. El que ens ocupa és el Quart Informe d'Avaluació (2007). L'IPCC també prepara altres informes més específics, anomenats *Informes Especials*, en àrees com, per exemple, la captura i emmagatzematge de carboni, les interaccions entre la capa d'ozó i el canvi climàtic, o transferència de tecnologia.

En l'elaboració del Quart Informe d'Avaluació han participat més de 2.500 revisors experts, 800 autors, 450 autors principals i governs de 130 països. El Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC està estructurat en tres parts, una per cada grup de treball. Cada contribució dels grups de treball compta amb l'informe en si, un Resum Tècnic, un Resum Executiu, i un Resum per a polítics. Els resums per a responsables polítics estan sotmesos a un procés molt rigorós de revisió, que consta de tres etapes. En la primera etapa de revisió, l'esborrany preparat pels autors principals circula àmpliament entre els experts en cada camp, que hi fan comentaris. En la segona etapa, el segon esborrany circula entre els experts i els governs de països membres de l'IPCC. La tercera etapa consisteix en la negociació final del text, paraula per paraula, per part dels governs. Aquesta negociació es realitza durant una sessió plenària dels grups de treball. Les negociacions dels grups de treball I, II i III es van dur a terme respectivament a París el febrer, a Brussel·les l'abril i a Bangkok el maig de 2007. A més de les contribucions de cada grup, l'Informe d'Avaluació compta amb un Informe de Síntesi, que combina i resumeix els resultats dels tres grups de treball, i un Resum per a Polítics de l'Informe de Síntesi. El Resum per a Polítics de l'Informe de Síntesi està subjecte al mateix procés rigorós d'aprovació i revisió que els grups de treball, amb les negociacions finals a València, el Novembre de 2007.

La importància dels informes d'avaluació va molt més enllà d'un compendi de la informació existent. Atès el seu procés d'elaboració, amb la participació d'un gran nombre d'experts, les múltiples revisions tant per part d'experts com de governs, i la seva naturalesa político-científica, els informes de l'IPCC són la font amb més autoritat que existeix respecte al canvi climàtic. Els informes de l'IPCC han tingut històricament una importància clau en la resposta internacional al canvi climàtic. Així per exemple, el Primer Informe d'Avaluació (1990) es

considera que va ser clau en la negociació de l'UNFCCC, signat durant la Conferència Mundial sobre Medi Ambient i Desenvolupament (Rio de Janeiro, juny de 1992). D'igual manera, el Segon Informe d'Avaluació (1995) va contribuir a la redacció i aprovació del Protocol de Kyoto, l'any 1997. El Tercer Informe d'Avaluació (2001) va influir en les negociacions i acord final en el que es coneix com els Acords de Marrakesh (2001), el paquet de mesures que permetia operacionalitzar el Protocol de Kyoto. S'espera que el Quart Informe d'Avaluació tingui una gran influència en les negociacions per al futur règim internacional per combatre el canvi climàtic en el període posterior al 2012, quan expiren els objectius del Protocol de Kyoto. Aquesta rellevància és, probablement, una de les principals raons per a l'atorgament del Premi Nobel a l'IPCC.

Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC

El quart informe d'avaluació de l'IPCC consta de quatre volums, fets públics al llarg de l'any 2007. Comparat amb l'informe del 2001, el quart informe d'avaluació posa més èmfasi en la integració del canvi climàtic i el desenvolupament sostenible, així com les relacions entre mitigació i adaptació. El quart informe d'avaluació dóna especial atenció a assumptes regionals, risc i incertesa, tecnologia i temes d'aigua. Un informe tan extens i ben documentat, amb tantes troballes rellevants, no es presta a treure'n conclusions principals. Cada lector farà una lectura diferent de l'informe, segons els seus interessos particulars. Dit això, si haguéssim de resumir les tres principals conclusions del quart informe d'avaluació, aquestes serien:

- 1) el canvi climàtic és inequívoc,
- 2) causat per les activitats humanes, i
- 3) els costos de mitigació són menors que els impactes a llarg termini.

A continuació s'expliquen amb més detall els continguts de les contribucions dels tres grups de treball al Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC.

Grup de Treball I

La contribució del Grup de Treball I al Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC, titulada *Canvi Climàtic 2007: la base científica*, avalua el coneixement científic existent respecte a les causes del canvi climàtic, tant naturals com induïdes pels humans, els canvis observats en el clima i sistemes naturals i gestionats, la capacitat d'atribuir científicament els canvis a diferents causes, i projeccions de canvis futurs en el clima. L'informe inclou informació sobre canvis en gasos amb efecte d'hivernacle i aerosols a l'atmosfera, i com afecten el clima; proporciona detalls de canvis recents en els patrons de pluja, glaceres, capes de gel, temperatures a l'aire, superfície terrestre i oceans, i considera grans quantitats d'informació de satèl·lits i altres fonts que no s'havien avaluat prèviament. Una nova secció proporciona una perspectiva paleoclimàtica, considerant el que se sap sobre els períodes freds i càlids en el passat, i el coneixement dels processos climàtics que se'n pot deduir. L'informe avalua nova informació sobre les interaccions i retroaccions entre el canvi climàtic, la biosfera, els oceans i la química dels sòls. Els models de canvi climàtic més recents són avaluats amb detall, així com la seva utilització per explicar l'efecte de determinats factors en el canvi climàtic observat. Es fa una consideració general de les projeccions futures de canvi climàtic que cobreixen el futur proper, el grau de canvi climàtic inevitable a causa de l'augment existent en la concentració de gasos amb efecte d'hivernacle, i un ventall de futurs canvis en el clima a llarg termini. L'informe considera els patrons de canvi climàtic en el futur tant a nivell global com regional.

Les principals troballes i aportacions del Grup de Treball I inclouen les següents:

- Es determina que hi ha més d'un 90% de possibilitats que l'activitat humana hagi contribuït al canvi climàtic recent.
- Es fan projeccions de l'augment del nivell del mar a finals del segle XXI (dècada 2090-2099) d'entre 18 cm i 59 cm segons els escenaris utilitzats.
- Es fan projeccions de l'augment de la temperatura global a finals del segle XXI (dècada 2090-2099) d'entre 1,1 °C i 6,4 °C segons els escenaris utilitzats. Independentment dels escenaris, es preveu que en les propers dècades la temperatura global augmenti 0,2 °C per dècada.
- Es preveu un augment en el nombre i intensitat dels esdeveniments extrems, així com un augment en els canvis observats en el sistema climàtic.

Grup de Treball II

L'informe del Grup de Treball II, titulat *Canvi Climàtic 2007: impactes, adaptació i vulnerabilitat*, considera els aspectes científics, tècnics, ambientals, econòmics i socials de la vulnerabilitat al canvi climàtic, i les conseqüències negatives i positives per als sistemes ecològics, els sectors socioeconòmics, i la salut humana, amb èmfasis en aspectes regionals, sectorials i transsectorials.

L'informe proporciona una anàlisi detallada dels canvis observats en els sistemes naturals i humans, i la relació entre els canvis observats i el canvi climàtic, així com una detallada avaluació de les projeccions futures de la vulnerabilitat, impactes, i mesures d'adaptació per als principals sectors i regions. Els sectors considerats són els recursos hídrics, els ecosistemes, els aliments, fibra i productes forestals, els sistemes costaners, indústria, assentaments i societat, i salut. Les regions considerades inclouen tots els continents, les illes petites i les regions polars. L'informe proporciona exemples de canvis en la criosfera, els sistemes hídrics, els sistemes biològics terrestres, els sistemes marins i d'aigua dolça i l'acidificació de l'oceà, i determina que el canvi climàtic antropogènic ha tingut una influència discernible en aquests canvis. S'identifiquen impactes observats i previstos del canvi climàtic, incloent-hi canvis en els sistemes naturals, inundacions, sequeres i fam.

Les principals troballes i aportacions del Grup de treball II inclouen les següents:

- Es presenta evidència acumulada que els canvis en molts sistemes físics i biològics estan lligats al canvi climàtic.
- Es determina que és probable que entre el 20 i el 30 per cent de les espècies de plantes i animals s'extingeixin si la temperatura global augmenta més d'1,5-2 °C.
- Es determina que centenars de milions de persones estaran exposades a un augment de l'estrès hídric, i molts milions més estaran exposades a inundacions cada any.
- Es determina que l'accés als aliments es veurà seriosament compromès en molts països africans.
- Es determina que el canvi climàtic tindrà conseqüències negatives per al desenvolupament sostenible.
- Es determina que serà necessària una adaptació als impactes deguts al canvi climàtic que ja són inevitables. Molts impactes es poden evitar, reduir o endarrerir, però, amb mesures de mitigació.

Grup de Treball III

L'informe del Grup de Treball III, titulat *Canvi Climàtic 2007: mitigació del canvi climàtic*, analitza les opcions de mitigació per als principals sectors en el futur proper, i considera aspectes transsectorials tals com sinergies, cobeneficis, compromisos, i lligams amb altres polítiques i els seus objectius. Els sectors considerats són l'energia, el transport, els edificis, la indústria, l'agricultura, la silvicultura, els residus i la geo-enginyeria. També es consideren altres aspectes tals com canvis d'estil de vida o polítiques contra la contaminació atmosfèrica. L'informe proporciona informació en estratègies de mitigació a llarg termini amb diferents nivells d'estabilització, amb especial atenció a les implicacions de les estratègies a curt termini per assolir els objectius a llarg termini, així com les diferències entre els estudis ascendents (bottom-up) i descendents (top-down).

Les principals troballes i aportacions del Grup de treball III inclouen les següents:

- Es determina que les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle han augmentat un 70% des de 1970, i amb les polítiques existents, es projecta que continuïn creixent durant les properes dècades.
- S'identifica l'existència d'un potencial econòmic significatiu per mitigar emissions, tant a curt com a mitjà i llarg termini. Aquest potencial està repartit en diferent sectors, i és el sector de l'edificació el que té un potencial més elevat de mitigació a mitjà termini.
- S'afirma que una assignació de preus a les emissions de carboni crearia incentius per reduir emissions.
- Es proporcionen estimacions per a la proporció de l'energia d'origen renovable i nuclear el 2030.
- Es considera el rol de les polítiques, la tecnologia i els canvis d'estil de vida en la mitigació.
- Es destaca el nexa entre mitigació i desenvolupament sostenible.

Informe de Síntesi

L'informe de síntesi és elaborat un cop que ja s'han aprovat les contribucions dels diferents grups de treball. Com el seu nom suggereix, l'informe de síntesi sintetitza les principals troballes dels grups de treball, però també destaca aspectes transversals entre els diferents grups. L'informe proporciona una visió científica general del canvi climàtic que integra i resumeix tota la informació dels informes dels grups de treball en sis àrees:

- 1) observacions del canvi climàtic i els seus efectes
- 2) causes del canvi climàtic
- 3) impactes del canvi climàtic en el curt i llarg termini en diferents escenaris
- 4) opcions d'adaptació i mitigació i relacions amb el desenvolupament sostenible a nivell global i regional
- 5) la perspectiva a llarg termini d'aspectes científics i socioeconòmics de l'adaptació i la mitigació, consistents amb els objectius de la UNFCCC i en el context del desenvolupament sostenible, i
- 6) incerteses clau.

Tractament de la incertesa al Quart Informe d'Avaluació

Un tractament consistent i transparent de la incertesa és de gran importància per a la credibilitat i rigor dels informes de l'IPCC. El tractament de la incertesa inclou aspectes com l'ús del judici expert, la quantificació de la incertesa, i la comunicació als lectors del nivell d'incertesa i credibilitat de les troballes. Un dels principals obstacles que impedeix un tractament homogeni de la incertesa en els diferents capítols del Quart Informe d'Avaluació rau en el fet que els materials avaluats provenen de diferents disciplines, i cada disciplina té un enfocament diferent en el tractament de la incertesa. La naturalesa de la informació, indicadors i tècniques analítiques utilitzades és diferent, per exemple, entre les ciències naturals i les ciències socials

Hi ha dos tipus principals d'incertesa, les incerteses quantitatives i les incerteses estructurals. Les incerteses quantitatives resulten de la determinació incompleta d'un valor o resultat particular, per exemple quan la informació és inexacta o no és completament representativa del fenomen d'interès. Les incerteses estructurals resulten d'una comprensió incompleta dels processos que determinen un valor o resultat particular, per exemple, quan el marc conceptual o el model utilitzat no incorporen tots els processos i funcions rellevants. Les incerteses quantitatives normalment s'estimen amb tècniques estadístiques, i s'expressen de manera probabilística. Les incerteses estructurals s'expressen donant el judici col·lectiu dels autors i la seva percepció de la fiabilitat d'un resultat. En tots dos casos, l'estimació de les incerteses és intrínsecament una descripció dels límits del coneixement, i per aquest motiu implica el judici expert de l'estat del coneixement. Un tipus diferent d'incertesa és resultat de sistemes caòtics o no deterministes, i això limita la capacitat de projectar tots els aspectes del canvi climàtic i els seus impactes.

L'IPCC ha volgut fer especial atenció als aspectes formals del tractament de la incertesa en el Quart Informe d'Avaluació. Per tal de promoure consistència en el tractament de la incertesa per part dels tres grups de treball, l'IPCC va preparar una guia interna per a autors principals sobre el tractament de la incertesa. Aquesta guia, entre d'altres punts, insta els autors a considerar totes les fonts plausibles d'incertesa, incloent els tipus ja mencionats:

- **Incertesa estructural:** per exemple, models inadequats, marcs conceptuals incomplets o en competència, definicions ambigües o fronteres del sistema indefinides.
- **Incertesa quantitativa:** informació errònia o incompleta, resolució espacial o temporal inadequada, paràmetres poc coneguts o variables.
- **Imprevisibilitat:** per exemple, sistemes caòtics, projeccions de la conducta humana, o evolució de sistemes polítics.

La guia també suggereix als autors de mantenir una traçabilitat en els judicis experts, proporciona consell sobre com orientar aspectes específics, destaca la importància de comunicar curosament, amb vocabulari adient i calibrat, i proposa tres taules amb llenguatge calibrat.

En l'elaboració del Quart Informe d'Avaluació, cada grup de treball ha adoptat alguna de les propostes de la guia en el seu tractament de la incertesa, modificant-les lleugerament. D'aquesta manera, tot i que la tasca dels diferents grups de treball ha estat influida per les mateixes consideracions, el tractament de la incertesa difereix d'un grup a un altre. Per a més complicació, el tractament de la incertesa en els Resums per a Polítics de cada

grup de treball, no necessàriament es correspon amb el tractament en l'informe d'avaluació, i normalment es tracta d'una versió abreujada o simplificada. Els grups de treball I i II fan servir un tractament de la incertesa que estima quantitativament la probabilitat que un esdeveniment succeeixi o hagi succeït, així com la fiabilitat d'una afirmació, basada en el judici expert de la ciència subjacent. Aquest tractament s'expressa mitjançant un llenguatge calibrat que es recull en la taula següent, on es recull quin ús fa cada grup dels diferents termes calibrats.

Probabilitat				Fiabilitat			
Terminologia	Probabilitat que passi*	Grup de Treball I	Grup de Treball II	Terminologia	Grau de fiabilitat**	Grup de Treball I	Grup de Treball II
Virtualment cert	> 99%	X	X	Fiabilitat molt gran	9 de 10	X	X
Extremadament probable	> 95%	X		Fiabilitat gran	8 de 10	X	X
Molt probable	> 90%	X	X	Fiabilitat mitjana	5 de 10		X
Probable	> 66%	X	X	Fiabilitat baixa	2 de 10		X
Més probable que no	> 50%	X		Fiabilitat molt baixa	1 de 10		X
Tan probable com no	33% a 66%		X	* Basada en una anàlisi quantitativa o en l'elucidació de judici expert. ** Basat en judicis experts sobre la fiabilitat de la ciència subjacent.			
Improbable	< 33%	X	X				
Molt improbable	< 10%	X					
Extremament improbable	< 5%	X					
Excepcionalment improbable	< 1%		X				

El Grup de Treball III utilitza una representació de la incertesa diferent que els grups I i II. En el seu informe, el Grup III explica que els enfocaments de probabilitat i fiabilitat són poc aplicables per tractar les incerteses específiques de l'informe de mitigació, ja que aquest té en compte les eleccions humanes. El Grup III utilitza una escala bidimensional per al tractament de la incertesa, basada en l'opinió experta dels autors sobre el nivell d'acord en la literatura científica pel que fa a un resultat particular (nivell d'acord) i el nombre i qualitat de les fonts independents en què es basen els resultats (quantitat d'evidència). No es tracta d'un enfocament quantitatiu, del qual se'n puguin derivar probabilitats associades a la incertesa. En la taula següent es recull el tractament de la incertesa del Grup de Treball III.

Nivell d'acord (sobre un resultat concret)		
Ampli acord, evidència limitada	Ampli acord, evidència mitjana	Ampli acord, molta evidència
Acord mitjà, evidència limitada	Acord mitjà, evidència mitjana	Acord mitjà, molta evidència
Acord escàs, evidència limitada	Acord escàs, evidència mitjana	Acord escàs, molta evidència
Quantitat d'evidència (nombre i qualitat de fonts independents)		

Aportacions del Grup de Treball I* al Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC: la base científica

Resum per als responsables polítics

Aquest resum per als responsables polítics va ser aprovat formalment a la 10a Sessió del Grup de Treball I de l'IPCC celebrada a París el febrer de 2007.

* Els documents originals es poden consultar a les adreces següents:

Resum per a responsables polítics (SPM): www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_SPM.pdf

Resum tècnic (TS): www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/Report/AR4WG1_Print_TS.pdf

Resum complet: www.ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html

Autors principals:

Richard Alley, Terje Berntsen, Nathaniel L. Bindoff, Zhenlin Chen, Amnat Chidthaisong, Pierre Friedlingstein, Jonathan Gregory, Gabriele Hegerl, Martin Heimann, Bruce Hewitson, Brian Hoskins, Fortunat Joos, Jean Jouzel, Vladimir Kattsov, Ulrike Lohmann, Martin Manning, Taroh Matsuno, Mario Molina, Neville Nicholls, Jonathan Overpeck, Dahe Qin, Graciela Raga, Venkatachalam Ramaswamy, Jiawen Ren, Matilde Rusticucci, Susan Solomon, Richard Somerville, Thomas F. Stocker, Peter Stott, Ronald J. Stouffer, Penny Whetton, Richard A. Wood i David Wratt.

Autors col·laboradors:

Julie Arblaster, Guy Brasseur, Jens Hesselbjerg Christensen, Kenneth Denman, David W. Fahey, Piers Forster, Eystein Jansen, Philip D. Jones, Reto Knutti, Hervé Le Treut, Peter Lemke, Gerald Meehl, Philip Mote, David Randall, Daíthí A. Stone, Kevin E. Trenberth, Jürgen Willebrand i Francis Zwiers.

Introducció

L'aportació del Grup de Treball I al Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC descriu els avenços assolits en la comprensió dels impulsors, tant humans com naturals, del canvi climàtic,¹ el canvi climàtic observat, els processos climàtics i la seva assignació, així com les estimacions del futur canvi climàtic previst. Parteix de les anteriors avaluacions de l'IPCC i incorpora nous resultats corresponents als darrers sis anys de recerca. Els progressos científics des del Tercer Informe d'Avaluació es basen en grans quantitats de noves dades més exhaustives, en anàlisis més sofisticades d'informació, millores en la comprensió dels processos i la seva simulació en models, i en una exploració més àmplia dels intervals d'incertesa.

El fonament dels paràgrafs substantius d'aquest Resum per als responsables polítics es pot consultar en els apartats dels capítols que s'indiquen entre claus.

Impulsors humans i naturals del canvi climàtic

Els canvis en l'abundància atmosfèrica dels gasos amb efecte d'hivernacle i els aerosols, en la radiació solar i en les propietats de la superfície terrestre alteren l'equilibri energètic del sistema climàtic. Aquests canvis s'expressen en termes de forçament radiatiu,² mesura que s'utilitza per comparar de quina manera una sèrie de factors humans i naturals impulsen les influències d'escalfament o refredament del clima del planeta. Des del Tercer Informe d'Avaluació, les noves observacions i modelitzacions de gasos amb efecte d'hivernacle, l'activitat solar, les propietats de la superfície terrestre i certs aspectes dels aerosols han incorporat millores en les estimacions quantitatives del forçament radiatiu.

Les concentracions atmosfèriques globals de diòxid de carboni, metà i òxid nítrós han augmentat notablement des del 1750 arran de les activitats humanes, i actualment superen amb escreix els valors preindustrials determinats a partir de testimonis de gel que abasten molts milers d'anys (vegeu la figura SPM-1). Els increments globals en la concentració de diòxid de carboni són deguts principalment a l'ús de combustibles fòssils i al canvi en els usos del sòl, mentre que els de metà i òxid nítrós són deguts principalment a l'agricultura. {2.3, 6.4, 7.3}.

- El diòxid de carboni és el gas amb efecte d'hivernacle antropogènic més important (vegeu la figura SPM-2). La concentració atmosfèrica global de diòxid de carboni ha augmentat des d'un valor preindustrial aproximat de 280 ppm fins a 379 ppm³ el 2005. La concentració atmosfèrica de diòxid de carboni del 2005, determinada a partir dels testimonis de gel, supera amb escreix l'interval natural registrat al llarg dels darrers 650.000 anys (de 180 a 300 ppm). La taxa de creixement anual de la concentració de diòxid de carboni ha estat més gran durant els darrers 10 anys (mitjana del període 1995-2005: 1,9 ppm per any) que des de l'inici dels mesuraments atmosfèrics directes continus (mitjana del període 1960-2005: 1,4 ppm per any), tot i que les taxes de creixement presenten una variabilitat interanual {2.3, 7.3}.

¹ El terme *canvi climàtic* en l'ús de l'IPCC es refereix a qualsevol canvi produït en el clima al llarg del temps, tant si és a causa de la variabilitat natural o com a resultat de l'activitat humana. Aquest ús difereix de l'emprat pel Conveni Marc de Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, en què el terme *canvi climàtic* fa referència a un canvi del clima que s'atribueix directament o indirectament a l'activitat humana que altera la composició de l'atmosfera del planeta i que és addicional a la variabilitat climàtica natural observada a través de períodes de temps comparables.

² El forçament radiatiu és una mesura de la influència que té un factor per alterar l'equilibri de l'energia entrant i sortint en el sistema atmosfèric terrestre i, també, és un índex de la importància del factor com a mecanisme potencial del canvi climàtic. El forçament positiu tendeix a escalfar la superfície, mentre que el forçament negatiu tendeix a refredar-la. En aquest informe, els valors del forçament radiatiu corresponen a l'any 2005 i s'expressen, en relació amb les condicions preindustrials definides el 1750, en watts per metre quadrat ($W m^{-2}$). Vegeu el glossari i l'apartat 2.2 per ampliar detalls.

³ ppm (parts per milió) o ppb (parts per mil milions) és la proporció entre el nombre de molècules de gasos amb efecte d'hivernacle i el nombre total de molècules d'aire sec. Per exemple: 300 ppm equivalen a 300 molècules de gas amb efecte d'hivernacle per milió de molècules d'aire sec.

⁴ Les emissions de diòxid de carboni fòssil inclouen les procedents de la producció, la distribució i el consum de combustibles fòssils i com a productes derivats de la producció de ciment. Una emissió d'1 GtC correspon a 3,67 GtCO₂.

- La font principal de l'augment de la concentració atmosfèrica de diòxid de carboni des del període preindustrial rau en l'ús de combustibles fòssils. El canvi en els usos del sòl també hi ha contribuït d'una manera significativa, però menor. Les emissions anuals de diòxid de carboni fòssil ⁴ han augmentat des d'una mitjana de 6,4 (de 6,0 a 6,8)⁵ gigatonnes de carboni (GtC) (23,5 [de 22,0 a 25,0] GtCO₂) per any, la dècada dels noranta, a 7,2 (de 6,9 a 7,5) GtC (26,4 [de 25,3 a 27,5] GtCO₂) per any en el període 2000-2005 (les dades del 2004 i el 2005 són estimacions provisionals). S'estima que les emissions de diòxid de carboni associades als canvis en els usos del sòl són d'1,6 (de 0,5 a 2,7) GtC (5,9 [d'1,8 a 9,9] GtCO₂) per any al llarg de la dècada dels noranta, tot i que el grau d'incertesa d'aquestes estimacions és elevat {7.3}.

Canvis en els gasos amb efecte d'hivernacle determinats a partir de testimonis de gel i dades modernes

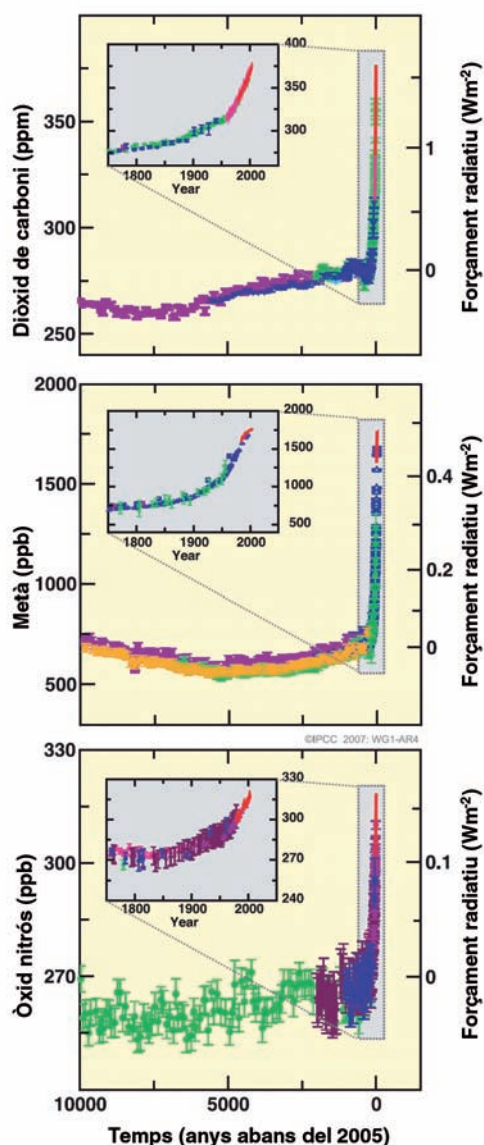


Figura SPM.1. Concentracions atmosfèriques de diòxid de carboni, metà i òxid nítrós al llarg dels darrers 10.000 anys (quadres grans) i des del 1750 (quadres auxiliars). S'il·lustren els mesuraments dels testimonis de gel (símbols amb colors diferents per a estudis diferents) i mostres atmosfèriques (línies vermelles). Els forçaments radiatius corresponents es representen en els eixos de la dreta dels quadres grans. {Figura 6.4}

- La concentració atmosfèrica global de metà ha augmentat, passant d'un valor preindustrial de prop de 715 ppb a 1.732 ppb al començament dels anys noranta, i és de 1.774 ppb el 2005. La concentració atmosfèrica de metà del 2005 supera amb escreix l'interval natural dels últims 650.000 anys (de 320 a 790 ppb), determinat a partir dels testimonis de gel. Els ritmes de creixement han disminuït des del principi de la dècada de 1990, en concordança amb unes emissions totals (suma de fonts antropogèniques i naturals) gairebé constants durant aquest període. És molt probable⁶ que l'increment observat en la concentració de metà sigui a causa de les activitats antropogèniques, sobretot l'agricultura i l'ús dels combustibles fòssils, però les aportacions relatives dels diferents tipus de fonts no estan ben determinades {2.3, 7.4}.
- La concentració atmosfèrica global d'òxid nítrós ha augmentat des d'un valor preindustrial de prop de 270 ppb a 319 ppb el 2005. La taxa de creixement ha estat aproximadament constant des del 1980. Més d'un terç de les emissions totals d'òxid nítrós són antropogèniques, i són degudes, principalment, a l'agricultura {2.3,7.4}.

El coneixement de les influències de l'escalfament i el refredament antropogènic sobre el clima ha millorat des del Tercer Informe d'Avaluació, la qual cosa ha fet que es consideri amb una molt gran fiabilitat⁷ que l'efecte net global mitjà de les activitats humanes des del 1750 ha estat d'escalfament, amb un forçament radiatiu de +1,6 (+0,6 a +2,4) W m² (vegeu la figura SPM-2) {2.3. 6.5, 2.9}.

- El forçament radiatiu combinat degut als augments en el diòxid de carboni, el metà i l'òxid nítrós és de +2,30 (de +2,07 a +2,53) W m², i és molt probable que la taxa d'increment durant l'era industrial no tingui precedents en més de 10.000 anys (vegeu les figures SPM-1 i SPM-2). El forçament radiatiu del diòxid de carboni va augmentar en un 20% del 1995 al 2005, el canvi més gran produït en qualsevol dècada, com a mínim en els darrers 200 anys {2.3, 6.4}.
- Les aportacions antropogèniques als aerosols (principalment sulfat, carboni orgànic, carboni negre, nitrat i pols) produeixen conjuntament un efecte de refredament, amb un forçament radiatiu directe total de -0,5 (de -0,9 a -0,1) W m² i un forçament indirecte de l'albedo dels núvols de -0,7 (d' -1,8 a -0,3) W m². Aquests forçaments s'entenen millor actualment que en el moment de la redacció del Tercer Informe d'Avaluació gràcies a la millora dels mesuraments in situ, dels satèl·lits i terrestres, així com a un modelatge més exhaustiu, però continuen essent la incertesa dominant en el forçament radiatiu. Els aerosols també influeixen en el temps de vida dels núvols i les precipitacions {2.4, 2.9, 7.5}.
- Hi ha altres fonts diverses que són responsables de contribucions antropogèniques significatives al forçament radiatiu. Els canvis en l'ozó troposfèric deguts a les emissions de productes químics que donen lloc a la formació d'ozó (òxids de nitrogen, monòxid de carboni i hidrocarburs) representen +0,35 (de +0,25 a +0,65) W m². El forçament radiatiu directe degut als canvis en els halocarbons⁸ és de +0,34 (de +0,31 a +0,37) W m². Els canvis en l'albedo superficial produïts pels canvis en la cobertura terrestre i la deposició dels aerosols de carboni negre sobre la neu, exerceixen uns forçaments respectius de -0,2 (de -0,4 a 0,0) i de +0,1 [de 0,0 a +0,2] W m². Els termes addicionals inferiors a 0,1 W m² es mostren a la figura SPM-2 {2.3, 2.5, 7.2}.

⁵ En general, els intervals d'incertesa corresponents als resultats facilitats en aquest Resum per als responsables polítics són intervals d'incertesa del 90% a menys que s'indiqui el contrari, és a dir, hi ha una probabilitat estimada del 5% que el valor estigui per sobre de l'interval donat entre claudàtors i el 5% de probabilitat que el valor estigui per sota d'aquest interval. Es donen els millors valors estimats quan es troben disponibles. Els intervals d'incertesa avaluats no són sempre simètrics respecte al millor valor estimat corresponent. Vegeu que una sèrie d'intervals d'incertesa del Grup de Treball I del Tercer Informe d'Avaluació corresponia a 2 sigma (95%), sovint amb l'ús d'un judici expert.

⁶ En aquest Resum per als responsables polítics, s'han emprat els següents termes per indicar la probabilitat avaluada, amb l'ús del judici expert, d'una conseqüència o un resultat: Virtualment cert > 99% de probabilitats que passi, Extremadament probable > 95%, Molt probable > 90%, Probable > 66%, Més probable que no > 50%, Improbable < 33%, Molt improbable < 10%, Extremadament improbable < 5%. (Vegeu el quadre ST 1.1 per a més detalls.)

⁷ En aquest Resum per als responsables polítics, s'han utilitzat els següents nivells de probabilitat per expressar judicis experts sobre la fiabilitat de la ciència subjacent: fiabilitat molt gran, almenys 9 de cada 10 probabilitats que sigui correcte; gran fiabilitat, almenys 8 de cada 10 probabilitats que sigui correcte. (Vegeu el quadre ST-1.1.)

⁸ Recentment s'ha avaluat en detall el forçament radiatiu dels halocarbons en l'informe de l'IPCC Special Report on Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System (Informe especial sobre la protecció de la capa d'ozó i el sistema climàtic global) (2005).

- S'estima que els canvis produïts en la irradiància solar des del 1750 causen un forçament radiatiu de +0,12 (de +0,06 a +0,30) $W m^{-2}$, que és inferior a la meitat de l'estimació que es fa en el Tercer Informe d'Avaluació {2.7}.

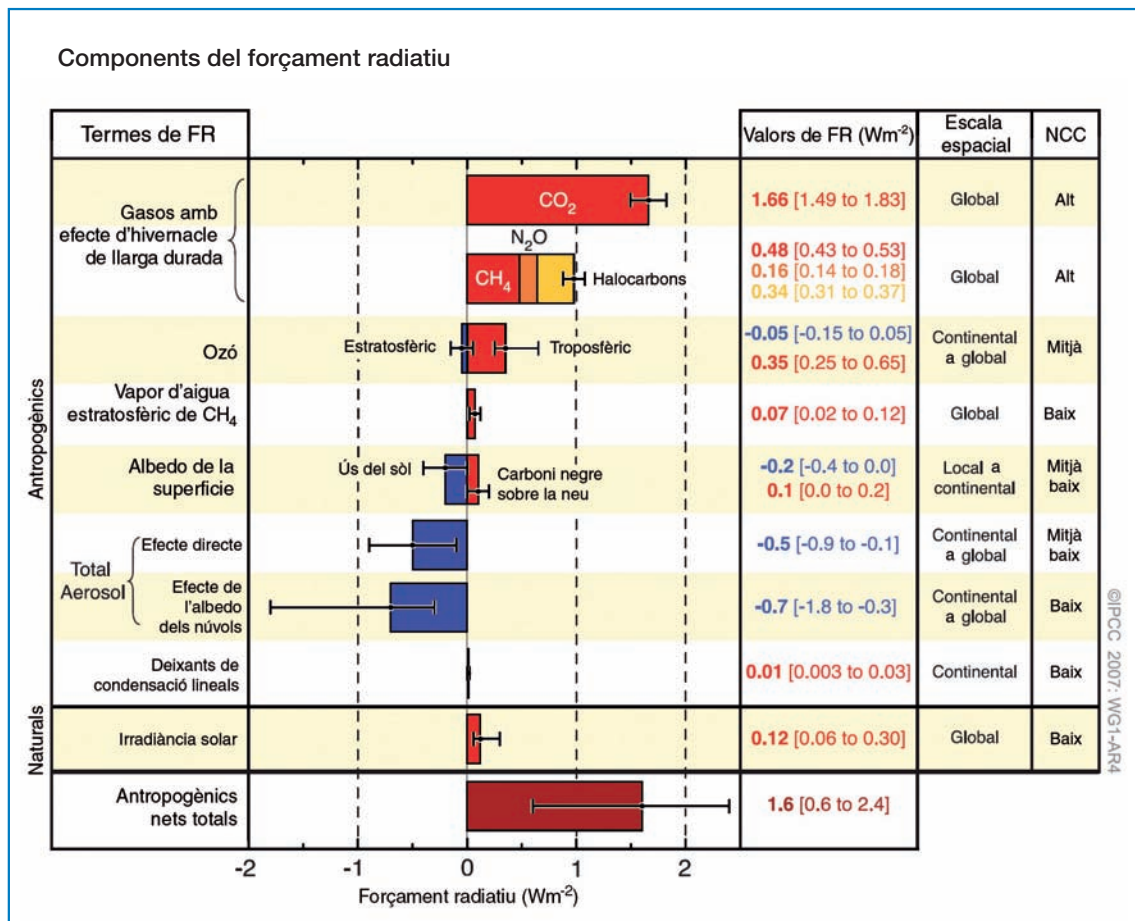


Figura SPM.2. Estimacions i intervals del forçament radiatiu mitjà global (FR) l'any 2005 corresponents al diòxid de carboni antropogènic (CO₂), el metà (CH₄), l'òxid nítrós (N₂O) i d'altres agents i mecanismes importants, juntament amb l'abast geogràfic característic del forçament (escala espacial) i el nivell de comprensió científica. També es mostren el forçament radiatiu antropogènic net i el seu interval, el que requereix la suma de les estimacions d'incertesa asimètriques dels termes integrants, i no es poden obtenir simplement sumant. Es considera que els factors de forçament addicional no inclosos tenen un nivell de comprensió científica molt baix. Els aerosols volcànics contribueixen a un forçament natural addicional, però no s'inclouen en aquesta figura a causa de la seva naturalesa episòdica. L'interval dels deixants de condensació lineals no inclouen altres efectes possibles de l'aviació sobre la nuvolositat {2.9, figura 2.20}.

Observacions directes del canvi climàtic recent

Des del Tercer Informe d'Avaluació, ha estat possible avançar en el coneixement de com canvia el clima en l'espai i el temps a través de millores i ampliacions de nombrosos conjunts i anàlisis de dades, una cobertura geogràfica més àmplia, un millor discerniment de les incerteses i una diversitat més àmplia de mesuraments. Des del 1960, cada vegada disposem d'observacions més exhaustives de les glaceres i la innivació, i aproximadament des de l'última dècada, del nivell del mar i els mantells de gel. Tot i així, la cobertura de les dades roman limitada en algunes regions.

L'escalfament del sistema climàtic és inequívoc, tal com s'ha fet palès mitjançant les observacions dels increments de les temperatures mitjanes atmosfèriques i oceàniques globals, la fusió generalitzada de la neu i el gel, i l'augment del nivell mitjà del mar a tot el planeta (vegeu la figura SPM-3) {3.2, 4.2, 5.5}.

- Onze dels dotze darrers anys (1995-2006) apareixen entre els dotze anys més càlids en el registre instrumental de la temperatura de la superfície terrestre⁹ (des del 1850). La tendència lineal actualitzada d'un període de 100 anys (1906-2005) de 0,74 (de 0,56 a 0,92)°C és, per tant, superior a la tendència corresponent per al període 1901-2000 que figura en el Tercer Informe d'Avaluació de 0,6 (de 0,4 a 0,8)°C. La tendència lineal d'escalfament al llarg dels darrers 50 anys, (0,13 [de 0,10 a 0,16]°C per dècada) gairebé duplica la dels darrers 100 anys. L'increment total de temperatura des del període 1850-1899 fins al 2001-2005 és de 0,76 (de 0,57 a 0,95)°C. Els efectes d'illa de calor urbana són reals, tot i que locals, i la seva influència sobre aquests valors (menys de 0,006 °C per dècada sobre la terra i de zero sobre els oceans) és negligible {3.2}.
- Les noves anàlisis dels mesuraments dels globus meteorològics i dels satèl·lits de la temperatura troposfèrica inferior i mitjana revelen unes taxes d'escalfament similars a les del registre de temperatura de la superfície i concorden quant a les seves incerteses respectives, fet que permet conciliar en gran mesura una discrepància observada en el Tercer Informe d'Avaluació {3.2, 3.4}.
- El contingut en vapor d'aigua atmosfèric mitjà ha augmentat almenys des de la dècada dels vuitanta sobre la terra i el mar, així com a la troposfera superior. L'increment és coherent amb el contingut addicional de vapor d'aigua que pot tenir l'aire més calent {3.4}.
- Les observacions fetes des del 1961 mostren un augment de la temperatura oceànica global mitjana que s'ha fet extensiu a profunditats d'almenys 3.000 metres i que els oceans han absorbit més del 80% de la calor afegida al sistema climàtic. Aquest escalfament dona lloc a l'expansió de l'aigua del mar i contribueix a l'augment del nivell del mar (vegeu la taula SPM-1) {5.2, 5.5}.
- Les glaceres de les muntanyes i la innivació han disminuït, de mitjana, en tots dos hemisferis. Les disminucions generalitzades en les glaceres i els casquets de gel han contribuït a la pujada del nivell del mar (els mantells de gel no inclouen les aportacions del mantell de gel de Groenlàndia ni del mantell de gel de l'Antàrtic). (Vegeu la taula SPM-1) {4.6, 4.7, 4.8, 5.5}.
- Les noves dades obtingudes des del Tercer Informe d'Avaluació revelen que les pèrdues dels mantells de gel de Groenlàndia i l'Antàrtic molt probablement han contribuït a l'augment del nivell del mar durant el període comprès entre 1993 i 2003 (taula SPM-1). La velocitat del flux ha augmentat en algunes glaceres de sortida de Groenlàndia i l'Antàrtida, que drenen gel de l'interior dels mantells de gel. El corresponent augment en la pèrdua de massa de gel sovint ha seguit una disminució del gruix, reducció o pèrdua de les plataformes de gel o pèrdua de les llengües glacials flotants. Aquesta pèrdua dinàmica de gel és suficient per explicar la major part de la pèrdua de massa neta de l'Antàrtida i aproximadament la meitat de la pèrdua de massa neta de Groenlàndia. La pèrdua de gel restant de Groenlàndia s'ha produït perquè les pèrdues de la fusió han estat superiors a l'acumulació deguda a les nevades {4.6, 4.8, 5.5}.
- El nivell mitjà global del mar ha augmentat a un índex mitjà d'1,8 (d'1,3 a 2,3) mm per any des del 1961 fins al 2003. L'índex es va accelerar des de l'any 1993 fins al 2003, al voltant de 3,1 (de 2,4 a 3,8) mm per any. No queda clar si l'acceleració de l'índex durant el període 1993-2003 reflecteix una variabilitat decennal o bé un increment en la tendència a més llarg termini. Hi ha una gran fiabilitat que l'índex observat de la pujada del nivell del mar ha augmentat del segle XIX al XX. S'estima que l'increment total corresponent al segle XX és de 0,17 (de 0,12 a 0,22) m {5.5}.

⁹ La mitjana de la temperatura de l'aire prop de la superfície de la terra i de la temperatura de la superfície del mar.

Canvis en la temperatura, el nivell del mar i la innivació a l'hemisferi nord

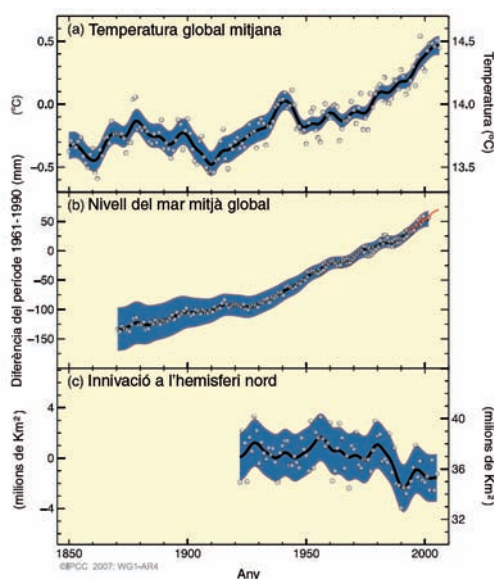


Figura SPM.3. Canvis observats en (a) temperatura de la superfície global mitjana; (b) augment del nivell del mar mitjà global a partir de dades enregistrades amb mareògrafs (blau) i per satèl·lit (vermell) i (c) innivació de l'hemisferi nord per als mesos de març-abril. Tots els canvis s'expressen en relació amb les mitjanes corresponents per al període 1961-1990. Les corbes aplanades representen valors mitjans decennals, mentre que els cercles mostren els valors anuals. Les superfícies ombrejades són els intervals d'incertesa estimats a partir d'una anàlisi exhaustiva d'incerteses conegudes (a i b) i de les sèries temporals (c) {FAQ 3.1, figura 1, figura 4.2 i figura 5.13}.

- Durant el període 1993-2003, la suma de les contribucions climàtiques concorda en el marc de les incerteses existents amb l'augment total del nivell del mar directament observat (vegeu la taula SPM-1). Aquestes estimacions es basen en dades optimitzades actualment disponibles, obtingudes tant per satèl·lit com in situ. Per al període comprès entre 1961 i 2003, s'estima que la suma de les aportacions climàtiques és inferior a l'augment observat del nivell del mar. El Tercer Informe d'Avaluació va publicar una discrepància similar per al període 1910-1990 {5.5}.

En els àmbits continental, regional i de les conques oceàniques, s'han observat nombrosos canvis climàtics a llarg termini, els quals inclouen canvis en les temperatures de l'Àrtic i el gel, canvis generalitzats en les quantitats de precipitacions, la salinitat marina, els patrons de vent i certs aspectes de les condicions climàtiques extremes, incloent sequeres, precipitacions fortes, onades de calor i la intensitat dels ciclons tropicals¹⁰ {3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 5.2}.

- Les temperatures mitjanes de l'Àrtic han augmentat a un ritme pràcticament del doble de la mitjana global dels darrers 100 anys. Les temperatures de l'Àrtic presenten una alta variabilitat decennal, i també es va observar un període càlid entre els anys 1925 i 1945 {3.2}.
- Les dades obtingudes a partir de mesurament per satèl·lit des del 1978 mostren una reducció de l'extensió mitjana de gel de l'oceà Àrtic en un 2,7 (de 2,1 a 3,3)% per dècada, amb disminucions més grans del 7,4 (de 5,0 a 9,8)% per dècada observades a l'estiu. Aquests valors concorden amb els publicats en el Tercer Informe d'Avaluació {4.4}.
- En general, les temperatures de la part superior de la capa de permagel han augmentat des dels anys vuitanta a l'Àrtic (fins a 3 °C). La superfície màxima coberta estacionalment per terra congelada ha disminuït al voltant del 7% a l'hemisferi nord des del 1900, amb una reducció a la primavera de fins al 15% {4.7}.

¹⁰ Els ciclons tropicals inclouen els huracans i els tifons.

- S'han observat tendències a llarg termini en el període 1900 fins al 2005 en la quantitat de precipitació sobre moltes grans regions.¹¹ S'ha observat un augment significatiu de les precipitacions a les zones occidentals d'Amèrica del Nord i del Sud, l'Europa septentrional i l'Àsia septentrional i central. S'ha observat sequera al Sahel, el Mediterrani, l'Àfrica meridional i algunes parts de l'Àsia meridional. Les precipitacions són molt variables tant espacialment com temporalment, i es disposa de dades limitades en algunes regions. No s'han detectat tendències a llarg termini pel que fa a les altres grans regions avaluades¹¹ {3.3, 3.9}.
- L'endolciment dels mars de mitjana i alta latitud, juntament amb una major salinitat a baixes latituds, suggereixen canvis en les precipitacions i l'evaporació sobre els oceans {5.2}.

Taula SPM.1. Índex observat de l'augment del nivell del mar i aportacions estimades procedents de diferents fonts. {5.5, Taula 5.3}

Font de l'augment del nivell del mar	Ritme de l'augment del nivell del mar (mm per any)	
	1961-2003	1993-2003
Expansió tèrmica	0,42 ± 0,12	1,6 ± 0,5
Glaceres i mantells de gel	0,50 ± 0,18	0,77 ± 0,22
Mantell de gel de Groenlàndia	0,05 ± 0,12	0,21 ± 0,07
Mantell de gel de l'Antàrtic	0,14 ± 0,41	0,21 ± 0,35
Suma d'aportacions climàtiques individuals a l'augment del nivell del mar	1,1 ± 0,5	2,8 ± 0,7
Augment observat total del nivell del mar	1,8 ± 0,5a	3,1 ± 0,7a
Diferència (Nivell observat menys la suma de les aportacions climàtiques estimades)	0,7 ± 0,7	0,03 ± 0,10

Nota: Les dades anteriors a 1993 s'han enregistrat amb mareògrafs, i les posteriors a 1993 per altimetria de satèl·lit.

- Els vents occidentals de latitud mitjana s'han intensificat en tots dos hemisferis des dels anys seixanta {3.5}.
- Des de la dècada de 1970 s'han observat sequeres més intenses i perllongades sobre regions més àmplies, sobretot als tròpics i els subtòpics. Augments en l'evaporació deguts a unes temperatures més altes i una disminució de les precipitacions han contribuït als canvis en la sequera. Els canvis a les temperatures de la superfície marina (TSM), els patrons de vent i una disminució del mantell nival i la innivació també han estat vinculats a les sequeres {3.3}.
- La freqüència dels esdeveniments de precipitacions fortes ha augmentat sobre la majoria de territoris, fet que concorda amb l'escalfament i els increments observats del vapor d'aigua atmosfèric {3.8, 3.9}.
- S'han observat canvis generalitzats en les temperatures extremes al llarg dels darrers 50 anys. Els dies freds, les nits fredes i les glaçades han esdevingut menys freqüents, mentre que la freqüència de dies calorosos, nits caloroses i onades de calor ha augmentat (vegeu la taula SPM-2) {3.8}.

¹¹ Les regions avaluades són les que es tenen en compte en el capítol de projeccions regionals del Tercer Informe d'Avaluació i en el capítol 11 d'aquest informe.

Taula SPM.2. Tendències recents, avaluació de la influència humana sobre la tendència i projeccions de temperatures extremes sobre els quals s'han observat tendències a la darrera del segle XX. {Taules 3.7, 3.8 i 9.4, apartats 3.8, 5.5, 9.7 i 11.2-11.9}

Fenomena ^a i direcció de la tendència	Probabilitat que la tendència es produeixi cap al final del segle XX (normalment després del 1960)	Probabilitat de la influència humana en la tendència observada ^b	Probabilitat de futures tendències basades en projeccions per al segle XXI mitjançant l'aplicació d'escenaris de l'informe SRES
Dies i nits més calorosos i menys freds a la major part dels territoris.	Molt probable ^c	Probable ^d	Virtualment cert ^d
Més freqüència de dies i nits més calorosos i càlids a la major part dels territoris.	Molt probable ^c	Probable (nits) ^d	Virtualment cert ^d
Fronts càlids / onades de calor. Augment de la freqüència a la major part dels territoris.	Probable	Més probable que no ^f	Molt probable ^d
Esdeveniments de precipitacions fortes. Augment de la freqüència (o del percentatge de precipitacions totals procedents de fortes tempestes) a la majoria de zones.	Probable	Més probable que no ^f	Molt probable
Increment de la superfície afectada per la sequera.	Probable en moltes regions des dels anys setanta.	Més probable que no ^f	Probable
Augment de l'activitat dels ciclons tropicals intensos.	Probable en algunes regions des dels anys setanta.	Més probable que no ^f	Probable
Més incidència d'elevació extrema del nivell del mar (exclosos els tsunamis) ^g .	Probable	Més probable que no ^{fh}	Probable ⁱ

^(a) Vegeu la taula 3.7 per ampliar detalls relatius a les definicions.

^(b) Vegeu la taula TS-4, el quadre TS-3.4 i la taula 9.4.

^(c) Disminució de la freqüència de dies i nits freds (més freds: 10%).

^(d) Escalfament dels dies i les nits més extrems cada any.

^(e) Augment de la freqüència de dies i nits càlids (més calorosos: 10%).

^(f) No s'ha avaluat la magnitud de les contribucions antropogèniques. L'atribució d'aquests fenòmens es basa en el criteri d'experts més que no pas en estudis d'assignació formals.

^(g) L'elevació extrema del nivell del mar depèn del nivell mitjà del mar i dels sistemes climàtics regionals. Aquí es defineix com l'1% més alt dels valors horaris del nivell del mar observats en una estació durant un període de referència donat.

^(h) Els canvis en l'elevació extrema observada del nivell del mar segueixen de prop els canvis del nivell mitjà del mar {5.5}. És molt probable que l'activitat antropogènica ha contribuït a una pujada del nivell mitjà del mar. {9.5}

⁽ⁱ⁾ En tots els escenaris, el nivell mitjà del mar global previst per al 2100 és més alt que en el període de referència. {10.6}. L'efecte dels canvis en els sistemes climàtics regionals sobre l'elevació extrema del nivell del mar no s'ha avaluat.

- Hi ha evidència observacional que assenyalava un increment de la intensitat de l'activitat dels ciclons tropicals a l'Atlàntic Nord, des d'aproximadament el 1970, correlacionat amb increments de les temperatures de la superfície marina tropical. També hi ha indicis d'un increment de la intensitat de l'activitat ciclònica tropical en altres regions on la qualitat de les dades és més qüestionable. La variabilitat multidecennal i la qualitat dels registres de ciclons tropicals previs a les observacions rutinàries per satèl·lit des dels anys setanta compliquen la detecció de les tendències a llarg termini de l'activitat ciclònica tropical. No hi ha cap tendència clara en el nombre anual de ciclons tropicals {3.8}.

No s'han observat canvis en alguns aspectes climàtics {3.2, 3.8, 4.4, 5.3}.

- El Tercer Informe d'Avaluació va fer palesa una reducció de la variació de temperatura diürna (VTD), però les dades disponibles en aquell moment només incloïen el període 1950-1993. Les observacions actualitzades revelen que la VTD es va mantenir invariable des de l'any 1979 fins al 2004 ja que tant les temperatures diürna com nocturna han augmentat aproximadament al mateix ritme. Les tendències varien enormement d'una regió a una altra {3.2}.
- L'extensió del gel marí a l'Antàrtida continua posant de manifest una variabilitat interanual i canvis localitzats, però no mostra cap tendència mitjana estadísticament significativa. Això concorda amb la manca d'escalfament reflectida en les temperatures atmosfèriques mitjanes de tota la regió {3.2, 4.4}.
- No hi ha indicis suficients per determinar si hi ha tendències en la circulació termohalina de l'oceà global o en fenòmens a petita escala com ara tornados, calamarsa, llamps i tempestes de pols. {3.8, 5.3}

Una perspectiva paleoclimàtica

Els estudis paleoclimàtics es basen en els canvis dels indicadors climàticament sensibles per inferir canvis anteriors en el clima del planeta en escales temporals que van des de dècades fins a milions d'anys. Aquestes dades indirectes (per exemple, l'ample dels anells dels arbres) poden veure's influenciades tant per la temperatura local com per altres factors com les precipitacions, i sovint són representatives d'estacions concretes més que no pas d'anys sencers. Els estudis fets des del Tercer Informe d'Avaluació han augmentat el grau de certesa de les dades addicionals que demostren una conducta coherent mitjanaçant múltiples indicadors de diferents parts del món. Tot així, les incerteses generalment són més grans a mesura que ens endinsem en el passat a causa de la cobertura espacial cada cop més limitada.

La informació paleoclimàtica dóna suport a la interpretació que l'escalfament del darrer mig segle és atípic almenys en els darrers 1.300 anys. L'última vegada que les regions polars van romandre a unes temperatures significativament més altes que en l'actualitat durant un període prolongat (ara fa uns 125.000 anys), les reduccions del volum de gel polar van fer pujar el nivell del mar de 4 a 6 metres {6.4, 6.6}.

- Les temperatures mitjanes de l'hemisferi nord durant la segona meitat del segle XX van ser molt probablement més altes que durant qualsevol altre període de 50 anys en els darrers 500 anys i probablement les més elevades de com a mínim els últims 1.300 anys. Alguns estudis recents assenyalen una variabilitat més gran en les temperatures de l'hemisferi nord de la que se suggereix en el Tercer Informe d'Avaluació, sobretot donada l'existència de períodes més freds en els segles XII a XIX, així com en els segles XVII i XIX. Els períodes més càlids anteriors al segle XX es troben dins l'interval d'incertesa donat en el Tercer Informe d'Avaluació {6.6}.
- La mitjana global del nivell del mar en el darrer període interglacial (fa uns 125.000 anys) va ser probablement de 4 a 6 metres més elevada que durant el segle XX, a causa principalment del retrocés del gel polar. Les dades dels testimonis de gel indiquen que les temperatures polars mitjanes en aquell moment eren de 3 a 5 °C més altes que en l'actualitat, a causa de diferències en l'òrbita terrestre. El mantell de gel de Groenlàndia i altres camps de gel de l'Àrtic probablement van contribuir com a màxim amb 4 metres en l'increment observat del nivell del mar. També hi pot haver hagut una aportació procedent de l'Antàrtida {6.4}.

Comprensió i atribució del canvi climàtic

Aquesta avaluació analitza uns registres més dilatats i millorats, un interval d'observacions ampliat i millores en la simulació de molts aspectes del clima i la seva variabilitat, basats en estudis duts a terme des del Tercer Informe d'Avaluació. També té en compte els resultats de nous estudis d'assignació que han avaluat si els canvis observats concorden quantitativament amb la resposta esperada als forçaments externs i si són incongruents amb les explicacions alternatives físicament plausibles.

La major part de l'increment observat en les mitjanes globals de les temperatures des de mitjan segle XX és degut molt probablement a l'increment de les concentracions de gas amb efecte d'hivernacle d'origen antropogènic.¹² Això representa un avenç des de la conclusió del Tercer Informe d'Avaluació en el sentit que «la major part de l'escalfament observat al llarg dels darrers 50 anys és probablement deguda a l'augment de les concentracions de gas amb efecte d'hivernacle». Les influències humanes discernibles es fan extensives a altres aspectes del clima, inclosos l'escalfament oceànic, la mitjana continental de les temperatures, les temperatures extremes i els patrons de vent (vegeu la figura SPM-4 i la taula SPM-2) {9.4, 9.5}.

- És probable que els increments de les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle per sí sols haguessin causat més escalfament de l'observat perquè els aerosols volcànics i antropogènics han contrarestat cert escalfament que altrament s'hauria produït {2.9, 7.5, 9.4}.
- L'escalfament generalitzat observat de l'atmosfera i l'oceà, juntament amb la pèrdua de massa de gel, avalen la conclusió que és extremament improbable que el canvi climàtic global dels darrers cinquanta anys pugui ser explicat sense forçament extern, i molt probablement que no només sigui degut a causes naturals conegudes {4.8, 5.2, 9.4, 9.5, 9.7}.
- S'ha detectat l'escalfament del sistema climàtic en els canvis temperatura superficials i atmosfèriques, les temperatures de centenars de metres de la capa superior de l'oceà i en les aportacions a l'augment del nivell del mar. Els estudis d'assignació han establert la influència antropogènica en tots aquests canvis. El patró observat d'escalfament troposfèric i de refredament estratosfèric és molt probablement degut a les influències combinades dels increments de gasos amb efecte d'hivernacle i la depleció de l'ozó estratosfèric {3.2, 3.4, 9.4, 9.5}.
- És probable que s'hagi produït un escalfament antropogènic significatiu en mitjana de cada continent excepte l'Antàrtica al llarg dels darrers 50 anys (vegeu la Figura SPM-4). Els patrons observats d'escalfament, inclòs l'escalfament més gran sobre la terra que sobre l'oceà, i els seus canvis en el temps, només són simulats per models que inclouen el forçament antropogènic. La capacitat dels models climàtics acoblats de simular l'evolució de la temperatura observada en cadascun dels sis continents proporciona uns indicis més sòlids de la influència humana sobre el clima dels que hi havia en el moment de la redacció del Tercer Informe d'Avaluació {3.2, 9.4}.
- Hi continua havent dificultats en la fiabilitat de la simulació i l'assignació dels canvis de temperatura observats a escales més petites. En aquestes escales, la variabilitat climàtica natural és relativament més gran, la qual cosa dificulta la distinció dels canvis esperats a causa dels forçaments externs. Les incerteses en els forçaments locals i les retroaccions també dificulten l'estimació de la influència dels increments dels gasos amb efecte d'hivernacle en els canvis de temperatura observats a petita escala {8.3, 9.4}.
- El forçament antropogènic probablement ha contribuït als canvis en els patrons de vent,¹³ i ha afectat les trajectòries de les tempestes extratropicals i els patrons de temperatura en tots dos hemisferis. Tot i així, els canvis observats en la circulació de l'hemisferi nord són més grans que els simulats en resposta al canvi en el forçament del segle XX {3.5, 3.6, 9.5, 10.3}.
- Les temperatures de les nits càlides, les nits fredes i els dies freds més extrems probablement han augmentat a causa del forçament antropogènic. És més probable que no que el forçament antropogènic hagi incrementat el risc d'onades de calor (vegeu la taula SPM-2) {9.4}.

¹² L'anàlisi de les incerteses restants està basada en les metodologies actuals.

¹³ En concret, els Modes Anulars Meridional i Septentrional i els canvis relacionats en l'Oscil·lació de l'Atlàntic Septentrional. {3.6, 9.5, quadre ST.2}

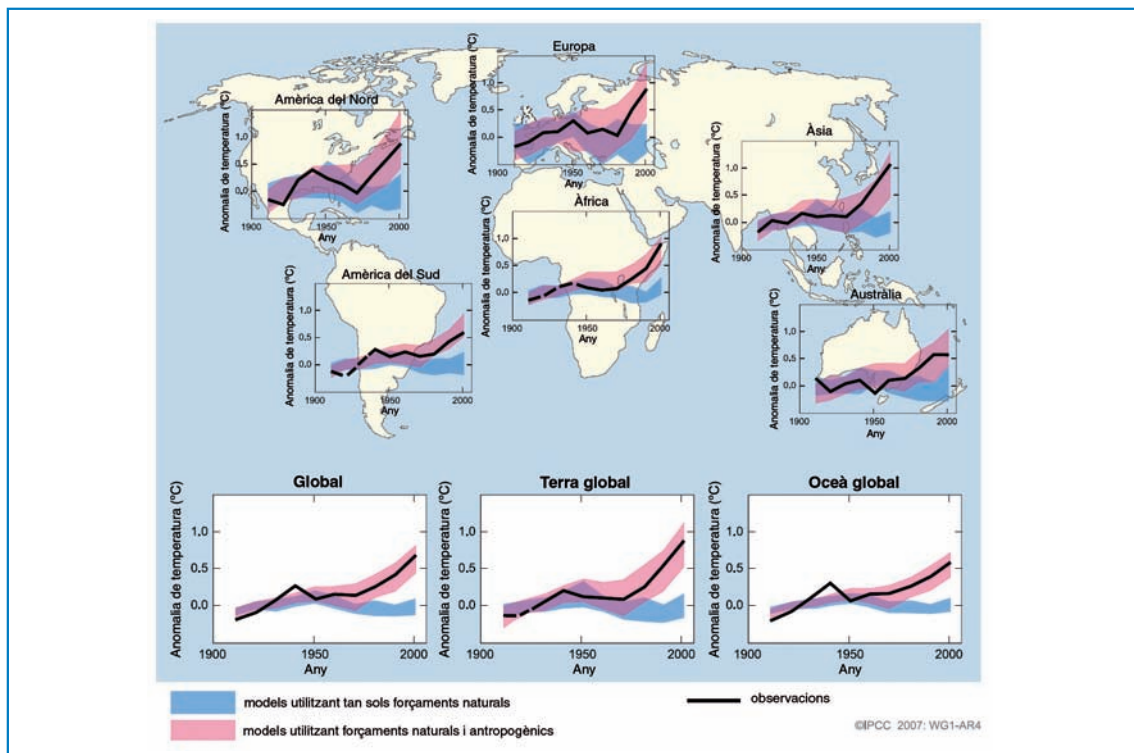


Figura SPM.4. Comparació dels canvis observats a escala continental i global de la temperatura de la superfície amb simulació dels resultats mitjançant models climàtics que fan servir forçaments naturals i antropogènics. Es representen les mitjanes decennals de les observacions per al període 1906-2005 (línia negra) en comparació amb la franja central de la dècada i en relació amb la mitjana corresponent per al període 1901-1950. Les línies són puntejades quan la cobertura espacial és inferior al 50%. Les bandes ombrejades blaves mostren l'interval del 5-95% per a 19 simulacions de 5 models climàtics que només empenen els forçaments naturals deguts a l'activitat solar i als volcans. Les bandes ombrejades vermelles mostren l'interval del 5-95% per a 58 simulacions de 14 models climàtics amb l'ús tant de forçaments naturals com antropogènics {FAQ 9.2, figura 1}.

L'anàlisi dels models climàtics juntament amb les restriccions imposades per les observacions permet, per primera vegada, assignar un rang de probabilitat a la sensibilitat climàtica, i proporciona un grau més alt de fiabilitat a l'hora d'entendre la resposta del sistema climàtic al forçament radiatiu {6.6, 8.6, 9.6, quadre 10.2}.

- La sensibilitat climàtica d'equilibri és una mesura de la resposta del sistema climàtic al forçament radiatiu sostingut. No es tracta de cap projecció, sinó que es defineix com l'escalfament global mitjà de la superfície degut a una duplicació de les concentracions de diòxid de carboni. Probablement es troba dins l'interval de 2 a 4,5°C, amb millor valor estimat d'aproximadament 3°C, i és molt improbable que sigui inferior a 1,5°C. Els valors substancialment superiors a 4,5°C no es poden desestimar, però la concordança dels models amb les observacions no és tan bona per a aquests valors. Els canvis en el vapor d'aigua representen la principal retroacció que afecta la sensibilitat climàtica i ara s'entenen millor que en el Tercer Informe d'Avaluació. Els sistemes de retroacció dels núvols continuen essent la font més gran d'incertesa [8.6, 9.6, quadre 10.2].
- És molt improbable que els canvis climàtics, almenys els dels set segles anteriors al 1950, hagin estat deguts a la variabilitat generada exclusivament en el sistema climàtic. Una fracció significativa de la variabilitat de temperatura interdecennal reconstruïda a l'hemisferi nord al llarg de tots aquests segles és molt probablement atribuïble a les erupcions volcàniques i els canvis en la irradiància solar, i és probable que el forçament antropogènic hagi contribuït a l'escalfament del començament del segle XX que es fa evident en aquests registres {2.7, 2.8, 6.6, 9.3}.

Projeccions dels canvis futurs en el clima

Un avenç important d'aquesta avaluació de les projeccions de canvi climàtic en comparació amb el Tercer Informe d'Avaluació és el gran nombre de simulacions disponibles a partir d'una varietat més àmplia de models. Conjuntament amb la informació addicional procedent de les observacions, ens donen una base quantitativa per a l'estimació de les probabilitats per a molts aspectes del futur canvi climàtic. Les simulacions dels models tenen en compte tota una sèrie de futurs possibles, incloent hipòtesis d'emissions o concentracions idealitzades. Aquestes inclouen els escenaris de referència de l'informe SRES (Informe especial sobre escenaris d'emissions)¹⁴ per al període 2000-2100, i experiments simulats mantenint constants les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle i d'aerosols després del 2000 o el 2100.

Per les properes dues dècades, diversos escenaris SRES projecten un escalfament d'aproximadament 0,2 °C per dècada. Fins i tot si les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle es mantinguessin constants als nivells de l'any 2000, s'esperaria un escalfament addicional de 0,1 °C per dècada {10.3, 10.7}.

- Des del primer informe de l'IPCC de l'any 1990, les projeccions avaluades han suggerit uns increments de la temperatura global mitjana al voltant de 0,15 a 0,3°C per dècada per al període 1990-2005, dada que actualment es pot comparar amb els valors observats d'aproximadament 0,2°C per dècada, i que consolida el grau de certesa de les projeccions a curt termini {1.2, 3.2}.
- Els experiments simulats revelen que fins i tot mantenint constants tots els agents de forçament radiatiu als nivells de l'any 2000, es produiria una tendència d'escalfament en les properes dues dècades a un ritme d'aproximadament 0,1°C per dècada, principalment a causa de la resposta lenta dels oceans. Caldria esperar al voltant del doble d'escalfament (0,2°C per dècada) si les emissions es mantinguessin dins l'interval dels escenaris de l'informe SRES. Les projeccions de millors valors estimats dels models indiquen que l'escalfament mitjà decennal sobre cada continent habitat per a l'any 2030 és insensible a l'elecció entre escenaris de l'informe SRES i és molt probable que almenys dupliqui la variabilitat natural estimada pel model corresponent durant el segle XX [9.4, 10.3, 10.5, 11.2–11.7, figura TS-29].

Les emissions continuades de gasos amb efecte d'hivernacle al ritme actual, o superior, causarien un escalfament afegit i induirien molts canvis en el sistema climàtic del planeta durant el segle XXI que molt probablement serien majors que els observats durant el segle XX. [10.3].

- Actualment, els avenços en el modelatge del canvi climàtic permeten donar millors valors estimats i donar uns intervals d'incertesa avaluats probables pel que fa a l'escalfament previst en diferents escenaris d'emissions. Els resultats corresponents als diferents escenaris d'emissions es faciliten explícitament en aquest informe per tal d'evitar la pèrdua d'aquesta informació políticament rellevant. Els escalfaments superficials mitjans projectats per a la fi del segle XXI (2090-2099) en relació amb el període 1980-1999 figuren en la taula SPM-3 i il·lustren les diferències entre uns escenaris d'emissions de l'informe SRES de menors a majors, i la incertesa en l'escalfament associada a aquests escenaris {10.5}.

¹⁴ L'informe SRES es refereix a l'informe especial sobre escenaris d'emissions de l'IPCC (2000). Les famílies d'escenaris i els casos il·lustratius de l'informe SRES, els quals no van incloure iniciatives climàtiques addicionals, es resumeixen en un quadre al final d'aquest resum per als responsables polítics. Unes concentracions equivalents de CO₂ aproximades corresponents al forçament radiatiu computat a causa dels gasos amb efecte d'hivernacle antropogènic i els aerosols l'any 2100 (vegeu la p. 823 del Tercer Informe d'Avaluació) per als escenaris de referència de l'informe SRES B1, A1T, B2, A1B, A2 i A1FI se situen al voltant de 600, 700, 800, 850, 1.250 i 1.550 ppm, respectivament. Els escenaris B1, A1B i A2 han estat l'eix dels estudis intercomparatius de models i molts d'aquests resultats s'avaluen en aquest informe.

- En aquesta avaluació s'inclouen els millors valors estimats i els intervals de probabilitat per a l'escalfament de la temperatura global mitjana de l'aire de la superfície corresponents a sis escenaris de referència de l'informe SRES, que figuren en la taula SPM-3. Per exemple, el millor valor estimat per a l'escenari inferior (B1) és d'1,8°C (l'interval probable oscil·la entre 1,1°C i 2,9 °C) i el millor valor estimat per a l'escenari superior (A1FI) és de 4,0°C (l'interval probable oscil·la entre 2,4 °C i 6,4 °C). Tot i que aquestes projeccions concorden àmpliament amb l'interval indicat en el Tercer Informe d'Avaluació (d'1,4 a 5,8 °C), no són directament comparables (vegeu la figura SPM-5). L'AR4 és més avançat ja que proporciona millors estimacions i un interval de probabilitat avaluat per a cadascun dels escenaris de referència. Actualment, la nova avaluació dels intervals probables es basa en un nombre més gran de models climàtics d'una complexitat i realisme creixents, així com en nova informació relativa a la naturalesa de les retroaccions del cicle de carboni i les restriccions sobre la resposta climàtica de les observacions {10.5}.
- L'escalfament tendeix a reduir l'absorció de diòxid de carboni atmosfèric per la terra i els oceans, i augmenta la fracció d'emissions antropogèniques que roman en l'atmosfera. Per a l'escenari A2, per exemple, la retroacció climàtica del cicle del carboni augmenta l'escalfament mitjà global corresponent l'any 2100 en més d'1 °C. Els intervals superiors avaluats pel que fa a les previsions de temperatura són més grans que en el Tercer Informe d'Avaluació (vegeu la Taula SPM-3) principalment perquè el ventall més ampli de models actualment disponibles suggereix una retroacció climàtica més marcada del cicle del carboni. {7.3, 10.5}
- Les projeccions basades en models de la pujada global mitjana del nivell del mar al final del segle XXI (2090-2099) figuren a la taula SPM-3. Per a cada escenari, el punt mitjà de l'interval de la taula SPM-3 es troba dins el 10% de la mitjana del model del Tercer Informe d'Avaluació corresponent al període 2090-2099. Els intervals són més ajustats que en el Tercer Informe d'Avaluació, principalment gràcies a la millor informació de què es disposa sobre determinades incerteses de les aportacions previstes¹⁵ {10.6}.

Taula SPM.3. Projeccions de l'escalfament superficial mitjà global i augment del nivell del mar al final del segle XXI {10.5, 10.6, taula 10.7}.

Cas	Canvi de temperatura (°C en el període 2090-2099 en relació amb el període 1980-1999) ^a		Augment del nivell del mar (m en el període 2090-2099 en relació amb el període 1980-1999)
	Millor valor estimat	Interval probable	Interval basat en models, exclosos els futurs canvis dinàmics ràpids del flux de gel
Concentracions constants de l'any 2000 ^b	0,6	0,3-0,9	NP
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

^a) Aquestes estimacions s'avaluen a partir d'una classificació jeràrquica de models que inclouen un model climàtic senzill, diversos models de sistema terrestre de complexitat mitjana i un gran nombre de models de circulació general atmosfèrica i oceànica (AOGCM).

^b) La composició constant de l'any 2000 només prové dels AOGCM.

¹⁵ Les projeccions del Tercer Informe d'Avaluació es van fer per a l'any 2100, mentre que les projeccions d'aquest informe cobreixen el període 2090-2099. El Tercer Informe d'Avaluació hauria tingut uns intervals similars als de la taula SPM-3 si hagués tractat les incerteses de la mateixa manera.

Mitjanes multimodel i intervals avaluats de l'escalfament superficial

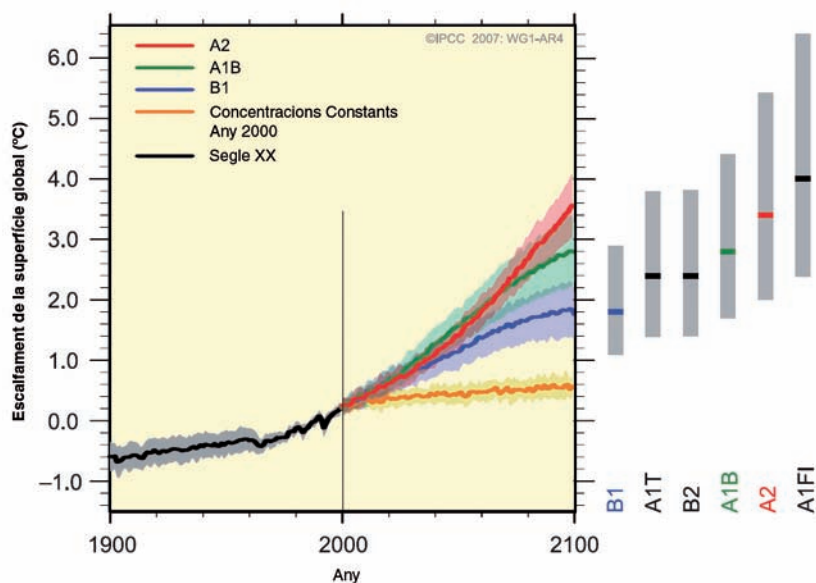


Figura SPM.5. Les línies contínues són mitjanes globals multimodel de l'escalfament de la superfície (en relació amb el període 1980-99) per als escenaris A2, A1B i B1, representades com a continuacions de les simulacions del segle XX. L'ombregjat indica l'interval de desviació estàndard (+1) de les mitjanes anuals del model individual. La línia taronja correspon a l'experiment on les concentracions s'han mantingut constants als valors de l'any 2000. Les barres grises de la dreta indiquen la millor estimació (línia contínua dins de cada barra) i l'interval probable avaluat per als sis escenaris de referència de l'informe SRES. L'avaluació del millor valor estimat i dels intervals probables en les barres grises inclou els AOGCM a l'esquerra de la figura, així com els resultats d'una classificació jeràrquica de models independents i restriccions observacionals (figures 10.4 i 10.29).

- Els models emprats fins a la data no inclouen les incerteses dels sistemes de retroacció climàtica del cicle del carboni ni tampoc els efectes plens dels canvis en el flux del mantell de gel, a causa de la manca d'una base contrastada en la literatura publicada. Les projeccions inclouen una aportació deguda a un flux més gran de gel de Groenlàndia i l'Antàrtida a les velocitats observades en el període 1993-2003, però aquestes velocitats podrien augmentar o disminuir en el futur. Per exemple, si aquesta aportació creixés de manera lineal amb el canvi de temperatura global mitjana, els intervals superiors de l'augment del nivell del mar per a escenaris de l'informe SRES de la taula SPM-3 augmentarien de 0,1 m a 0,2 m. No es poden descartar valors més grans, però el coneixement d'aquests efectes és massa limitat per poder avaluar la seva probabilitat o bé oferir un millor valor estimat o un límit superior per a l'augment del nivell del mar {10.6}.
- L'increment de les concentracions de diòxid de carboni atmosfèric dóna lloc a l'augment de l'acidificació de l'oceà. Les projeccions basades en escenaris de l'informe SRES assenyalen reduccions en el pH¹⁶ oceànic superficial global mitjà d'entre 0,14 i 0,35 unitats al llarg del segle XXI, que s'afegiran a l'actual disminució de 0,1 unitats des de l'era preindustrial {5.4, quadre 7.3, 10.4}

Actualment hi ha un nivell de confiança més alt en les projeccions d'escalfament i en altres trets d'àmbit regional, inclosos els canvis en els patrons de vent, les precipitacions i alguns aspectes d'extremes i del gel {8.2, 8.3, 8.4, 8.5, 9.4, 9.5, 10.3, 11.1}.

¹⁶ Les disminucions del pH corresponen a increments de l'acidesa d'una solució. Vegeu el glossari per ampliar detalls.

- L'escalfament previst en el segle XXI mostra uns patrons geogràfics independents de l'escenari escollit i similars als observats al llarg de diverses dècades passades. Es preveu més escalfament a la terra i en latituds septentrionals més elevades, i menys sobre l'oceà meridional i parts de l'oceà Atlàntic nord (vegeu la figura SPM-6) {10.3}.
- S'espera una contracció de la innivació. Es preveuen increments generalitzats de la profunditat del desgel sobre la major part de les regions amb permagel {10.3, 10.6}.
- Es preveu una contracció del gel del mar tant a l'Àrtic com a l'Antàrtic en tots els escenaris de l'informe SRES. Segons algunes projeccions, el gel del mar de final d'estiu a l'Àrtic desapareixerà pràcticament per complet cap a la darrera del segle XXI {10.3}.
- És *molt probable* que les temperatures altes extremes, les onades de calor i les precipitacions fortes continuïn esdevenint més freqüents {10.3}.
- A partir d'una sèrie de models, és probable que els ciclons tropicals futurs (tifons i huracans) s'intensifiquin, amb unes velocitats màximes del vent superiors i unes precipitacions més fortes associades als increments actuals de les temperatures superficials del mar tropicals. El grau de certesa de les projeccions d'una disminució global del nombre de ciclons tropicals és més reduït. L'augment aparent del percentatge de tempestes molt intenses des del 1970 en algunes regions és molt més gran que el simulat pels models actuals en relació amb aquell període {9.5, 10.3, 3.8}.

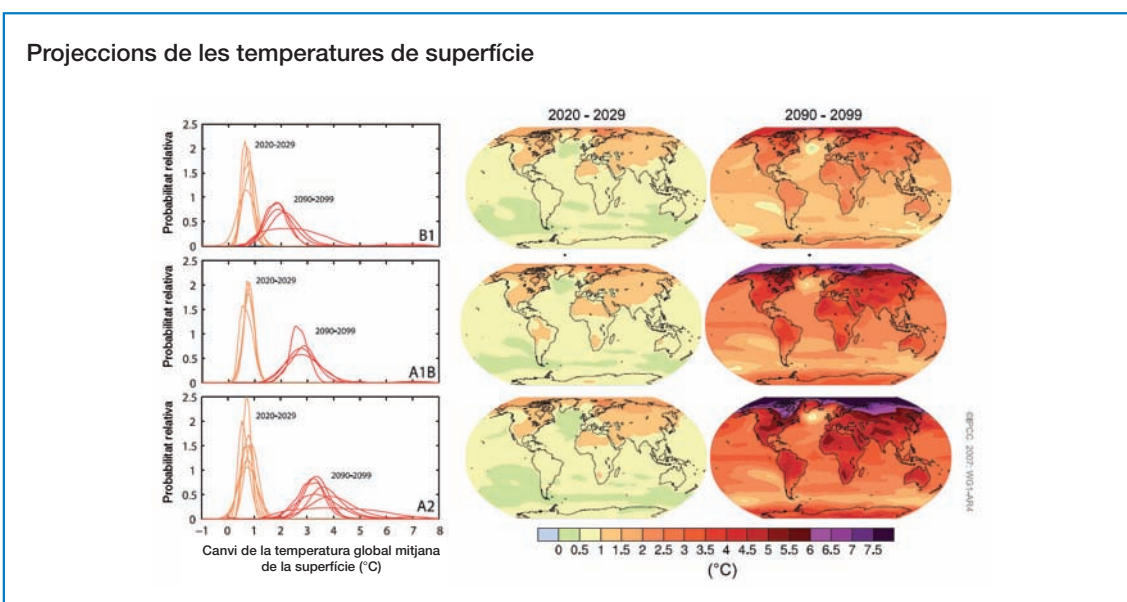


Figura SPM.6. Canvis previstos en la temperatura de la superfície per a l'inici i la darrera del segle XXI en relació amb el període 1980-1999. En els quadres central i dret es mostren els pronòstics mitjans del multimodel AOGCM corresponents als escenaris SRES B1 (a dalt), A1B (al mig) i A2 (a baix) al llarg de les dècades 2020-2029 (centre) i 2090-2099 (dreta). En el quadre de l'esquerra es presenten les incerteses corresponents com a probabilitats relatives de l'escalfament mitjà global estimat de diversos estudis AOGCM i EMIC per als mateixos períodes. Alguns d'aquests estudis presenten resultats només per a un subconjunt d'escenaris SRES, o per a diverses versions dels models. Per tant, la diferència en el nombre de corbes, que s'indica en els quadres de l'esquerra, és deguda només a les diferències en la disponibilitat dels resultats {figures 10.8 i 10.28}.

Canvis previstos en els patrons de precipitació

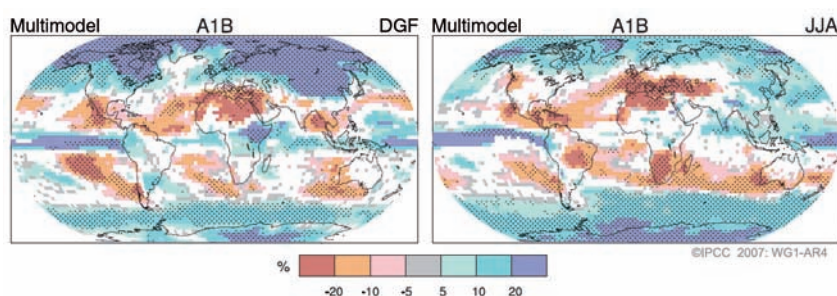


Figura SPM.7. Canvis relatius en la precipitació (en percentatge) per al període 2090-2099, en relació amb el període 1980-1999. Els valors són mitjanes multimodel basades en l'escenari A1B de l'informe SRES per als mesos de desembre a febrer (esquerra) i de juny a agost (dreta). Les àrees blanques corresponen als llocs on menys del 66% dels models concorden en el signe del canvi i les àrees puntejades corresponen als llocs on més del 90% dels models concorden en el signe del canvi {figura 10.9}.

- Es preveu que les trajectòries de les tempestes extratropicals virin vers els pols, amb els canvis conseqüents en els patrons de vent, de precipitació i de temperatura, amb què continua la tendència observada al llarg del darrer mig segle {3.6, 10.3}.
- Des del Tercer Informe d'Avaluació s'ha assolit un millor coneixement dels patrons previstos de precipitació. Els augments en la quantitat de precipitacions molt probablement es produeixen en latituds altes, mentre que les disminucions probablement es donen a la majoria de regions subtropicals (fins a un 20% en l'escenari A1B l'any 2100, vegeu la figura SPM-7), continuant els patrons observats en les tendències recents {3.3, 8.3, 9.5, 10.3, 11.2 a 11.9}.
- A partir de les simulacions actuals de models, és molt probable que la circulació termohalina de l'oceà Atlàntic s'alenteixi durant el segle XXI. La reducció mitjana del multimodel per al 2100 és del 25% (interval des de zero fins a aproximadament el 50%) quant a l'escenari A1B de l'informe SRES. Es preveu un augment de les temperatures de la regió Atlàntica malgrat aquests canvis a causa de l'escalfament molt més elevat, associat als increments previstos dels gasos amb efecte d'hivernacle. És molt improbable que la circulació termohalina sigui objecte d'una important i sobtada transició durant el segle XXI. Els canvis a més llarg termini en la circulació termohalina no es poden avaluar amb certesa {10.3, 10.7}.

Fins i tot en el cas que les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle s'estabilitzessin, l'escalfament antropogènic i l'augment del nivell del mar es continuarien produint durant segles, a causa de les escales temporals associades als processos climàtics i els sistemes de retroacció {10.4, 10.5, 10.7}.

- Es preveu que l'acoblament climàtic del cicle del carboni afegeixi diòxid de carboni a l'atmosfera a mesura que el sistema climàtic s'escalfi, però es desconeix la magnitud d'aquesta retroacció, la qual cosa augmenta la incertesa en la trajectòria de les emissions de diòxid de carboni necessàries per assolir un nivell d'estabilització concret de la concentració atmosfèrica de diòxid de carboni. A partir dels coneixements actuals de la retroacció del cicle de carboni climàtic, els estudis de models suggereixen que per estabilitzar a 450 ppm de diòxid de carboni, podria ser necessària una reducció mitjana de les emissions cumulatives al llarg del segle XXI d'aproximadament 670 (de 630 a 710) GtC (2460 [2310 a 2600] GtCO₂) fins a aproximadament 490 (de 375 a 600) GtC (1800 [1370 a 2200] GtCO₂). Així mateix, estabilitzar a 1.000 ppm aquesta retroacció podria requerir una reducció de les emissions acumulades des d'una mitjana d'aproximadament 1.415 [de 1.340 a 1.490] GtC (5190 [4910 a 5460] GtCO₂) fins a aproximadament 1.100 (980 a 1.250) GtC (4030 [3590 a 4580] GtCO₂) {7.3, 10.4}.
- Si el forçament radiatiu s'estabilitzés l'any 2100 als nivells de B1 o d'A1B14 encara caldria esperar un nou augment de la temperatura global mitjana d'uns 0,5 °C, sobretot per al 2200 {10.7}.

- Si el forçament radiatiu s'estabilitzés l'any 2100 als nivells d'A1B14, només l'expansió tèrmica produiria un augment del nivell del mar de 0,3 a 0,8 m per a l'any 2300 (en comparació amb el període 1980-1999). L'expansió tèrmica es perllongaria durant molts segles, a causa del temps necessari per transportar la calor fins a les profunditats oceàniques {10.7}.
- Es preveu que la contracció del mantell de gel de Groenlàndia continui contribuint a l'augment del nivell del mar després del 2100. Els models actuals suggereixen que les pèrdues de massa de gel augmentaran amb la temperatura més ràpidament que els augments deguts a les precipitacions i que el balanç de massa de la superfície esdevé negatiu per a un escalfament mitjà global (en comparació amb els valors preindustrials) per sobre d'1,9 a 4,6 °C. Si un balanç de massa negatiu de la superfície es mantingués durant mil·lennis, això produiria la pràctica eliminació del mantell de gel de Groenlàndia, resultant en una aportació al l'augment del nivell del mar d'uns 7 metres. Les temperatures futures corresponents a Groenlàndia són comparables a les inferides per al darrer període interglacial, ara fa 125.000 anys, quan la informació paleoclimàtica suggereix unes reduccions de l'extensió del gel terrestre i un augment del nivell del mar de 4 a 6 metres {6.4, 10.7}.
- Els processos dinàmics relatius al flux de gel no inclosos en els models actuals però suggerits per les observacions recents podrien augmentar la vulnerabilitat dels mantells de gel a l'escalfament, i donar lloc a un futur augment del nivell del mar. Els coneixements sobre aquests processos són limitats i no hi ha consens sobre la seva magnitud {4.6, 10.7}.
- Els estudis actuals associat a models globals projecten que el mantell de gel de l'Antàrtic es mantindrà massa fred per a la fusió generalitzada de la superfície i cal preveure que guanyi en massa a causa de les precipitacions més intenses en forma de neu. Tot i així, es podria produir una pèrdua neta de massa de gel si la descàrrega dinàmica de gel domina el balanç de massa del mantell de gel {10.7}.
- Les emissions de diòxid de carboni antropogèniques, tant passades com futures, continuaran contribuint a l'escalfament i a l'augment del nivell del mar durant més d'un mil·lenni, a causa dels horitzons temporals necessaris per a l'eliminació d'aquest gas de l'atmosfera {7.3, 10.3}.

Els escenaris d'emissió de l'Informe especial sobre escenaris d'emissió (SRES) de l'IPCC¹⁷

A1. La família de trames i escenaris A1 descriu un món futur de creixement econòmic molt ràpid, una població mundial que assoleix un màxim a mitjans de segle i que després disminueix, i una ràpida introducció de tecnologies noves i més eficients. Els temes bàsics principals són la convergència entre regions, la millora de l'eficiència i una interacció cultural i social més gran, amb una reducció substancial de les diferències regionals pel que fa a la renda per càpita. La família d'escenaris A1 es desplega en tres grups que descriuen direccions alternatives de canvi tecnològic en el sistema energètic. Aquests tres grups A1 es diferencien pel seu èmfasi tecnològic: ús intensiu de combustibles fòssils (A1F1), fonts d'energia no fòssil (A1T) o bé un equilibri entre totes les fonts (A1B) (on «equilibri» es defineix com una situació en la qual no es depèn massa de cap font energètica en particular, i en la qual se suposa un ritme de millora semblant per a totes les tecnologies de subministrament i consum d'energia).

A2. La família de trames i escenaris A2 descriu un món molt heterogeni. La idea bàsica és l'autosuficiència i la preservació de les identitats locals. Els patrons de fertilitat entre regions convergeixen molt lentament, fet que provoca un augment continu de la població. El desenvolupament econòmic s'enfoca bàsicament en l'àmbit regional, i el creixement econòmic per càpita i el canvi tecnològic és més lent i fragmentari que en altres escenaris.

B1. La família de trames i escenaris B1 descriu un món convergent amb la mateixa població mundial, que assoleix un màxim a mitjans de segle i que després disminueix, com en la trama A1, però amb un canvi ràpid en les estructures econòmiques cap a una economia de serveis i d'informació, amb una reducció en la intensitat dels materials i la introducció de tecnologies netes i que fan un ús eficient dels recursos. L'èmfasi se situa en solucions globals per aconseguir una sostenibilitat econòmica, social i ambiental, incloent més igualtat, però sense iniciatives climàtiques addicionals.

B2. La família de trames i escenaris B2 descriu un món en què l'èmfasi es posa en solucions locals per aconseguir una sostenibilitat econòmica, social i ambiental. Es tracta d'un món amb una població en constant creixement, a un ritme inferior al de l'escenari A2, valors intermedis de desenvolupament econòmic i un canvi tecnològic menys ràpid i més diversificat que en els escenaris B1 i A1. Mentre que l'escenari també considera la protecció ambiental i la igualtat social, se centra en els àmbits local i regional.

Es va escollir un escenari il·lustratiu per a cada un dels sis grups d'escenaris A1B, A1F1, A1T, A2, B1 i B2. Tots s'han de considerar igualment robustos.

Els escenaris SRES no inclouen iniciatives climàtiques addicionals, fet que implica que no s'inclouen escenaris que assumeixin explícitament la implementació de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic ni els objectius d'emissió del Protocol de Kyoto.

¹⁷ Els escenaris d'emissions no s'avaluen en aquest informe del Grup de Treball I de l'IPCC. Aquest quadre on es resumeixen els escenaris de l'informe SRES s'ha extret del Tercer Informe d'Avaluació i ha estat subjecte a l'aprovació prèvia, línia per línia, per part del grup d'experts de l'IPCC.

Aportacions del Grup de Treball II* al Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC: impactes, adaptació i vulnerabilitat

Resum per als responsables polítics

Aquest resum per als responsables polítics va ser aprovat formalment a la 8a Sessió del Grup de Treball II de l'IPCC celebrada a Brussel·les, Bèlgica, del 2 al 5 d'abril de 2007, i representa el comunicat formalment acordat per l'IPCC respecte a sensibilitat, capacitat adaptativa i vulnerabilitat dels sistemes naturals i humans al canvi climàtic, així com les conseqüències potencials del canvi climàtic.

* Els documents originals es poden consultar a les adreces següents:

Resum per a responsables polítics (SPM): www.ipcc.ch/SPM13apr07.pdf

Resum tècnic (TS): www.ipcc-wg2.org/

Resum complet: www.ipcc-wg2.org/

Autors:

Neil Adger, Pramod Aggarwal, Shardul Agrawala, Joseph Alcamo, Abdelkader Allali, Oleg Anisimov, Nigel Arnell, Michel Boko, Osvaldo Canziani, Timothy Carter, Gino Casassa, Ulisses Confalonieri, Rex Victor Cruz, Edmundo de Alba Alcaraz, William Easterling, Christopher Field, Andreas Fischlin, B. Blair Fitzharris, Carlos Gay García, Clair Hanson, Hideo Harasawa, Kevin Hennessy, Saleemul Huq, Roger Jones, Lucka Kajfe'5f Bogataj, David Karoly, Richard Klein, Zbigniew Kundzewicz, Murari Lal, Rodel Lasco, Geoff Love, Xianfu Lu, Graciela Magrín, Luis José Mata, Roger McLean, Bettina Menne, Guy Midgley, Nobuo Mimura, Monirul Qader Mirza, José Moreno, Linda Mortsch, Isabelle Niang-Diop, Robert Nicholls, Béla Nováky, Leonard Nurse, Anthony Nyong, Michael Oppenheimer, Jean Palutikof, Martin Parry, Anand Patwardhan, Patricia Romero Lankao, Cynthia Rosenzweig, Stephen Schneider, Serguei Semenov, Joel Smith, John Stone, Jean-Pascal van Ypersele, David Vaughan, Coleen Vogel, Thomas Willbanks, Poh Poh Wong, Shaohong Wu i Gary Yohe.

Índex

A. Introducció	35
B. Coneixements actuals sobre els efectes observats del canvi climàtic en els medis natural i humà	35
C. Coneixements actuals sobre els impactes futurs	39
D. Coneixements actuals de la resposta al canvi climàtic	49
E. Necessitat d'observació sistemàtica i de recerca	52

A. Introducció

En aquest resum s'exposen els resultats polítics clau del Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball II del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC).

L'avaluació fa referència als coneixements científics presents dels impactes del canvi climàtic en els sistemes naturals, gestionats i humans, així com a la capacitat d'aquests sistemes per adaptar-se i la seva vulnerabilitat¹. Parteix de les anteriors avaluacions de l'IPCC i incorpora els nous coneixements adquirits des de la Tercera Avaluació.

Les afirmacions que conté aquest resum es basen en els capítols de l'avaluació i les fonts principals s'indiquen al final de cada paràgraf².

B. Coneixements actuals sobre els efectes observats del canvi climàtic en els medis natural i humà

El Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I de l'IPCC inclou una anàlisi exhaustiva del canvi climàtic observat. Aquesta part del resum estudia la relació entre el canvi climàtic observat i els canvis recents que s'han observat en els medis natural i humà.

La informació que es presenta en aquest document es basa en bona part en conjunts de dades recopilades des de l'any 1970. El nombre d'estudis de les tendències observades en el medi ambient físic i biològic i la seva relació amb els canvis climàtics regionals ha augmentat considerablement des del Tercer Informe d'Avaluació de l'any 2001. La qualitat dels conjunts de dades també ha millorat. Tot i així, hi ha una manca notable d'equilibri geogràfic pel que fa a les dades i la bibliografia sobre els canvis observats, amb una palesa escassetat en els països en vies de desenvolupament.

Els estudis recents han permès fer una avaluació més àmplia i segura de la relació existent entre l'escalfament observat i els seus impactes que la de la Tercera Avaluació, la qual va concloure que «Amb alta fiabilitat³ els canvis regionals recents de la temperatura han tingut uns impactes perceptibles en molts sistemes físics i biològics».

A partir de l'avaluació actual, arribem a les conclusions que apuntem tot seguit.

Els indicis observacionals de tots els continents i la major part dels oceans revelen que els canvis climàtics regionals, especialment els augments de la temperatura, estan afectant molts sistemes naturals.

Pel que fa als canvis en la neu, el gel i el sòl gelat (inclòs el permagel)⁴, hi ha un gran fiabilitat que els sistemes naturals en són afectats. En són exemples:

- l'eixamplament i l'augment del nombre de llacs glacials [1.3];
- la creixent inestabilitat del sòl a les regions amb permagel i les allaus de roques a les regions muntanyoses [1.3];
- els canvis en alguns ecosistemes de l'Àrtic i l'Antàrtic, inclosos els dels biomes del gel marí, i també dels predadors en un estadi avançat de la cadena alimentària. [1.3, 4.4 i 15.4]

¹ Per consultar les definicions, vegeu el quadre final 1.

² Les fonts de les afirmacions s'indiquen entre claudàtor. Per exemple, [3.3] es refereix al Capítol 3, Apartat 3. En les fonts, F = figura, T = taula, Q = quadre i RE = Resum executiu.

³ Vegeu el quadre final 2.

⁴ Vegeu el Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I de l'IPCC.

A partir dels indicis creixents, hi ha gran fiabilitat que s'estan donant els següents efectes en sistemes hidrològics:

- augment de l'escorrentia i l'avançament a la primavera del cabal de punta de molts dels rius que s'alimenten de les glaceres i la neu [1.3];
- escalfament dels llacs i els rius de moltes regions, amb efectes sobre l'estructura tèrmica i la qualitat de l'aigua [1.3];

Segons altres dades obtingudes d'una gama d'espècies més àmplia, hi ha una fiabilitat molt gran que l'escalfament recent afecta considerablement els sistemes biològics terrestres i produeix canvis, com ara:

- l'avançament dels esdeveniments típics de la primavera, com el brot de les fulles, la migració de les aus i la posta d'ous [1.3];
- migració de les espècies animals i vegetals cap a cotes més altes i cap als pols. [1.3, 8.2, 14.2]

Segons les observacions per satèl·lit des de principis dels anys vuitanta, hi ha una fiabilitat gran que hi ha hagut una tendència en moltes regions vers l'avançament de l'«enverdit»⁵ de la vegetació a la primavera lligada a unes estacions tèrmiques de creixement més prolongades a causa de l'escalfament recent. [1.3 i 14.2]

Hi ha una fiabilitat molt gran, segons noves proves substancials, que els canvis observats en els sistemes biològics marins i d'aigua dolça estan associats a l'augment de les temperatures de l'aigua, així com els canvis relacionats en la cobertura de gel, la salinitat, els nivells d'oxigen i la circulació [1.3] i inclouen:

- canvis en la zona de distribució i en la abundància d'algues, plàncton i peixos en els oceans de latituds altes [1.3];
- increments en l'abundància d'algues i de zooplàncton als llacs d'alta altitud i latitud [1.3];
- canvis en la zona de distribució i avançament temporal de les migracions de peixos als rius [1.3].

L'absorció de carboni antropogènic des del 1750 ha intensificat l'acidificació de l'oceà amb una reducció mitjana en el pH de 0,1 unitats [Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I de l'IPCC]. Tot i així, els efectes en la biosfera marina de l'acidificació oceànica observada, ara per ara, no estan documentats. [1.3]

Una avaluació global de les dades recopilades des del 1970 posa de manifest que és probable⁶ que l'escalfament antropogènic hagi tingut una influència perceptible en molts sistemes físics i biològics.

S'han acumulat molts més indicis al llarg dels darrers cinc anys per poder afirmar que els canvis produïts en molts sistemes físics i biològics estan vinculats a l'escalfament antropogènic. Hi ha quatre conjunts de proves que, en conjunt, avalen aquesta conclusió:

1. El Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I va concloure que la major part de l'increment observat en les mitjanes globals de les temperatures des de mitjan segle XX és degut molt probablement a l'augment de les concentracions observades de gas amb efecte d'hivernacle antropogènic.
2. De les més de 29.000 sèries de dades observacionals⁷, procedents de 75 estudis, que mostren un canvi significatiu en molts sistemes físics i biològics, més del 89% coincideixen en la direcció del canvi que cal esperar com a resposta a l'escalfament (figura SPM-1) [1.4].

⁵ Mesurat per l'índex de vegetació de la diferència normalitzada, una mesura relativa de la quantitat de vegetació verda en una àrea basada en imatges per satèl·lit.

⁶ Vegeu el quadre final 2.

⁷ Es va seleccionar un subconjunt d'unes 29.000 sèries de dades de les aproximadament 80.000 recopilades en 577 estudis, que complien els criteris següents: (1) Finalització l'any 1990 o més tard; (2) inclusió d'un període mínim de 20 anys i (3) indicació d'un canvi significatiu en qualsevol direcció, segons l'avaluació dels estudis individuals.

3. Una síntesi global dels estudis inclosos en aquesta avaluació demostra fermament que és molt improbable que la convenció espacial entre les regions d'escalfament significatiu a tot el planeta i els indrets amb canvis significatius en molts sistemes provocats per l'escalfament, sigui deguda únicament a la variabilitat natural de les temperatures o a la variabilitat natural dels sistemes. (Vegeu la figura SPM-1) [1.4].
4. Finalment, s'han dut a terme diversos estudis de modelatge que han establert un lligam entre les respostes d'alguns sistemes físics i biològics a l'escalfament antropogènic mitjançant la comparació de les respostes observades en aquests sistemes amb les respostes modelades en què els forçaments naturals (l'activitat solar i els volcans) i els forçaments antropogènics (els gasos amb efecte d'hivernacle i els aerosols) estan explícitament separats. Els models en què els forçaments naturals i antropogènics apareixen combinats simulen les respostes observades d'una manera significativament millor que els models que només fan servir forçaments naturals [1.4].

Les limitacions i mancances eviten l'atribució més completa de les causes de les respostes observades del sistema a l'escalfament antropogènic. En primer lloc, les anàlisis disponibles estan limitades al nombre de sistemes i d'emplaçaments considerats. En segon lloc, la variabilitat natural de la temperatura és més gran a escala regional que a escala global, la qual cosa afecta la identificació dels canvis provocats pel forçament extern. Finalment, a escala regional també hi influeixen altres factors (com els canvis en els usos del sòl, la contaminació i les espècies invasives) [1.4].

De tota manera, la concordança entre els canvis observats i modelats en diversos estudis i la coherència espacial entre l'escalfament regional significatiu i els impactes a escala global és suficient per concloure, amb fiabilitat gran, que l'escalfament antropogènic al llarg de les darreres tres dècades ha tingut una influència perceptible en molts sistemes físics i biològics [1.4].

S'estan materialitzant altres efectes dels canvis climàtics regionals en els medis naturals i humans, tot i que molts d'ells són difícils d'apreciar a causa de l'adaptació i els impulsors no climàtics.

Els efectes de l'augment de les temperatures s'han documentat en els sistemes següents (fiabilitat mitjana):

- efectes sobre la gestió agrícola i forestal a les latituds més altes de l'hemisferi nord, com l'avançament a la primavera de la plantació de conreus i les alteracions dels règims de pertorbació dels boscos a causa dels incendis i les plagues [1.3];
- alguns aspectes de la salut humana, com la mortalitat a causa de la calor a Europa, els vectors de malalties infeccioses en algunes zones i el pol·len al·lèrgic a les latituds altes i mitjanes de l'hemisferi nord [1.3, 8.2, 8. RE];
- algunes activitats humanes a l'Àrtic (la cacera i els desplaçaments sobre neu i gel) i en regions alpines de poca elevació (com els esports de muntanya) [1.3].

El canvi climàtic i les variacions climàtiques recents estan començant a tenir efectes en molts altres sistemes naturals i humans. Tot i així, a partir de la bibliografia publicada, els impactes encara no han esdevingut tendències establertes. Entre altres exemples s'inclouen els següents:

- Els assentaments de les regions muntanyoses pateixen un risc d'inundacions més elevat pel desbordament dels llacs glacials causat per la fusió de les glaceres. Les institucions governamentals d'alguns països ja han començat a reaccionar i estan construint preses i obres de drenatge [1.3].
- A la regió africana del Sahel, les condicions més càlides i seques han donat lloc a una reducció de la durada de l'estació de creixement amb els consegüents efectes perjudicials per als conreus. A l'Àfrica meridional, la prolongació de les estacions seques i la incertesa de la pluviositat insten a l'adopció de mesures [1.3].
- L'augment del nivell del mar i el desenvolupament humà contribueixen de manera conjunta a la pèrdua de zones humides costaneres i manglars, i a danys derivats de les inundacions de la costa en moltes zones [1.3].

Canvis en els sistemes físics i biològics i la temperatura de la superfície en el període 1970-2004

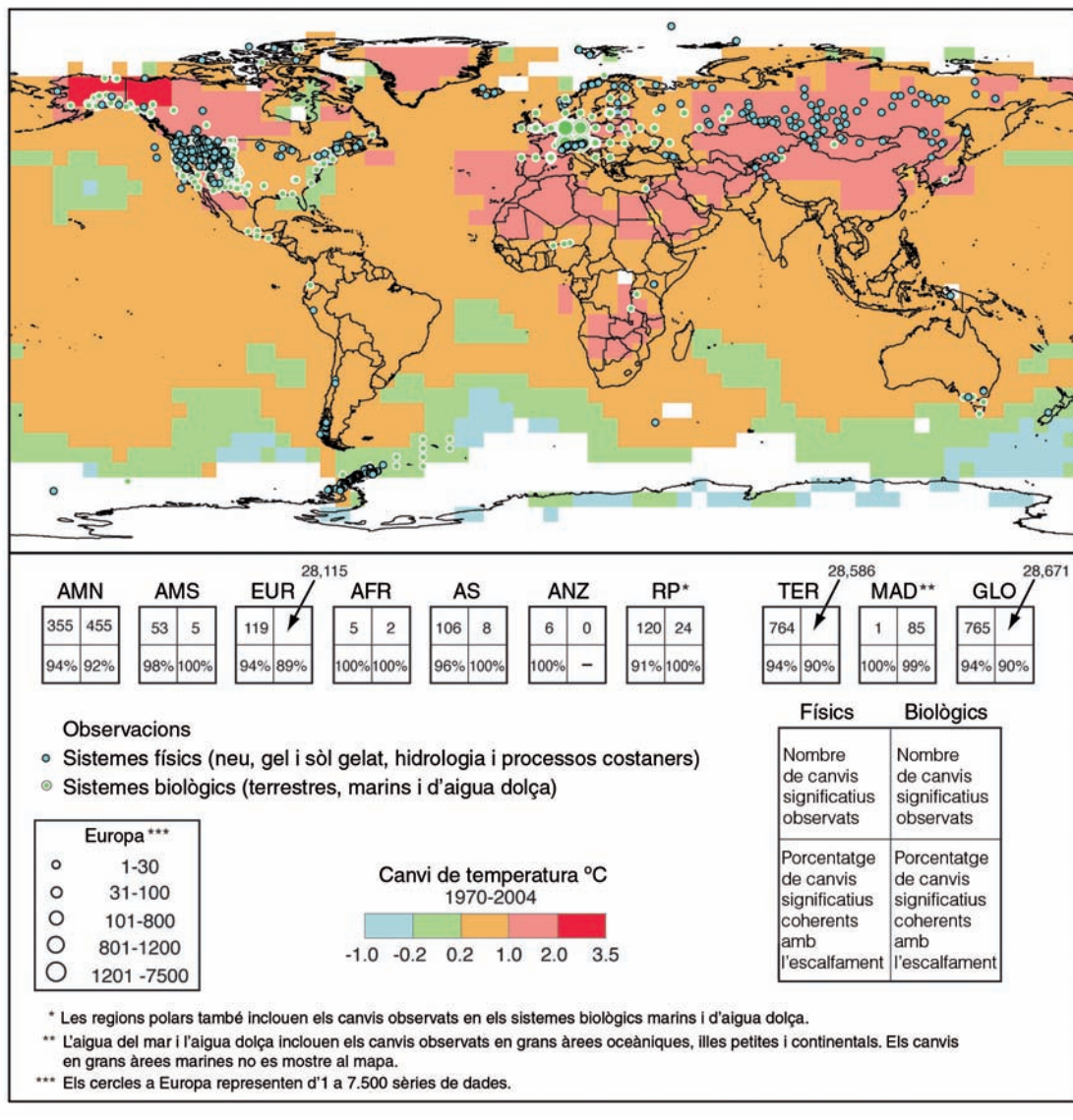


Figura SPM.1. Els indrets on es produeixen canvis significatius en les sèries de dades dels sistemes físics (neu, gel i sòl gelat, hidrologia i processos costaners) i els sistemes biològics (sistemes biològics terrestres, marins i d'aigua dolça) s'indiquen juntament amb els canvis de la temperatura de l'aire de la superfície al llarg del període 1970-2004. Es va seleccionar un subconjunt d'unes 29.000 sèries de dades de les aproximadament 80.000 recopilades en 577 estudis i que complien els criteris següents: (1) Finalització l'any 1990 o més tard; (2) inclusió d'un període mínim de 20 anys; i (3) indicació d'un canvi significatiu en qualsevol direcció, segons l'avaluació dels estudis individuals. Aquestes sèries de dades procedeixen d'uns 75 estudis (dels quals aproximadament 70 són nous des del Tercer Informe d'Avaluació) i contenen al voltant de 29.000 sèries de dades, de les quals aproximadament 28.000 corresponen a estudis europeus. Les àrees blanques no contenen suficients dades climàtiques observacionals per dur a terme una estimació de la tendència de la temperatura. En les taules de 2 columnes i 2 files es reproduïx el nombre total de les sèries de dades amb canvis significatius (fila superior) i el percentatge de les que suggereixen escalfament (fila inferior) per a (i) les regions continentals: Amèrica del Nord (AMN), Amèrica del Sud (AMS), Europa (EUR), Àfrica (AFR), Àsia (AS), Austràlia i Nova Zelanda (ANZ) i les regions polars (RP) i (ii) a escala global: terrestres (TER), marines i d'aigua dolça (MAD) i global (GLO). Els nombres dels estudis dels set quadres regionals (AMN, ..., RP) no s'afegeixen als totals globals (GLO) perquè els nombres de les regions, llevat de la polar, no inclouen els nombres relatius als sistemes marins i d'aigua dolça (MAD). Els canvis en grans àrees marines no es mostren al mapa. [F1.8 i F1.9; Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I F3.9b].

C. Coneixements actuals sobre els impactes futurs

Tot seguit es presenta una selecció de les dades clau relatives als impactes previstos, així com algunes observacions sobre la vulnerabilitat i l'adaptació, en cada sistema, sector i regió per al ventall de canvis climàtics (no mitigats) previstos per l'IPCC al llarg d'aquest segle⁸ i que es consideren rellevants per a la gent i el medi ambient⁹. Els impactes solen reflectir els canvis previstos en les precipitacions i altres variables climàtiques a part de la temperatura, el nivell del mar i les concentracions atmosfèriques de diòxid de carboni. La magnitud i el desenvolupament cronològic dels impactes variaran en funció del grau i el ritme del canvi climàtic i, en alguns casos, de la capacitat d'adaptació. Aquestes qüestions s'analitzen més àmpliament en apartats posteriors del resum.

Actualment es disposa d'informació més concreta sobre la naturalesa dels impactes futurs en un ampli ventall de sistemes i sectors, inclosos alguns camps no analitzats en avaluacions anteriors.

Recursos d'aigua dolça i la seva gestió

Es preveu, a mitjans de segle, un augment de l'escorrentia mitjana anual dels rius i de la disponibilitat d'aigua de l'ordre del 10-40% a les latituds altes i en algunes regions tropicals humides, i una disminució del 10-30% en algunes regions seques situades a latituds mitjanes i al tròpic sec, algunes de les quals ja estan sotmeses a l'estrès hídric. En alguns indrets i en estacions concretes, els canvis difereixen d'aquestes xifres anuals ** D¹⁰ [3.4].

L'abast de les zones afectades per les sequeres probablement augmentarà. Les precipitacions fortes, que molt probablement cada cop seran més freqüents, donaran lloc a un augment del risc d'inundacions ** N [Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I, taula SPM-2, 3.4].

En el decurs del segle, es preveuen disminucions en els recursos hídrics emmagatzemats a les glaceres i al mantell nival, amb què es reduirà la disponibilitat d'aigua a les regions abastades per aigua de desgel provinent de grans serralades. Aquestes regions són habitades actualment per més d'una sisena part de la població mundial ** N [3.4].

S'estan desenvolupant procediments d'adaptació i mesures per combatre el risc en el sector hídric en alguns països i regions que han reconegut els canvis hidrològics previstos i les incerteses que comporten *** N [3.6].

Ecosistemes

La resiliència de molts ecosistemes és probable que se superi aquest segle per mitjà d'una combinació sense precedents de canvi climàtic, alteracions associades (com ara inundacions, sequera, incendis forestals, insectes, acidificació dels oceans) i altres impulsors del canvi global (per exemple, els canvis en els usos del sòl, la contaminació i la sobreexplotació dels recursos) ** N [4.1 a 4.6].

En el decurs d'aquest segle, probablement l'absorció neta de carboni per part dels ecosistemes terrestres assoleixi una cota màxima abans de mitjan segle i aleshores disminueixi o fins i tot es capgiri¹¹, amb l'amplificació consegüent del canvi climàtic ** [4. RE, F4.2].

⁸ Els canvis de temperatura s'expressen com a diferència respecte del període 1980-1999. Per expressar el canvi produït en relació amb el període 1850-1899, afegiu-hi 0,5 °C.

⁹ Criteris elegits: magnitud i desenvolupament cronològic de l'impacte, confiança en l'avaluació, cobertura representativa del sistema, el sector i la regió.

¹⁰ En el text de l'apartat C, s'utilitzen les convencions següents:

Relació amb el Tercer Informe d'Avaluació:

D Desenvolupament addicional d'una conclusió del Tercer Informe d'Avaluació

N Nova conclusió que no apareix al Tercer Informe d'Avaluació.

Nivell de fiabilitat de l'afirmació:

***Fiabilitat molt gran

** Fiabilitat gran

* Fiabilitat mitjana.

És probable que aproximadament el 20-30% de les espècies vegetals i animals avaluades fins ara s'enfrontin a un risc més gran d'extinció si els augments de la temperatura mitjana global superen 1,5-2,5 °C * N [4.4 i T4.1].

Per a increments de la temperatura mitjana global superiors a 1,5-2,5 °C i en concentracions de diòxid de carboni atmosfèric concomitants, es preveuen canvis molt importants en l'estructura i la funció dels ecosistemes, les interaccions ecològiques de les espècies i els àmbits geogràfics de les espècies, amb unes conseqüències predominantment negatives per a la biodiversitat, així com els béns i els serveis ambientals, com ara l'abastament d'aigua i aliments ** N [4.4].

Es preveu que l'acidificació progressiva dels oceans causada per l'increment del diòxid de carboni atmosfèric repercuteixi negativament en els organismes marins que formen conques (com els coralls) i les seves espècies dependents * N [B4.4 i 6.4].

Aliments, fibres i productes forestals

Es preveu un lleuger augment de la productivitat de les collites a les altituds mitjanes i altes per a increments de les temperatures mitjanes locals de fins a 1-3 °C en funció del conreu, i una disminució posterior més enllà d'aquest interval en algunes regions * D [5.4].

A latituds inferiors, especialment a les regions estacionalment seques i les regions tropicals, es projecta una disminució de la productivitat dels conreus fins i tot per a petits increments de la temperatura local (1-2 °C), la qual cosa augmentaria el risc de patir fam * D [5.4].

Globalment, es preveu un increment del potencial per a la producció d'aliments amb augments de la temperatura mitjana local de l'ordre d'1-3 °C, però per damunt d'aquest interval s'espera una disminució * D [5.4 i 5.6].

Es preveu que la freqüència més gran de sequeres i inundacions afecti negativament la producció local, especialment en sectors de cultius de subsistència situats a les latituds baixes ** D [5.4 i 5. RE].

Adaptacions com, per exemple, alteracions dels cultivars i les èpoques de sembra permeten mantenir els rendiments de producció de cereals a les latituds baixes i mitjanes en els valors inicials o fins i tot superiors en cas que l'escalfament sigui moderat * N [5.5].

Globalment, la productivitat de fusta per a usos comercials augmenta modestament amb el canvi climàtic de curt a mitjà termini, amb una gran variabilitat regional al voltant de la tendència global * D [5.4].

S'esperen canvis regionals en la distribució i la producció d'espècies concretes de peixos a causa de l'escalfament continuat i es preveuen efectes adversos per a l'aqüicultura i la pesca ** D [5.4].

Sistemes costaners i àrees de baixa altitud

Es preveu que les costes s'exposin a riscos creixents, inclosa l'erosió de la costa, a causa del canvi climàtic i de l'augment del nivell del mar. L'efecte s'agreujarà per les creixents pressions antropogèniques sobre el litoral *** D [6.3 i 6.4].

Els coralls són vulnerables a l'estrès tèrmic i tenen una capacitat adaptativa baixa. Es projecta que augments de la temperatura de la superfície del mar de l'ordre d'1 a 3 °C donin lloc a episodis més freqüents de blanqueig de corall i a una mortalitat generalitzada, llevat que els coralls se sotmetin a un procés d'adaptació tèrmica o aclimatació *** D [B6.1 i 6.4].

Es preveu que les zones costaneres humides, inclosos els aiguamolls salins i els manglars, pateixin els efectes negatius de la pujada del nivell del mar, especialment on tinguin restriccions cap a terra o estiguin mancats de sediments *** D [6.4].

¹¹ Partint de la hipòtesi d'unes emissions continuades de gasos amb efecte d'hivernacle a les taxes actuals o superiors i que es produeixin altres canvis globals, inclosos els canvis en els usos del sòl.

Es preveu que, per la dècada del 2080, molts milions més de persones pateixin cada any inundacions com a conseqüència de l'augment del nivell del mar. Aquelles regions densament poblades i les àrees de baixa altitud amb una capacitat adaptativa relativament baixa i que ja s'enfronten a altres reptes com les tempestes tropicals o la subsidència costanera local, corren un risc especial. Els nombres afectats seran més grans als megadeltas d'Àsia i Àfrica, mentre que les petites illes són especialment vulnerables *** D [6.4].

L'adaptació en les regions litorals és un repte més gran en els països en desenvolupament que en els països desenvolupats com a conseqüència de les limitacions en la capacitat adaptativa ** D [6.4, 6.5 i T6.11].

Indústria, assentaments i societat

Els costos i els beneficis del canvi climàtic per a la indústria, els assentaments i la societat variaran àmpliament en funció de la seva localització i escala. Això no obstant, en conjunt, els efectes nets tendiran a ser més negatius com més significatiu sigui el canvi en el clima ** N [7.4 i 7.6].

Les indústries, els assentaments i les societats més vulnerables són generalment aquells que estan situats en zones costaneres i planes al·luvials, aquells amb unes economies molt lligades als recursos sensibles al clima i aquells que es troben en àrees propenses a patir esdeveniments climàtics extrems, especialment els que són objecte d'una ràpida urbanització ** D [7.1, 7.3, 7.4 i 7.5].

Les comunitats pobres poden ser especialment vulnerables, en concret les que estan concentrades en àrees d'alt risc. Tendeixen a disposar d'unes capacitats adaptatives més limitades i són més dependents dels recursos sensibles al clima com els subministraments locals d'aigua i aliments ** N [7.2, 7.4 i 5.4].

Allà on els esdeveniments climàtics extrems s'intensifiquen i/o esdevenen més freqüents, els seus costos econòmics i socials augmenten, i aquests increments seran substancials en les àrees més directament afectades. Els impactes del canvi climàtic s'extenen des de les zones i els sectors directament afectats vers d'altres zones i sectors a través d'unes connexions àmplies i complexes ** N [7.4 i 7.5].

Salut

Les exposicions previstes relacionades amb el canvi climàtic probablement afectaran l'estat de salut de milions de persones, sobretot les que tinguin una baixa capacitat adaptativa, per mitjà de:

- més incidència de malnutrició i trastorns consegüents, amb implicacions per al creixement i el desenvolupament dels infants;
- increment de la mortalitat, les malalties i els danys a causa de les onades de calor, les inundacions, les tempestes, els incendis i la sequera;
- major cost dels episodis de diarrees;
- augment de la freqüència de les malalties cardiorespiratòries provocades per les concentracions d'ozó més elevades a nivell del sòl relacionades amb el canvi climàtic; i
- alteració de la distribució espacial d'alguns vectors de malalties infeccioses ** D [8.4, 8. RE i 8.2].

Es preveu que el canvi climàtic tingui uns efectes mixtos, com la disminució o l'augment de l'abast i el potencial de transmissió de la malària a l'Àfrica ** D [8.4].

Els estudis duts a terme en zones temperades¹² mostren que es preveu que el canvi climàtic reporti certs beneficis, com la reducció de la mortalitat per l'exposició al fred. En general, es pronostica que aquests beneficis estaran contrarestats pels efectes sanitaris negatius de l'augment de les temperatures en l'àmbit mundial, especialment en els països en vies de desenvolupament ** D [8.4].

¹² Estudis realitzats principalment en països industrialitzats.

L'equilibri dels impactes positius i negatius sobre la salut variarà d'un lloc a un altre, i es modificarà amb el temps a mesura que les temperatures continuïn pujant. Els factors que configuren directament la salut de les poblacions, com l'educació, l'assistència sanitària, iniciatives sanitàries públiques, la prevenció, les infraestructures i el desenvolupament econòmic, tindran una importància crucial *** N [8.3].

Actualment es disposa d'informació més concreta sobre la naturalesa dels impactes futurs pel que fa a les diferents regions del món, inclosos alguns indrets no analitzats en avaluacions anteriors.

Àfrica

Per a l'any 2020, es preveu l'exposició d'entre 75 i 250 milions de persones a un augment de l'estrès hídric a causa del canvi climàtic. Si a això li afegim l'increment de la demanda, això afectarà negativament els mitjans de vida i agreujarà els problemes relacionats amb l'aigua ** D [9.4, 3.4, 8.2 i 8.4].

Es preveu que la producció agrícola, que inclou l'accés als aliments, en molts països i regions africanes es veurà greument compromesa per la variabilitat i el canvi climàtic. S'espera una disminució de les terres aptes per a l'agricultura, la durada de les estacions de creixement i el potencial de les collites, sobretot al llarg dels marges de les zones semiàrides i àrides, fet que afectaria més negativament la seguretat alimentària i agreujaria la malnutrició al continent. En alguns països, els conreus de l'agricultura pluvial es podrien reduir fins al 50% l'any 2020 ** N [9.2, 9.4, 9.6].

Es preveu que l'abastament local d'aliments pateixi els efectes negatius de la disminució dels recursos pesquers en els grans llacs a causa de l'augment de les temperatures de l'aigua, fet que la sobrepesca continuada podria agreujar encara més ** N [9.4, 5.4 i 8.4].

Vers la fi del segle XXI, l'augment previst del nivell del mar afectarà les zones costaneres de baixa altitud amb grans poblacions. El cost de l'adaptació podria xifrar-se almenys en el 5-10% del PIB. Es preveu una degradació afegida dels manglars i els esculls de corall, amb conseqüències addicionals per a la pesca i el turisme ** D [9.4].

Els nous estudis confirmen que l'Àfrica és un dels continents més vulnerables a la variabilitat i el canvi del clima degut a múltiples incidències i per la seva baixa capacitat adaptativa. S'està produint certa adaptació a la variabilitat climàtica actual, tot i que podria resultar insuficient per fer front als canvis futurs del clima ** N [9.5].

Àsia

Previsiblement la fosa de glaceres a l'Himàlaia farà augmentar les inundacions, les allaus de roques procedents de vessants desestabilitzades, i afectarà els recursos hídrics en les properes dues a tres dècades. Això anirà seguit de la disminució dels fluxos fluvials a mesura que la recessió de les glaceres es vagi fent palesa * N [10.2 i 10.4].

Es preveu una disminució de la disponibilitat d'aigua dolça a l'Àsia Central, meridional, oriental i sud-oriental, sobretot a les grans conques de drenatge, a causa del canvi climàtic que, juntament amb l'augment de la població i la demanda creixent derivada d'uns nivells de vida més elevats, podrien afectar negativament més de mil milions de persones en la dècada del 2050 ** N [10.4].

Les zones del litoral, especialment les regions de megadelta densament poblades, a l'Àsia meridional, oriental i sud-oriental estaran exposades a un risc més elevat a causa de l'augment de les inundacions marítimes i, en alguns megadeltes, de les inundacions fluvials ** D [10.4].

Es preveu que el canvi climàtic incideixi negativament en el desenvolupament sostenible de la majoria de països en vies de desenvolupament d'Àsia, ja que agreuja les pressions sobre els recursos naturals i el medi ambient associades a la ràpida urbanització, industrialització i desenvolupament econòmic ** D [10.5].

Es preveu que els rendiments dels cultius podrien augmentar fins al 20% a l'est i el sud-est d'Àsia, mentre que podrien disminuir fins al 30% a l'Àsia Central i meridional a mitjan segle XXI. Conjuntament, i considerant la influència del ràpid creixement de la població i la urbanització, es preveu que el risc de patir fam es mantingui molt alt en diversos països en vies de desenvolupament * N [10.4].

Es preveu un augment de la morbiditat endèmica causada per les diarrees associades principalment a les inundacions i les sequeres a l'est, el sud i el sud-est d'Àsia per raó dels canvis previstos en el cicle hidrològic associats a l'escalfament global. Els increments de la temperatura de l'aigua al litoral agreujarien l'abundància i/o la toxicitat del còlera al sud d'Àsia **N [10.4].

Austràlia i Nova Zelanda

Com a conseqüència de la disminució de les precipitacions i l'increment de l'evaporació, es preveu la intensificació dels problemes de seguretat de l'aigua per a l'any 2030 a l'Austràlia meridional i oriental, així com, a Nova Zelanda, a la regió anomenada Northland i algunes regions orientals ** D [11.4].

Es preveu una pèrdua significativa de la biodiversitat l'any 2020 en alguns indrets ecològicament rics, inclosos la gran barrera de corall i els tròpics humits de Queensland. Entre altres indrets amenaçats s'inclouen les zones humides de Kakadu, el sud-oest d'Austràlia, les illes de l'arxipèlag subantàrtic i les zones alpines de tots dos països *** D [11.4].

Es preveu que el desenvolupament constant del litoral i el creixement de la població en zones com Cairns i el sud-est de Queensland (Austràlia) i de la regió de Northland fins a la badia de Plenty (Nova Zelanda) agreugi els riscos derivats de l'augment del nivell del mar i de la intensificació, tant en gravetat com en freqüència, de les tempestes i les inundacions costaneres per a l'any 2050 *** D [11.4 i 11.6].

Es preveu una reducció de la producció agrícola i forestal per a l'any 2030 a gran part de l'Austràlia meridional i oriental, i sobre algunes zones de la Nova Zelanda oriental, a causa de la proliferació de les sequeres i els incendis. Tot i així, a Nova Zelanda es preveuen beneficis inicials agrícoles i alhora forestals a les zones occidental, meridional i pròximes als rius principals a causa d'una estació de creixement més prolongada, menys glaçades i més precipitacions ** N [11.4].

La regió té una capacitat adaptativa substancial gràcies a les economies ben desenvolupades i a les capacitats científiques i tècniques, però es presenten limitacions considerables a la implantació i reptes de gran magnitud arran dels canvis produïts en els esdeveniments extrems. Els sistemes naturals tenen una capacitat adaptativa limitada ** N [11.2 i 11.5].

Europa

Per primera vegada s'ha documentat una gran varietat d'impactes dels canvis en el clima actual: la retirada de les glaceres, la prolongació de les estacions de creixement, els canvis en la zona de distribució de les espècies i els efectes negatius per a la salut d'una onada de calor sense precedents. Els canvis observats i que es descriuen més amunt concorden amb els previstos per al canvi climàtic futur *** N [12.2, 12.4 i 12.6].

Es preveuen efectes negatius pràcticament a totes les regions europees pels impactes futurs del canvi climàtic, els quals plantejaran reptes a molts sectors econòmics. Es projecta que el canvi climàtic magnificarà les diferències regionals a Europa en béns i recursos naturals. Entre els impactes negatius s'inclouen un major risc d'inundacions sobtades, més freqüència d'inundacions costaneres i augment de l'erosió (per les pluges i la pujada del nivell del mar). La gran majoria d'organismes i ecosistemes tindran dificultats per adaptar-se al canvi climàtic. Les regions muntanyoses s'enfrontaran a la retirada de les glaceres, a una reducció de la innivació i el turisme hivernal, i a pèrdues més esteses d'espècies (en algunes zones fins al 60% en escenaris d'altas emissions per al 2080) *** D [12.4].

A l'Europa meridional, es preveu que el canvi climàtic empitjori les condicions (temperatures altes i sequera) en una regió ja vulnerable a la variabilitat del clima, que redueixi la disponibilitat d'aigua, el potencial hidroelèctric, el turisme estival i, en general, la productivitat dels conreus. També s'esperen més riscos per a la salut per les onades de calor i la freqüència dels incendis forestals ** D [12.2, 12.4 i 12.7].

A l'Europa central i oriental, es preveu que les precipitacions estivals disminuiran, la qual cosa provocarà encara més estrès hídric. Es preveu un increment dels riscos sanitaris per les onades de calor i s'espera una reducció de la productivitat forestal i un increment de la freqüència dels incendis forestals ** D [12.4].

A l'Europa septentrional, es preveu que el canvi climàtic tingui inicialment uns efectes mixtos, inclosos alguns beneficis com menys demanda de calefacció, més productivitat dels conreus i l'increment del creixement forestal.

Tot i així, a mesura que el canvi climàtic continuï, els seus impactes negatius (incloses les inundacions hivernals més freqüents, l'amenaça dels ecosistemes i la creixent inestabilitat del sòl) probablement contrarestin els seus beneficis ** D [12.4].

És probable que l'adaptació al canvi climàtic tregui partit de l'experiència obtinguda en la reacció als esdeveniments climàtics extrems, específicament mitjançant la implantació específica de plans d'adaptació proactius per a la gestió del risc de canvi climàtic *** N [12.5].

Amèrica del Sud

Es preveu que a mitjan segle, els increments de la temperatura i les disminucions associades de l'aigua del sòl menaran a una substitució gradual del bosc tropical per sabana a l'Amazònia oriental. La vegetació semiàrida tendirà a ser substituïda per vegetació de sòl àrid. Hi ha un risc de pèrdua significativa de biodiversitat per l'extinció d'espècies a moltes zones de l'Amèrica del Sud tropical ** D [13.4].

En regions més seques, s'espera que el canvi climàtic doni lloc a la salinització i la desertificació del sòl agrícola. Es preveu una disminució de la productivitat d'alguns conreus importants i la reducció de la productivitat ramadera, amb conseqüències adverses per a la seguretat alimentària. Es preveu l'augment dels conreus de soja en les zones temperades ** N [13.4 i 13.7].

Es preveu que l'augment del nivell del mar causi un risc més alt d'inundacions a les zones de baixa altitud. ** N [13.4, 13.7] Es preveu que els increments de la temperatura de la superfície del mar causats pel canvi climàtic tinguin efectes adversos en els esculls de corall mesoamericans i causin el desplaçament de la localització dels bancs de peixos al sud-est del Pacífic ** N [13.4, 13.7].

Es preveu que els canvis en els patrons de precipitació i la desaparició de les glaceres afectaran d'una manera significativa la disponibilitat d'aigua per al consum humà, l'agricultura i la generació energètica ** D [13.4].

Alguns països han fet esforços d'adaptació, sobretot mitjançant la conservació dels ecosistemes essencials, sistemes d'alarma precoç, gestió del risc a l'agricultura, estratègies per a la gestió de les inundacions, la sequera i el litoral, i sistemes de vigilància epidemiològica. Tot i així, l'eficàcia d'aquests esforços es veu contrarestada per l'absència d'informació bàsica, sistemes d'observació i monitoratge; la manca de foment de capacitats i d'uns marcs polítics, institucionals i tecnològics adequats; unes rendes baixes; i assentaments en regions vulnerables, entre d'altres ** D [13.2].

Amèrica del Nord

Es preveu que l'escalfament de les muntanyes occidentals produeixi una disminució del mantell nival, més inundacions hivernals i una reducció dels fluxos estivals, i s'agreuja així la competència per als recursos hídrics sobreassignats *** D [14.4 i B14.2].

Es preveu que les perturbacions causades per plagues, malalties i foc tinguin un impacte creixent en els boscos, amb un període més llarg d'alt risc d'incendi i un gran increment de la superfície cremada *** N [14.4 i B14.1].

Es preveu que el canvi climàtic moderat de les primeres dècades del segle augmenti els rendiments agregats dels conreus d'agricultura pluvial en un 5-20%, però amb una variabilitat important entre regions. Els principals reptes presumiblement afectaran les collites pròximes a l'extrem càlid la seva zona de distribució adequada o que depenen de recursos hídrics altament utilitzats ** D [14.4].

Es preveu un risc més gran a les ciutats on actualment s'experimenten onades de calor per l'increment de la incidència, la intensitat i la durada de les onades de calor en el decurs del segle, amb possibles impactes sanitaris adversos. El nombre creixent de població envellida és el més amenaçat *** D [14.4].

Les comunitats i els hàbitats costaners estaran cada vegada més amenaçats pels impactes del canvi climàtic que interactuaran amb el desenvolupament i la contaminació. El creixement de la població i el valor en augment de les infraestructures al litoral incrementen la vulnerabilitat a la variabilitat i el canvi climàtics futurs, i es preveuen unes pèrdues superiors si la intensitat de les pluges tropicals augmenta. L'adaptació actual és desigual i el grau de reacció davant d'un augment de l'exposició és baix *** N [14.2, 14.4].

Regions polars

A les regions polars, els principals efectes biofísics previstos són les reduccions del gruix i l'extensió de les glaceres i els mantells de gel, i canvis en els ecosistemes naturals amb efectes negatius per a molts organismes, incloses les aus migratòries, els mamífers i els predadors en un estadi avançat de la cadena alimentària. A l'Àrtic, entre els impactes addicionals cal esmentar les reduccions en l'extensió del gel del mar i el permagel, un augment de l'erosió costanera, i un augment de la profunditat de la descongelació estacional del permagel ** D [15.3, 15.4 i 15.2].

Pel que fa a les comunitats humanes de l'Àrtic, es preveuen uns impactes mixtos, sobretot els derivats de les condicions canviants de la neu i el gel. Entre les repercussions negatives figuren els efectes sobre les infraestructures i les formes de vida tradicionals autòctones ** D [15.4].

Entre els efectes beneficiosos s'inclourien els costos de calefacció inferiors i més navegabilitat de les rutes marines septentrionals * D [15.4].

En totes dues regions polars, es preveu que els ecosistemes i els hàbitats específics siguin vulnerables, a mesura que es vagin reduint les barreres climàtiques a les invasions d'espècies ** D [15.6 i 15.4].

Les comunitats humanes de l'Àrtic ja s'estan adaptant al canvi climàtic, però tant els factors negatius externs com interns amenacen les seves capacitats adaptatives. Malgrat la resiliència demostrada històricament per les comunitats autòctones de l'Àrtic, algunes formes de vida tradicionals estan essent amenaçades i calen inversions substancials que permetin l'adaptació o bé el trasllat de les estructures físiques i les comunitats ** D [15. RE, 15.4, 15.5, 15.7].

Illes petites

Les illes petites, tant si estan situades als Tròpics com en latituds superiors, tenen unes característiques que les fan especialment vulnerables als efectes del canvi climàtic, l'augment del nivell del mar i els esdeveniments extrems *** [16.1 i 16.5].

El deteriorament de les condicions del litoral, per exemple a través de l'erosió de les platges i el blanqueig de corall, s'espera que afecti els recursos locals, com les pesqueries, i que redueixi el valor d'aquestes destinacions per al turisme ** D [16.4].

L'augment del nivell del mar agreujarà les inundacions, les marees de tempesta, l'erosió i altres riscos per al litoral, i amenaçarà les infraestructures vitals, els assentaments i les instal·lacions que sustenten els mitjans de vida de les comunitats illenques *** D [16.4].

Es preveu que a mitjan segle el canvi climàtic redueixi els recursos hídrics en moltes illes petites, per exemple al Carib i el Pacífic, fins al punt que esdevindran insuficients per satisfer la demanda durant els períodes de pluges escasses *** D [16.4].

Amb les temperatures més altes, s'espera que hi hagi més invasions d'espècies no autòctones, sobretot a les illes de latitud mitjana i alta ** N [16.4].

Actualment es pot fer una estimació més sistemàtica de les magnituds de l'impacte per a una sèrie de possibles increments en la temperatura mitjana global.

Des del Tercer Informe d'Avaluació de l'IPCC, molts estudis addicionals, sobretot en regions on abans la recerca havia estat minsa, han permès una comprensió més sistemàtica de la manera com els canvis en el clima i el nivell del mar associats a les diverses quantitats i ritmes de canvi de la temperatura mitjana global poden afectar el ritme i la magnitud dels impactes.

La figura SPM.2 conté exemples d'aquesta nova informació. Les dades s'han seleccionat en funció de la seva rellevància per a la gent i el medi ambient, i del seu nivell de fiabilitat en l'avaluació. Tots els exemples d'impactes s'han extret de capítols de l'avaluació, en què s'ofereix informació més detallada.

Dependent de les circumstàncies, alguns d'aquests impactes podrien estar associats a les «vulnerabilitats essencials», en funció d'una sèrie de criteris bibliogràfics (la magnitud, la cronologia, la persistència/reversibilitat, el potencial d'adaptació, els aspectes distribucionals, la probabilitat i la «importància» dels impactes). L'objectiu de l'avaluació de les possibles vulnerabilitats essencials és subministrar informació sobre els ritmes i els nivells del canvi climàtic que permeti ajudar els responsables de la presa de decisions a trobar les respostes adequades per poder fer front als riscos del canvi climàtic [19. RE, 19.1].

Els «motius d'alarma» identificats en el Tercer Informe d'Avaluació continuen essent un marc viable per a l'anàlisi de les vulnerabilitats essencials. La recerca recent ha actualitzat algunes de les dades del Tercer Informe d'Avaluació [19.3].

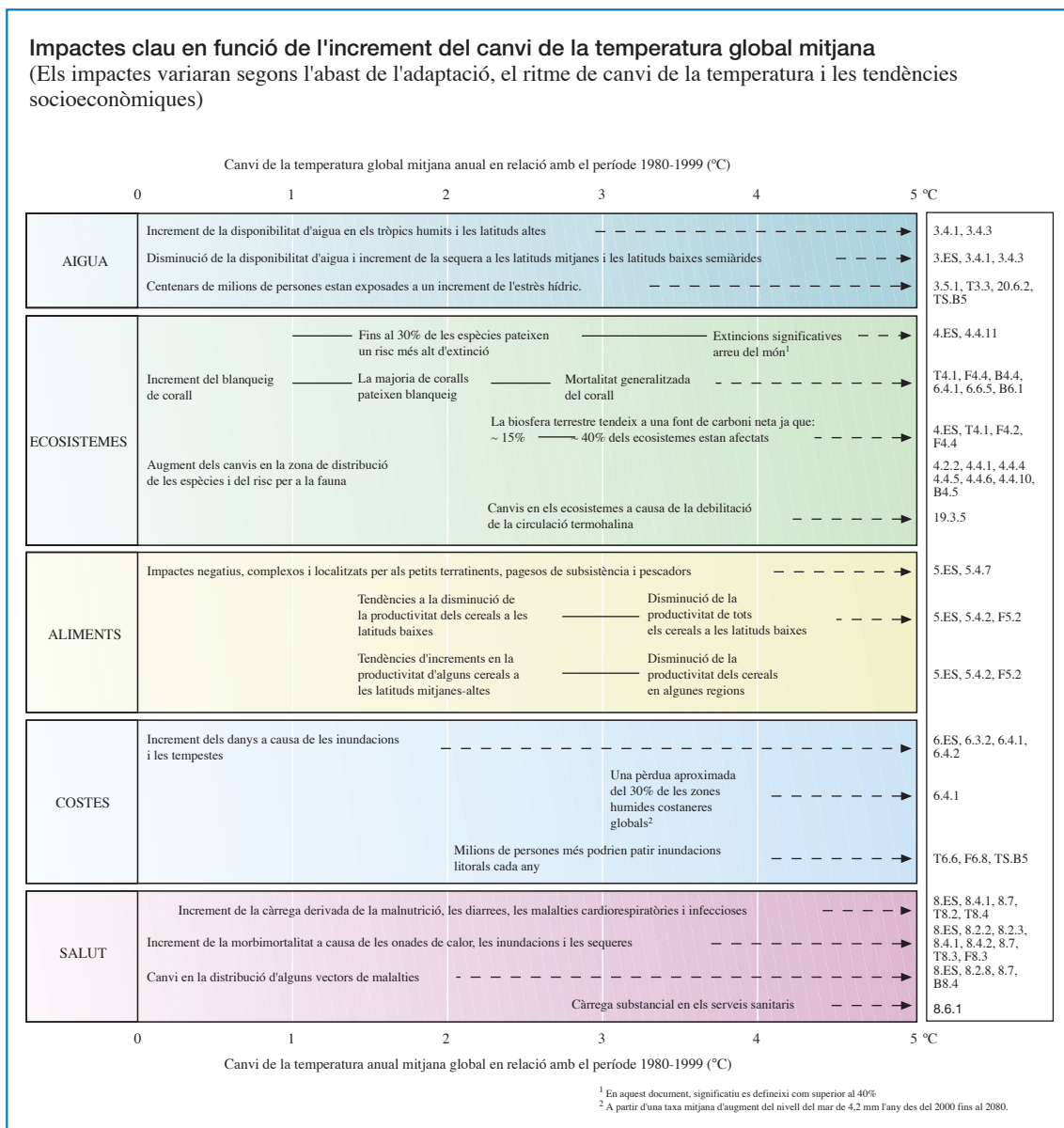


Figura SPM.2. Exemples il·lustratius dels impactes globals previstos per als canvis climàtics (i el nivell del mar i el diòxid de carboni atmosfèric, quan escaigui) associats a les diferents quantitats d'increment de la temperatura de la superfície global mitjana en el segle XXI. [T20.8] Les línies negres relacionen els impactes i les fletxes discontinües indiquen que els impactes continuen amb l'augment de les temperatures. Les dades estan disposades de manera que a l'esquerra del text s'indica l'inici aproximat d'un impacte concret. Les dades quantitatives corresponents a l'escassetat de l'aigua i les inundacions representen els impactes addicionals del canvi climàtic en relació amb les condicions previstes en el ventall d'escenaris de l'informe SRES A1FI, A2, B1 i B2 (vegeu el quadre 3 al final del document). L'adaptació al canvi climàtic no s'inclou en aquestes estimacions. Totes les dades procedeixen d'estudis publicats citats en els capítols de l'avaluació. Les fonts s'indiquen a la columna de la dreta de la taula. Els nivells de fiabilitat de totes les declaracions són alts.

És molt probable que es produeixi una modificació dels impactes causats per la modificació de les freqüències i les intensitats dels esdeveniments meteorològics, climàtics i del nivell del mar extrems.

Des del Tercer Informe d'Avaluació de l'IPCC, ha augmentat la seguretat que alguns esdeveniments climàtics i extrems esdevindran més freqüents, més generalitzats i/o més intensos durant el segle XXI, i es té més informació sobre els efectes possibles d'aquests canvis, dels quals se'n presenta una selecció en la taula SPM.1.

La direcció de la tendència i la probabilitat dels fenòmens són d'acord amb els escenaris SRES de l'IPCC.

Alguns esdeveniments climàtics a gran escala tenen el potencial de produir uns impactes molt grans, especialment després del segle XXI.

L'augment extrem del nivell del mar que es derivaria del desglaç generalitzat de Groenlàndia i els mantells de gel de l'Antàrtic Oest implica canvis significants a les línies de costa i els ecosistemes així com la inundació de les zones de poca altitud, amb una repercussió més gran als deltes dels rius. La redistribució de les poblacions, l'activitat econòmica i les infraestructures serien costoses i representarien tot un repte. Hi ha una fiabilitat mitjana que almenys el desglaç parcial del mantell de gel de Groenlàndia i possiblement del mantell de gel de l'Antàrtic oest es produiria al llarg d'un període de temps que aniria des d'uns quants segles fins a uns mil·lennis per a un augment de la temperatura mitjana global d'1-4 °C (en relació amb el període 1990-2000), la qual cosa donaria lloc a un increment de l'augment del nivell del mar de 4-6 m o més. El desgel complet del mantell de gel de Groenlàndia i del mantell de gel de l'Antàrtic oest donaria lloc a un increment del nivell del mar de fins a 7 metres i d'uns 5 metres, respectivament. [Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I, 6.4, 10.7; Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball II, 19.3].

A partir dels resultats dels models climàtics, és molt improbable que la circulació termohalina atlàntica pateixi una transició abrupta durant el segle XXI. L'alentiment de la circulació termohalina atlàntica durant aquest segle és molt probable, però es preveu que les temperatures sobre l'Atlàntic i Europa augmentin, de tota manera, a causa de l'escalfament global. Els impactes dels canvis a gran escala i persistents de la circulació termohalina atlàntica CT és probable que incloguin canvis en la productivitat dels ecosistemes marins, la pesca, l'absorció de diòxid de carboni dels oceans, les concentracions d'oxigen oceànic i la vegetació terrestre. [Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I, 10.3 i 10.7; Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball II, 12.6 i 19.3].

Els impactes del canvi climàtic variaran en l'àmbit regional però, de manera agregada i actualitzada, molt probablement imposin uns costos nets anuals que s'incrementaran amb el temps a mesura que les temperatures globals augmentin.

Aquesta avaluació deixa ben clar que els impactes del canvi climàtic futur seran diversos en les diferents regions. Per a increments de la temperatura mitjana global inferiors a 1-3 °C per damunt dels nivells de l'any 1990, es preveu que alguns impactes produeixin beneficis en alguns indrets i sectors, i comportin costos en d'altres. Es preveu, no obstant, que algunes regions de baixa latitud i polars experimentin uns costos nets fins i tot per a petits increments de la temperatura. És molt probable que totes les regions pateixin davallades en els beneficis nets o bé increments en els costos nets per a increments de les temperatures superiors a 2-3 °C [9. RE, 9.5, 10.6, T109, 15.3 i 15. RE]. Aquestes observacions avalen les proves aportades en el Tercer Informe d'Avaluació que, mentre que s'espera que els països en vies de desenvolupament experimentin percentatges superiors de pèrdues, les pèrdues globals mitjanes podria ser de l'ordre de l'1-5% del producte interior brut (PIB) per a 4 °C d'escalfament [F20.3].

Moltes estimacions de costos econòmics nets agregats dels danys causats pel canvi climàtic arreu del planeta (és a dir, el cost social del carboni (CSC), expressats en termes de beneficis nets futurs i costos descomptats al present) es troben en aquests moments disponibles. Les estimacions per grups d'experts del cost social del carboni per a l'any 2005 tenen un valor mitjà de 43 dòlars per tona de carboni (tC) (és a dir, 12 dòlars per tona de diòxid de carboni) però l'interval al voltant d'aquesta mitjana és gran. Per exemple, en un estudi de 100 estimacions, els valors van oscil·lar entre -10 dòlars per tona de carboni (-3 dòlars per tona de diòxid de carboni) fins a 350 \$/tC (130 dòlars per tona de diòxid de carboni) [20.6].

Els grans intervals del cost social del carboni són deguts en gran part a diferències en les suposicions relatives a la sensibilitat climàtica, els temps de resposta, el tractament del risc i la igualtat, els impactes econòmics i no econòmics, la inclusió de les pèrdues potencialment catastròfiques i els tipus de taxes de descompte. És molt probable que les xifres agregades globalment subestimïn els costos dels danys perquè no poden incloure molts dels impactes no quantificables. En conjunt, l'interval de dades publicades indica que els costos nets dels danys del canvi climàtic probablement seran significatius i augmentaran amb el temps [T20.3, 20.6 i F20.4].

És virtualment cert que les estimacions agregades dels costos emmascaren unes diferències significatives en els impactes entre els diversos sectors, regions, països i poblacions. En alguns indrets i entre alguns grups de persones amb exposició alta, sensibilitat elevada i/o capacitat adaptativa

Taula SPM.1. Exemples dels possible impactes del canvi climàtic a causa dels canvis en els esdeveniments meteorològics i climàtics extrems, segons projeccions de mitjan-finals del segle XXI. No tenen en compte els possibles canvis o desenvolupaments en la capacitat adaptativa. Es poden trobar exemples de totes aquestes dades en els capítols de l'avaluació completa (vegeu la font indicada a la part superior de les columnes). Les primeres dues columnes d'aquesta taula (ombrejades en groc) s'extreuen directament del Resum per als responsables polítics del Grup de Treball I (taula SPM.2). Les estimacions de probabilitat de la columna 2 es refereixen als fenòmens relacionats en la columna 1.

Fenòmens i direcció de la tendència ^{a)}	La probabilitat de les tendències futures basada en pronòstics per al segle XXI mitjançant l'ús d'escenaris de l'informe SRES	Exemples dels principals impactes previstos per sectors			
		Agricultura, silvicultura i ecosistemes [4.4, 5.4]	Recursos hídrics [3.4]	Salut humana [8.2, 8.4]	Indústria/ assentaments/ societat [7.4]
Dies i nits més calorosos i menys freds; més freqüència de dies i nits més calorosos i càlids sobre la major part dels territoris.	Virtualment segur ^{b)}	Increment del rendiments de les collites en entorns més freds; reducció del rendiment de les collites en entorns més càlids; proliferació de les plagues d'insectes.	Efectes sobre els recursos hídrics dependents de la fosa de la neu; efectes en alguns abastaments d'aigua.	Reducció de la mortalitat humana a causa de la exposició al fred inferior.	Reducció de la demanda energètica per a calefacció; increment de la demanda de refrigeració; disminució de la qualitat de l'aire a les ciutats; reducció de la disrupció del transport a causa de la neu i el gel; efectes sobre el turisme hivernal.
Fronts càlids/onades de calor. Augment de la freqüència sobre la major part dels territoris.	Molt probable	Reducció del rendiment de les collites a les regions més càlides a causa de les onades de calor; augment del perill d'incendis forestals.	Més demanda d'aigua; problemes amb la qualitat de l'aigua com, per exemple, brots d'algues.	Increment del risc de mortalitat relacionada amb la calor, especialment per a la gent gran, els malalts crònics i les persones molt joves i socialment aïllades.	Reducció de la qualitat de vida de les persones que viuen en regions càlides sense gaudir dels habitatges adequats; impactes sobre la gent gran, les persones molt joves i els pobres.
Esdeveniments de precipitacions fortes. Augment de la freqüència sobre la majoria de zones.	Molt probable	Danys a les collites; erosió del sòl, impossibilitat per a la plantació de conreus a causa del terreny anegat.	Efectes adversos en la qualitat de les aigües de superfície i les aigües subterrànies; contaminació del subministrament d'aigua; l'escassetat d'aigua es pot alleujar.	Augment del risc de morts, danys, malalties infeccioses, respiratòries i cutànies.	Pertorbació dels assentaments, comerç, transport i societats a causa de les inundacions; pressions sobre les infraestructures urbanes i rurals; pèrdues en la propietat.

Taula SPM.1. continuació

Fenòmens i direcció de la tendència ^{a)}	La probabilitat de les tendències futures basada en pronòstics per al segle XXI mitjançant l'ús d'escenaris de l'informe SRES	Exemples dels principals impactes previstos per sectors			
		Agricultura, silvicultura i ecosistemes [4.4, 5.4]	Recursos hídrics [3.4]	Salut humana [8.2, 8.4]	Indústria/ assentaments/ societat [7.4]
Augmenta l'àrea afectada per la sequera.	Probable	Degradació del sòl, reducció del rendiment de les collites/danys als conreus i incapacitat de conrear; increment de les morts del bestiar; més risc d'incendis forestals.	Estrès hídric generalitzat.	Més risc d'escassetat d'aliments i aigua; més risc de malnutrició; més risc de malalties transmeses per l'aigua i els aliments.	Escassetats d'aigua per als assentaments, la indústria i les societats; reducció dels potencials de generació hidroelèctrica; potencial de migració de la població.
Augment de l'activitat dels ciclons tropicals intensos.	Probable	Danys a les collites; desarrelament pel vent (arrabassament) dels arbres; danys als esculls de corall.	Els talls de corrent causen alteracions en el subministrament públic d'aigua.	Més risc de morts, danys i malalties transmeses per l'aigua i els aliments; trastorns per estrès posttraumàtic.	Alteració per les inundacions i els forts vents; retirada de la cobertura de risc en regions vulnerables per part de les asseguradores privades, potencial de migracions de la població; pèrdues en la propietat.
Més incidència del nivell del mar extremadament alt (exclusos els tsunamis) ^{c)}	Probable ^{d)}	Salinització de l'aigua d'irrigació, els estuaris i els sistemes d'aigua dolça.	Disminució de la disponibilitat d'aigua dolça a causa de la intrusió d'aigua salada.	Més risc de morts i danys per ofegar-se en les inundacions; efectes sanitaris relacionats amb la migració	Costos de la protecció del litoral enfront dels costos del trasllat dels usos del sòl; potencial per al moviment de les poblacions i les infraestructures; vegeu també, més amunt, els ciclons tropicals.

a) Vegeu la taula 3.7 del Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I per consultar les definicions.

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

c) El nivell del mar extremadament alt depèn del nivell mitjà del mar i dels sistemes climàtics regionals. Aquí es defineix com l'1% més alt dels valors horaris del nivell del mar observats en una estació durant un període de referència concret.

d) En tots els escenaris, el nivell mitjà del mar global previst per al 2100 és més alt que en el període de referència [Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I 10.6]. L'efecte dels canvis en els sistemes climàtics regionals sobre els extrems del nivell del mar no s'ha avaluat.

D. Coneixements actuals de la resposta al canvi climàtic

Alguns esdeveniments climàtics a gran escala tenen el potencial de produir uns impactes molt grans, especialment després del segle XXI.

Del Tercer Informe d'Avaluació de l'IPCC ençà, cada vegada hi ha més indicis d'activitat humana per a l'adaptació al canvi climàtic observat i previst. Per exemple, el canvi climàtic es té en compte en el disseny de projectes d'infraestructures com la protecció del litoral a les Maldives i els Països Baixos, i el Pont de la Confederació a Canadà. Entre altres exemples s'inclouen la prevenció de les inundacions per l'efusió dels llacs glacials al Nepal, i polítiques i estratègies com la gestió hídrica a Austràlia i les respostes governamentals a les onades de calor, per exemple, en alguns països europeus [7.6, 8.2, 8.6, 17. RE, 17.2, 16.5 i 11.5].

L'adaptació serà necessària per abordar els impactes derivats de l'escalfament que ja són inevitables a causa de les emissions anteriors.

S'estima que les emissions anteriors impliquen cert escalfament inevitable (aproximadament de 0,6 °C més a la fi del segle respecte a 1980-1999) fins i tot si les concentracions de gasos amb efecte d'hivernacle atmosfèrics es mantenen als nivells de l'any 2000 (vegeu el Quart Informe d'Avaluació del Grup de Treball I). Hi ha alguns impactes front als quals l'adaptació és l'única resposta disponible i adequada. Es pot veure una indicació d'aquests impactes a la figura SPM.2.

Es disposa d'un ampli ventall d'opcions d'adaptació, però cal una major adaptació que la que s'està produint actualment per reduir la vulnerabilitat al canvi climàtic futur. Hi ha barreres, límits i costos, però no s'entenen en tota la seva dimensió.

Es preveu que els impactes augmentin amb els increments de la temperatura mitjana global, tal com s'indica a la figura SPM-2. Tot i que és possible fer front a molts dels primers impactes del canvi climàtic d'una manera eficaç mitjançant l'adaptació, les opcions per a l'èxit en l'adaptació disminueixen i els costos associats augmenten a mesura que s'incrementa el canvi climàtic. Actualment no tenim una imatge clara dels límits a l'adaptació, o del cost, en part perquè les mesures que permeten una adaptació eficaç depenen en un grau elevat de factors de risc geogràfic i climàtic concrets, així com de restriccions institucionals, polítiques i financeres [7.6, 17.2 i 17.4].

El ventall de possibles respostes adaptatives disponibles per a les societats humanes és molt gran i oscil·la entre les purament tecnològiques (com les defenses marítimes), les polítiques (normatives de planificació), les conductuals (modificació dels aliments i opcions recreacionals) i les de gestió (modificació de les pràctiques agrícoles). Mentre que la majoria de tecnologies i estratègies són conegudes i desenvolupades en alguns països, la bibliografia avaluada no indica l'efectivitat de les diverses opcions¹³ per reduir per complet els riscos, sobretot a nivells més alts d'escalfament i impactes relacionats, i per als grups vulnerables. A més, hi ha unes barreres formidables de caire ambiental, econòmic, informatiu, social, actitudinal i conductual a la implantació de l'adaptació. En els països en vies de desenvolupament, la disponibilitat dels recursos i el foment de la capacitat adaptativa són especialment importants [vegeu els apartats 5 i 6 dels capítols 3-16; i també els punts 17.2 i 17.4].

No s'espera que l'adaptació tota sola sigui capaç de fer front a tots els efectes previstos del canvi climàtic, i especialment no a llarg termini, quan la magnitud de la majoria dels impactes augmentarà [figura SPM.2].

La vulnerabilitat al canvi climàtic pot ser agreujada per la presència d'altres impactes.

Els impactes no climàtics poden augmentar la vulnerabilitat al canvi climàtic mitjançant la reducció de la resiliència i també poden reduir-ne la capacitat adaptativa per raó del desplegament de recursos necessari per satisfer les altres necessitats. Per exemple, els impactes actuals sobre alguns esculls de corall inclouen la contaminació marina i l'escorrentia química de l'agricultura, així com els increments de la temperatura de l'aigua i l'acidificació oceànica. Les regions vulnerables s'enfronten a múltiples impactes que afecten la seva exposició i sensibilitat així com la seva capacitat d'adaptació. Aquests impactes es deriven, per exemple, dels actuals riscos climàtics, la pobresa i l'accés desigual als recursos, la inseguretat alimentària, les tendències en la globalització econòmica,

¹³ El Resum Tècnic conté una taula amb les opcions.

els conflictes i la incidència de malalties com el VIH/la SIDA [7.4, 8.3, 17.3 i 20.3]. Les mesures d'adaptació rara vegada s'apliquen exclusivament com a resposta al canvi climàtic, sinó que poden ser integrades, per exemple, en la gestió dels recursos hídrics, la defensa del litoral i les estratègies de reducció del risc de catàstrofes [17.2 i 17.5].

La vulnerabilitat futura no només depèn del canvi climàtic sinó també de les vies de desenvolupament.

Un avenç important des del Tercer Informe d'Avaluació de l'IPCC ha estat la conclusió dels estudis d'impactes duts a terme per a una sèrie de diferents vies de desenvolupament, tenint en compte no només el canvi climàtic previst sinó també els canvis socials i econòmics previstos. La majoria s'han basat en caracteritzacions de la població i el nivell de renda extreteres de l'informe SRES de l'IPCC (vegeu el quadre final 3) [2.4].

Aquests estudis revelen que els impactes previstos del canvi climàtic poden variar considerablement degut a les vies de desenvolupament adoptades. Per exemple, hi pot haver grans diferències en la població regional, la renda i el desenvolupament tecnològic en el diferents escenaris, que sovint són factors determinants del nivell de vulnerabilitat al canvi climàtic [2.4].

Per il·lustrar, en una sèrie d'estudis recents dels impactes globals del canvi climàtic en el subministrament d'aliments, el risc d'inundacions litorals i l'escassetat d'aigua, el nombre previst de persones afectades és considerablement més gran en els escenaris tipus A-2 (caracteritzats per una renda per capita relativament baixa i pel gran creixement de la població) que en el marc d'altres escenaris SRES. [T20.6] Aquesta diferència s'explica, en gran mesura, no per les diferències en els canvis del clima, sinó per les diferències en la vulnerabilitat [T6.6].

El desenvolupament sostenible¹⁴ pot reduir la vulnerabilitat al canvi climàtic, i el canvi climàtic podria obstaculitzar la capacitat de les nacions d'assolir vies de desenvolupament sostenible.

El desenvolupament sostenible pot reduir la vulnerabilitat al canvi climàtic potenciant la capacitat adaptativa i incrementant la resiliència. En l'actualitat, de tota manera, són pocs els plans adreçats a promoure la sostenibilitat que han inclòs explícitament l'adaptació als impactes del canvi climàtic, o que promouen la capacitat adaptativa [20.3].

D'altra banda, és molt probable que el canvi climàtic sigui capaç d'alentir el ritme dels avenços vers el desenvolupament sostenible, bé directament a través de l'augment de l'exposició a l'impacte advers o bé indirectament a través de l'erosió de la capacitat d'adaptació. Aquest punt es demostra clarament en els apartats dels capítols sectorials i regionals d'aquest l'informe que analitzen les implicacions del desenvolupament sostenible [Vegeu l'apartat 7 en els capítols 3-8, 20.3 i 20.7].

Els objectius de desenvolupament del mil·lenni (ODM) són una mesura dels avenços vers el desenvolupament sostenible. Al llarg del proper mig segle, el canvi climàtic podria posar traves a l'assoliment dels ODM [20.7].

La mitigació pot evitar, reduir o demorar molts dels impactes.

S'ha conclòs un petit nombre d'avaluacions d'impactes per a escenaris en els quals les concentracions atmosfèriques futures de gasos amb efecte d'hivernacle estan estabilitzades. Tot i que aquests estudis no tenen plenament en compte les incerteses en el clima previst objecte d'estabilització, de tota manera ofereixen indicacions dels danys o les vulnerabilitats evitats i la reducció dels riscos per a diferents quantitats de reducció d'emissions [2.4 i T20.6].

¹⁴ En aquesta avaluació s'utilitza la definició de desenvolupament sostenible de la Comissió Brundtland: «desenvolupament que satisfà les necessitats del present sense comprometre la capacitat de les generacions futures de satisfer les seves pròpies necessitats». El Grup de Treball II de l'IPCC va fer servir la mateixa definició en el Tercer Informe d'Avaluació i els informes de síntesis.

Un ventall de mesures d'adaptació i mitigació pot disminuir els riscos associats al canvi climàtic.

Fins i tot els esforços de mitigació més estrictes no poden evitar les repercussions addicionals del canvi climàtic en les pròximes dècades, fet pel qual l'adaptació és essencial, sobretot a l'hora de fer front als efectes a curt termini. El canvi climàtic no mitigat, a llarg termini, probablement superaria la capacitat d'adaptació dels sistemes naturals, gestionats i humans [20.7].

Això suggereix el valor d'una cartera o un mix d'estratègies que inclou la mitigació, l'adaptació, el desenvolupament tecnològic (per potenciar tant l'adaptació com la mitigació) i la recerca (sobre la ciència, els impactes, l'adaptació i la mitigació climàtics). Aquestes carteres podrien combinar polítiques amb enfocaments basats en incentius, i accions en tots els nivells, des del ciutadà individual fins als governs nacionals i les organitzacions internacionals [18.1 i 18.5].

Una manera d'augmentar la capacitat adaptativa és la introducció de l'anàlisi de les repercussions del canvi climàtic en la planificació del desenvolupament [18.7], per exemple mitjançant:

- la inclusió de mesures d'adaptació en la planificació urbana i el disseny d'infraestructures [17.2];
- la inclusió de mesures de reducció de la vulnerabilitat en les actuals estratègies de reducció del risc de catàstrofes [17.2 i 20.8].

E. Necessitat d'observació sistemàtica i de recerca

Tot i que la ciència que ofereix informació als responsables polítics sobre els impactes del canvi climàtic i el potencial d'adaptació ha millorat força des del Tercer Informe d'Avaluació, encara deixa moltes qüestions importants per respondre. Els capítols de l'informe del Grup de Treball II recullen una sèrie de criteris sobre les prioritats per realitzar més observació i recerca, els quals s'haurien d'analitzar seriosament (en el Resum Tècnic de l'apartat RT-6 s'exposa una llista d'aquestes recomanacions).

Quadre Final 1 Definicions dels termes clau

Canvi climàtic en l'ús de l'IPCC es refereix a qualsevol canvi en el clima al llarg del temps, tant si és causat per la variabilitat natural com si és el resultat de l'activitat humana. Aquest ús difereix del de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic, on el canvi climàtic es refereix a un canvi del clima directament o indirectament atribuït a l'activitat humana, que altera la composició de l'atmosfera global i que és addicional a la variabilitat climàtica natural observada al llarg de períodes de temps comparables.

Capacitat adaptativa és la capacitat d'un sistema d'ajustar-se al canvi climàtic (inclosa la variabilitat i els extrems climàtics) per moderar els danys potencials, aprofitar-se de les oportunitats o enfrontar-se a les conseqüències.

Vulnerabilitat és el grau en el qual un sistema és susceptible o incapaç de fer front als efectes adversos del canvi climàtic, inclosa la variabilitat i els extrems climàtics. La vulnerabilitat està en funció del caràcter, la magnitud i ritme del canvi climàtic i la variació a la qual s'exposa un sistema, la seva sensibilitat i la seva capacitat adaptativa.

Quadre Final 2. Comunicació de l'incertesa en la Quarta d'Avaluació del Grup de Treball II

Un conjunt de termes per descriure l'incertesa del coneixement actual es comú a totes les parts del Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC.

Descripció de la fiabilitat

Els autors han assignat un nivell de fiabilitat a les principals afirmacions d'aquest informe, en base a la seva avaluació de l'estat del saber actual, de la següent manera:

<u>Terminologia</u>	<u>Grau de fiabilitat d'estar en el cert</u>
Fiabilitat molt gran	Com a mínim 9 de 10 possibilitats d'estar en el cert
Fiabilitat gran	8 de 10 possibilitats
Fiabilitat mitjana	5 de 10 possibilitats
Fiabilitat baixa	2 de 10 possibilitats
Fiabilitat molt baixa	Menys d'1 de 10 possibilitats

Descripció de la probabilitat

La probabilitat es refereix a una avaluació probabilística de que un fenomen ben definit hagi succeït o succeeixi en el futur, i pot estar basada en un anàlisi quantitatiu o en una elicitació d'opinions d'experts. Al resum per a responsables polítics, quan els autors avaluen la probabilitat d'un resultat, la probabilitat s'expressa com:

<u>Terminologia</u>	<u>Probabilitat d'ocurrència / resultat</u>
Virtualment cert	>99% probabilitat d'ocurrència
Molt probable	90 a 99% probabilitat
Probable	66 a 90% probabilitat
Tan probable com no	33 a 66% probabilitat
Improbable	10 a 33% probabilitat
Molt improbable	1 a 10% probabilitat
Excepcionalment improbable	<1% probabilitat

Pràcticament segur > 99% de probabilitats que passi, Més que probable > 95%, Molt probable > 90%, Probable > 66%, Més probable que no > 50%, Molt poc probable < 10%, Pràcticament improbable < 5%.

Quadre Final 3. Els escenaris d'emissió de l'Informe especial sobre escenaris d'emissió (SRES) de l'IPCC

A1. La família de trames i escenaris A1 descriu un món futur de creixement econòmic molt ràpid, una població mundial que assoleix un màxim a mitjans de segle i que després disminueix, i una ràpida introducció de tecnologies noves i més eficients. Els temes bàsics principals són la convergència entre regions, la millora de l'eficiència i una interacció cultural i social més gran, amb una reducció substancial de les diferències regionals pel que fa a la renda per càpita. La família d'escenaris A1 es desplega en tres grups que descriuen direccions alternatives de canvi tecnològic en el sistema energètic. Aquests tres grups A1 es diferencien pel seu èmfasi tecnològic: ús intensiu de combustibles fòssils (A1F1), fonts d'energia no fòssil (A1T) o bé un equilibri entre totes les fonts (A1B) (on «equilibri» es defineix com una situació en la que no es depèn massa de cap font energètica en particular, i en la que se suposa un ritme de millora semblant per a totes les tecnologies de subministrament i consum d'energia).

A2. La família de trames i escenaris A2 descriu un món molt heterogeni. La idea bàsica és l'autosuficiència i la preservació de les identitats locals. Els patrons de fertilitat entre regions convergeixen molt lentament, fet que provoca un augment continu de la població. El desenvolupament econòmic s'enfoca bàsicament en l'àmbit regional, i el creixement econòmic per càpita i el canvi tecnològic és més lent i fragmentari que en altres escenaris.

B1. La família de trames i escenaris B1 descriu un món convergent amb la mateixa població mundial, que assoleix un màxim a mitjans de segle i que després disminueix, com en la trama A1, però amb un canvi ràpid en les estructures econòmiques cap a una economia de serveis i d'informació, amb una reducció en la intensitat dels materials i la introducció de tecnologies netes i que fan un ús eficient dels recursos. L'èmfasi se situa en solucions globals per aconseguir una sostenibilitat econòmica, social i ambiental, incloent més igualtat, però sense iniciatives climàtiques addicionals.

B2. La família de trames i escenaris B2 descriu un món en què l'èmfasi es posa en solucions locals per aconseguir una sostenibilitat econòmica, social i ambiental. Es tracta d'un món amb una població en constant creixement, a un ritme inferior al de l'escenari A2, valors intermedis de desenvolupament econòmic i un canvi tecnològic menys ràpid i més diversificat que en els escenaris B1 i A1. Mentre que l'escenari també considera la protecció ambiental i la igualtat social, se centra en els àmbits local i regional.

Es va escollir un escenari il·lustratiu per a cada un dels sis grups d'escenaris A1B, A1F1, A1T, A2, B1 i B2. Tots s'han de considerar igualment robustos.

Els escenaris SRES no inclouen iniciatives climàtiques addicionals, fet que implica que no s'inclouen escenaris que assumeixin explícitament la implementació de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic ni els objectius d'emissió del Protocol de Kyoto.

Aquest quadre que resumeix els escenaris SRES es basa en el Tercer Informe d'Avaluació i ha estat prèviament aprovat, paraula per paraula, pel Grup d'Experts.

Aportacions del Grup de Treball III* al Quart Informe d'Avaluació de l'IPCC: mitigació

Resum per als responsables polítics

Aquest resum per als responsables polítics va ser aprovat formalment a la 9a Sessió del Grup de Treball III de l'IPCC celebrada a Bangkok, Tailàndia, del 30 d'abril al 4 de maig de 2007.

* Els documents originals es poden consultar a les adreces següents:

Resum per a responsables polítics (SPM): www.ipcc.ch/SPM040507.pdf

Resum tècnic (TS): www.mnp.nl/ipcc/pages_media/AR4-chapters.html

Resum complet: www.mnp.nl/ipcc/pages_media/AR4-chapters.html

Autors:

Terry Barker, Igor Bashmakov, Lenny Bernstein, Jean Bogner, Peter Bosch, Rutu Dave, Ogunlade Davidson, Brian Fisher, Michael Grubb, Sujata Gupta, Kirsten Halsnaes, BertJan Heij, Suzana Kahn Ribeiro, Shigeki Kobayashi, Mark Levine, Daniel Martino, Omar Masera Cerutti, Bert Metz, Leo Meyer, Gert-Jan Nabuurs, Adil Najam, Nebojsa Nakicenovic, Hans Holger Rogner, Joyashree Roy, Jayant Sathaye, Robert Schock, Priyaradshi Shukla, Ralph Sims, Pete Smith, Rob Swart, Dennis Tirpak, Diana Urge-Vorsatz, Zhou Dadi.

Índex

A. Introducció	59
B. Tendències en les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle.....	59
C. Mitigació a curt i mitjà termini (fins al 2030)	67
D. Mitigació a llarg termini (després del 2030)	76
E. Polítiques, mesures i instruments per a la mitigació del canvi climàtic	80
F. Desenvolupament sostenible i mitigació del canvi climàtic.....	84
G. Llacunes en el coneixement	85
Quadre final 1: Representació de la incertesa	86

A. Introducció

1. La contribució del Grup de Treball III al Quart Informe d'Avaluació (IA4) del Grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic (IPCC) se centra en noves publicacions referents als aspectes científics, tecnològics, ambientals, econòmics i socials de la mitigació del canvi climàtic, publicades des del Tercer Informe d'Avaluació (TIA) de l'IPCC i els informes especials sobre captació i emmagatzematge de CO₂ i sobre protecció de la capa d'ozó i del sistema climàtic global.

El resum següent s'organitza en sis seccions a part d'aquesta introducció:

- Tendències en les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH).
- Mitigació a curt i mitjà termini en diferents sectors econòmics (fins al 2030).
- Mitigació a llarg termini (més enllà del 2030).
- Polítiques, mesures i instruments per a la mitigació del canvi climàtic.
- Desenvolupament sostenible i mitigació del canvi climàtic.
- Llacunes en el coneixement.

A cada paràgraf s'indiquen entre claudàtors les referències a les seccions corresponents dels capítols de l'informe principal. Al glossari de l'informe principal es pot trobar una explicació de termes, sigles i símbols químics utilitzats en aquest resum.

B. Tendències en les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle

2. **Les emissions de gasos amb efecte d'hivernacle (GEH) han augmentat des de l'època preindustrial, amb un increment del 70% entre el 1970 i el 2004** (ampli acord, molta evidència)¹.

- Des de l'època preindustrial les emissions creixents de GEH causades per les activitats humanes han dut a un increment important de les concentracions de GEH a l'atmosfera [1.3; Resum del Grup de Treball I].
- Entre el 1970 i el 2004, les emissions globals de CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC i SF₆, ponderades pel seu potencial d'escalfament global (PEG), han augmentat en un 70% (un 24% entre el 1990 i el 2004), de 28,7 a 49,0 gigatonnes d'equivalents de diòxid de carboni (Gt eq-CO₂)² La definició d'equivalent de diòxid de carboni (eq-CO₂) és la quantitat d'emissions de CO₂ que provocaria el mateix forçament radiatiu que una determinada quantitat emesa d'un gas amb efecte d'hivernacle ben barrejat o una mescla de gasos amb efecte d'hivernacle, multiplicats pels seus respectius PEG per tenir en compte els diferents temps que es mantenen a l'atmosfera [Glossari de l'IA4 del Grup de Treball I]; (vegeu la figura SPM.1). Les emissions d'aquests gasos han augmentat a ritmes diferents. Les emissions de CO₂ han crescut en un 80% aproximadament entre el 1970 i el 2004 (un 28% entre el 1990 i el 2004) i van representar un 77% de les emissions antropogèniques totals de GEH l'any 2004.

¹ Cada encapçalament té una valoració «acord/evidència» que compta amb el suport dels punts de l'enumeració que el segueixen. Això no implica necessàriament que aquest «acord/evidència» s'apliqui a cada un dels punts. El quadre final 1 dona una explicació a aquesta representació de la incertesa.

² La definició d'equivalent de diòxid de carboni (eq-CO₂) és la quantitat d'emissions de CO₂ que provocaria el mateix forçament radiatiu que una determinada quantitat emesa d'un gas amb efecte d'hivernacle ben barrejat o una mescla de gasos amb efecte d'hivernacle, multiplicats pels seus respectius PEG per tenir en compte els diferents temps que es mantenen a l'atmosfera [Glossari de l'IA4 del Grup de Treball I].

- La major part del creixement de les emissions de GEH entre el 1970 i el 2004 prové del sector energètic (amb un augment del 145%). El creixement de les emissions directes³ procedents del transport en aquest mateix període va ser del 120%; en la indústria, del 65%, i en els usos del sòl, canvis en aquests usos i silvicultura (USCUSS)⁴ va ser del 40%⁵. Entre 1970 i 1990 les emissions directes en l'agricultura van créixer en un 27% i les dels edificis, en un 26%; aquestes darreres s'han mantingut aproximadament en els valors de 1990 des d'aleshores. Tot i així, el sector dels edificis fa un gran ús de l'electricitat i, per tant, el total d'emissions directes i indirectes en aquest sector és molt superior (75%) a les emissions directes (1.3, 6.1, 11.3, figures 1.1 i 1.3).
- L'efecte en les emissions globals de disminuir la intensitat energètica global (-33%) durant el període 1970-2004 ha estat inferior a l'efecte combinat del creixement de la renda global (77%) i l'increment de la població mundial (69%); tots dos impulsors de l'augment d'emissions de CO₂ associades al sector energètic (figura SPM.2). La llarga tendència de disminució en la intensitat de carboni del subministrament energètic es va invertir a partir de l'any 2000. Les diferències en la renda i les emissions per càpita, i la intensitat energètica entre països encara són importants (figura SPM.3). L'any 2004 els països de l'Annex I del Conveni marc de les Nacions Unides sobre el canvi climàtic (CMNUCC) representaven un 20% de la població mundial, generaven el 57% del producte interior brut global basat en la paritat de poder adquisitiu (PIB_{ppa})⁶ i produïen el 46% de les emissions globals de GEH (figura SPM.3) (1.3).
- Les emissions de substàncies reductores de la capa d'ozó (SRO) controlades pel Protocol de Montreal⁷ que també són GEH, han disminuït significativament des de la dècada dels noranta. L'any 2004 les emissions d'aquests gasos se situaven a un 20% del valor del 1990 (1.3).
- Diverses polítiques, incloent-hi les relatives al canvi climàtic, seguretat energètica⁸ i desenvolupament sostenible, han resultat efectives per reduir les emissions de GEH en diferents sectors i en nombrosos països. Amb tot, l'abast d'aquestes mesures encara no és prou ampli per compensar el creixement global de les emissions (1.3, 12.2).

³ Les emissions directes de cada sector no inclouen les emissions del sector elèctric pel que fa a l'electricitat consumida en els edificis, la indústria i l'agricultura ni les emissions en les operacions de refinatge que proporcionen combustibles en el sector dels transports.

⁴ El terme usos del sòl, canvis en els usos del sòl i silvicultura s'utilitza en aquest document per descriure les emissions acumulades de CO₂, CH₄ i N₂O provinents de la desforestació, la combustió de biomassa, la descomposició de biomassa fruit de la silvicultura i la desforestació, i la descomposició i combustió de la torba [1.3.1]. Aquest terme és més general que les emissions causades per la desforestació, que s'hi inclou com a subconjunt. Les emissions a què es fa referència en aquest document no inclouen la captació de carboni (eliminació).

⁵ Aquesta tendència és per a les emissions totals d'USCUSS, de les quals les emissions de la desforestació en són un subconjunt i, a causa de les gran incerteses en les dades, és bastant menys segura que per a altres sectors. El ritme de desforestació global va ser lleugerament més lent en el període 2000-2005 que en el 1990-2000 [9.2.1].

⁶ En aquest informe la mesura PIB_{ppa} només s'utilitza a tall informatiu. Per a una explicació de la paritat de poder adquisitiu i dels càlculs de PIB de tipus de canvi de mercat (TCM), vegeu la nota 12 al peu de pàgina.

⁷ Els halons, els clorofluorocarburs (CFC), els hidroclorofluorocarburs (HCFC), el cloroform de metil (CH₃CCl₃), el tetraclorur de carboni (CCl₄) i el bromur de metil (CH₃Br).

⁸ La seguretat energètica fa referència a la seguretat en el subministrament d'energia.

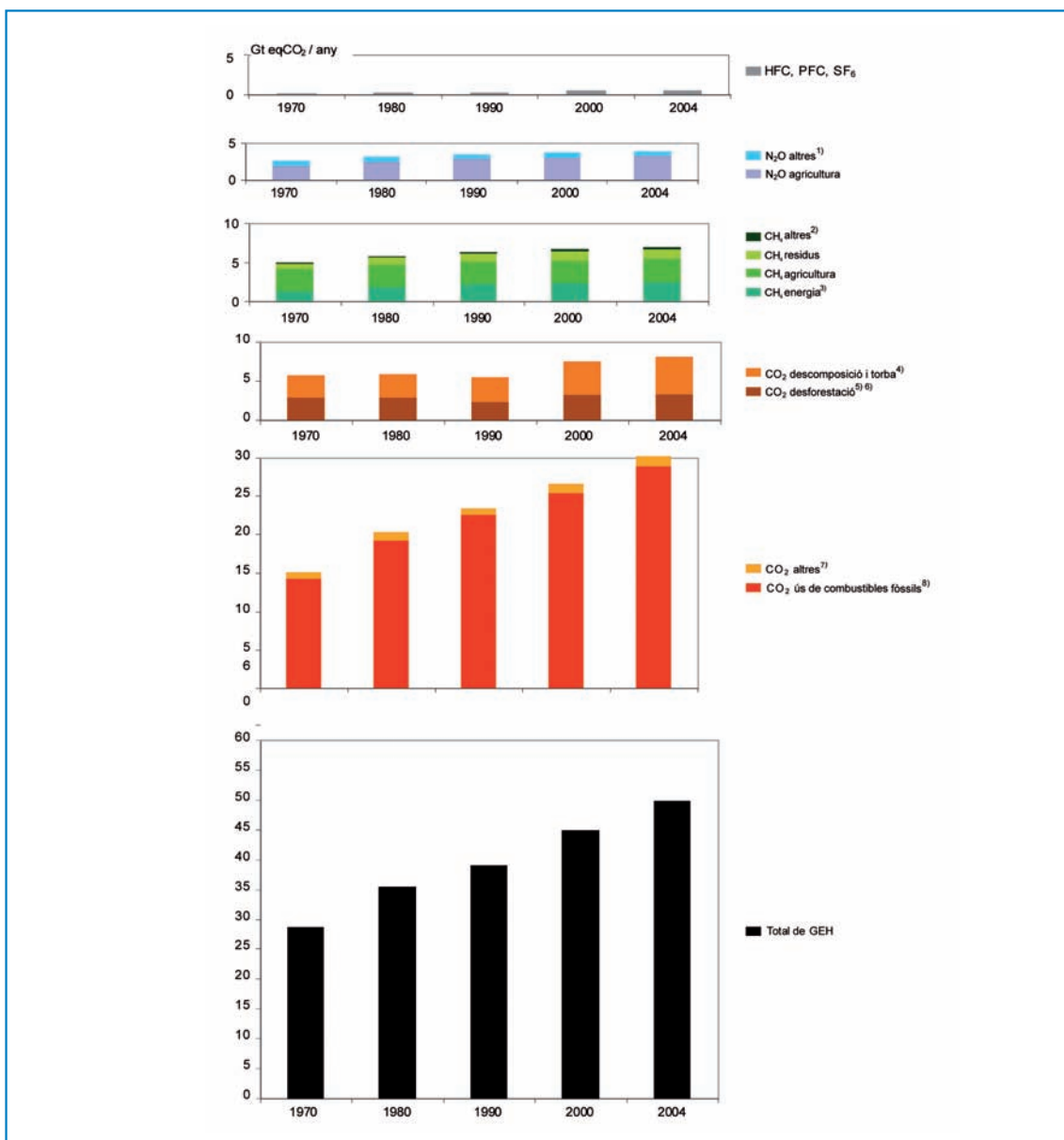


Figura SPM.1. Potencial d'escalfament global (PEG) ponderat amb les emissions globals de gasos amb efecte d'hivernacle en el període 1970-2004.

S'han utilitzat els PEG de 100 anys de l'IPCC 1996 (SIA) per convertir les emissions a eq-CO₂ (vegeu les directrius d'informes del CMNUCC). S'hi inclouen CO₂, CH₄, N₂O, HCFC, PFC i SF₆ de totes les fonts.

Les dues categories d'emissions de CO₂ reflecteixen les emissions procedents de la producció i l'ús de l'energia (la segona començant des de baix) i les dels canvis en els usos del sòl (la tercera començant des de baix) (Figura 1.1a).

Notes:

- 1) Les altres fonts de N₂O inclouen processos industrials, desforestació i crema de sabana, aigües residuals i incineració de residus.
- 2) Les altres fonts de CH₄ són de processos industrials i crema de sabana.
- 3) Inclouent emissions de la producció i ús de bioenergia.
- 4) Emissions de CO₂ que provenen de la descomposició de la biomassa superficial que queda després de l'explotació i la desforestació, així com CO₂ de la combustió de torba i la descomposició de sòls de torba.
- 5) Així com l'ús tradicional de biomassa a un 10% del total, suposant que el 90% ve de la producció de biomassa sostenible. Corregit per al 10% de carboni de la biomassa que se suposa que queda com a carbó vegetal després de la combustió.
- 6) Per a la combustió de biomassa en boscos de grans dimensions i vegetació bosquina, les dades es conformen amb una mitjana del període 1997-2002 a partir de les dades obtingudes per satèl·lit de la base de dades Global Fire Emissions.
- 7) Producció de ciment i crema de gas natural.
L'ús de combustibles fòssils inclou les emissions de les matèries primeres.

3. Amb les actuals polítiques de mitigació del canvi climàtic i les pràctiques associades de desenvolupament sostenible, les emissions globals de GEH continuaran creixent durant les properes dècades (*ampli acord, molta evidència*).

- Els escenaris sense mitigació de l'Informe especial sobre escenaris d'emissions (SRES) preveuen un augment de les emissions globals de referència de GEH en un ventall que va de 9,7 Gt eq-CO₂ a 36,7 Gt eq-CO₂ (25-90%) entre el 2000 i el 2030⁹(quadre SPM.1 i figura SPM.4). En aquests escenaris es preveu que els combustibles fòssils mantindran la seva posició dominant en el "mix" energètic global fins al 2030 i més endavant. En conseqüència, es preveu que les emissions de CO₂ entre el 2000 i el 2030, fruit de l'ús energètic creixin, d'un 40% a un 110%. Es calcula que entre dos terços i tres quarts d'aquest augment en les emissions de CO₂ per ús de l'energia procedirà de les regions no incloses a l'Annex I, mentre que les seves emissions per càpita de CO₂ per ús de l'energia seran considerablement inferiors (2,8-5,1 t CO₂ per càpita) a les de les regions de l'Annex I (9,6-15,1 t CO₂ per càpita) l'any 2030. Segons els escenaris SRES, les economies d'aquestes regions faran servir menys energia per unitat de PIB (6,2-9,9 MJ/USD PIB) que els països no inclosos en l'Annex I (11,0-21,6 MJ/USD PIB) (1.3, 3.2).

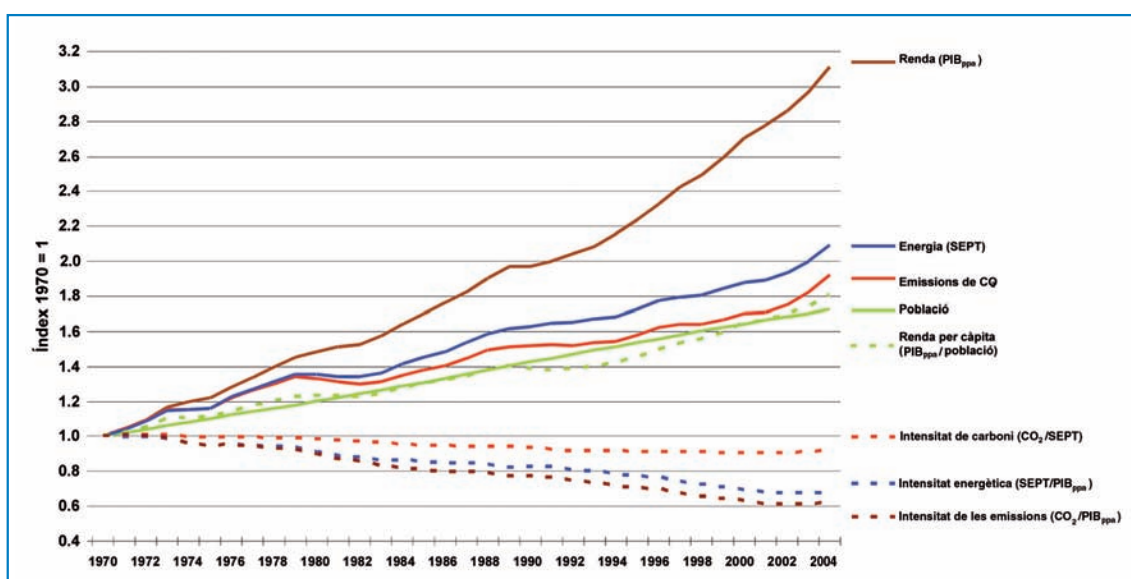


Figura SPM.2. Evolució global relativa, per al període 1970-2004, del producte interior brut mesurat en paritat de poder adquisitiu (PIB_{ppa}), del subministrament d'energia primària total (SEPT), de les emissions de CO₂ (procedents de la combustió de combustibles fòssils, crema d'emissions de gas i fabricació de ciment) i de la població. A més a més s'indica amb línies puntejades l'evolució de la renda per càpita (PIB_{ppa}/població), la intensitat energètica (SEPT/PIB_{ppa}), la intensitat de carboni del subministrament d'energia (CO₂/SEPT) i la intensitat de les emissions dels processos productius (CO₂/PIB_{ppa}) [Figura 1.5].

⁹ Les emissions SRES 2000 de GEH que se suposen en aquest document són 39,8 Gt eq-CO₂, és a dir, inferiors a les emissions que es recullen en la base de dades EDGAR per a l'any 2000 (45 Gt eq-CO₂). Això es deu, principalment, a diferències en les emissions d'USCUS.

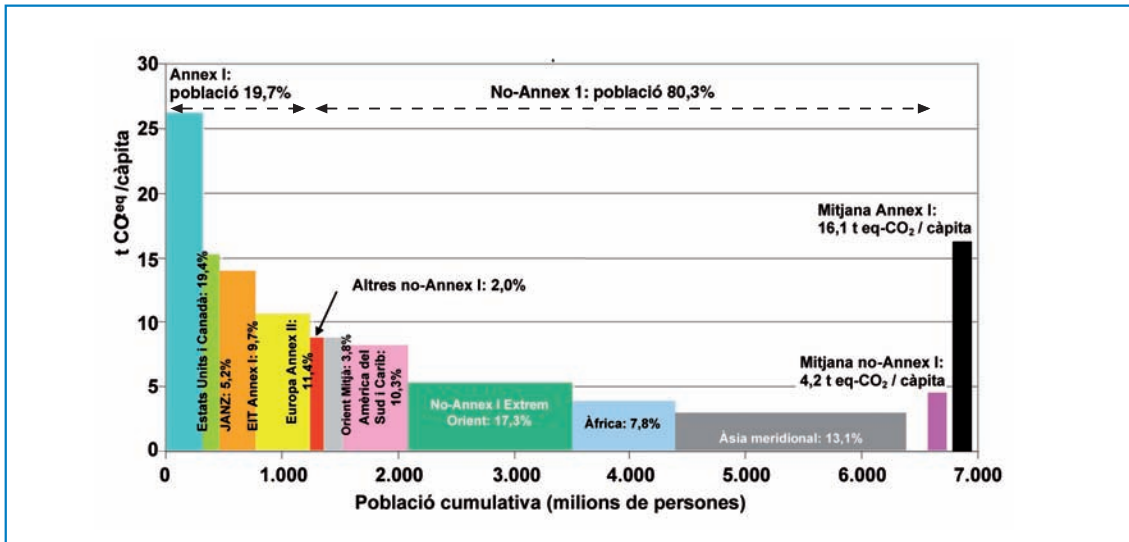


Figura SPM.3a. Distribució de les emissions regionals per càpita de GEH (tots els gasos de Kyoto, incloent-hi els dels usos del sòl) l'any 2004 respecte a la població dels diferents grups de països. Els percentatges de les barres indiquen la part corresponent a la regió de les emissions globals de GEH [Figura 1.4a].

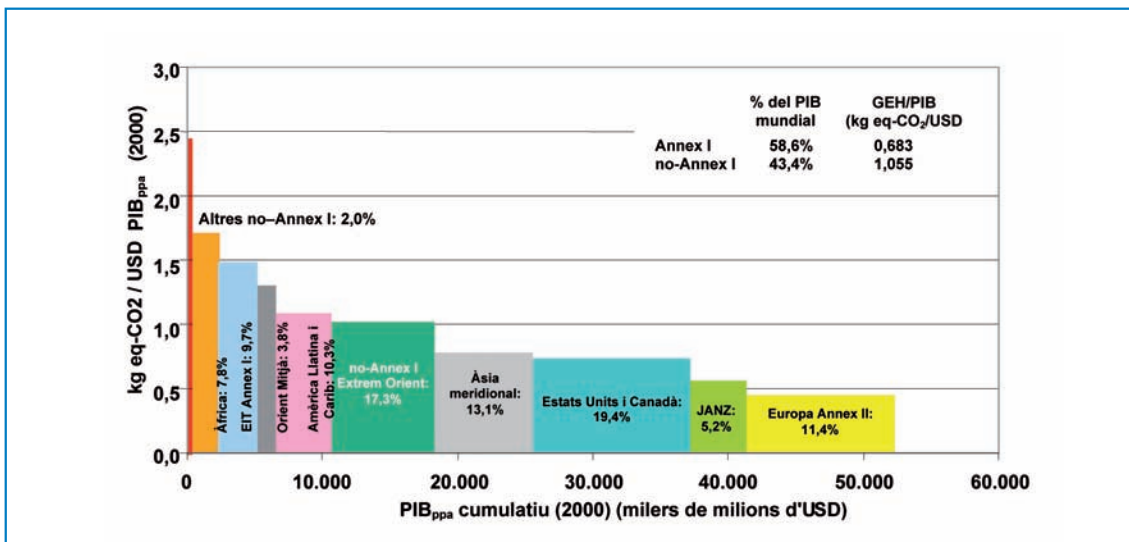


Figura SPM.3b. Distribució de les emissions regionals per càpita de GEH (tots els gasos de Kyoto, incloent-hi els procedents d'usos del sòl) l'any 2004 respecte al PIB_{ppa} dels diferents grups de països. Els percentatges de les barres indiquen la part corresponent a la regió de les emissions globals de GEH [Figura 1.4b].

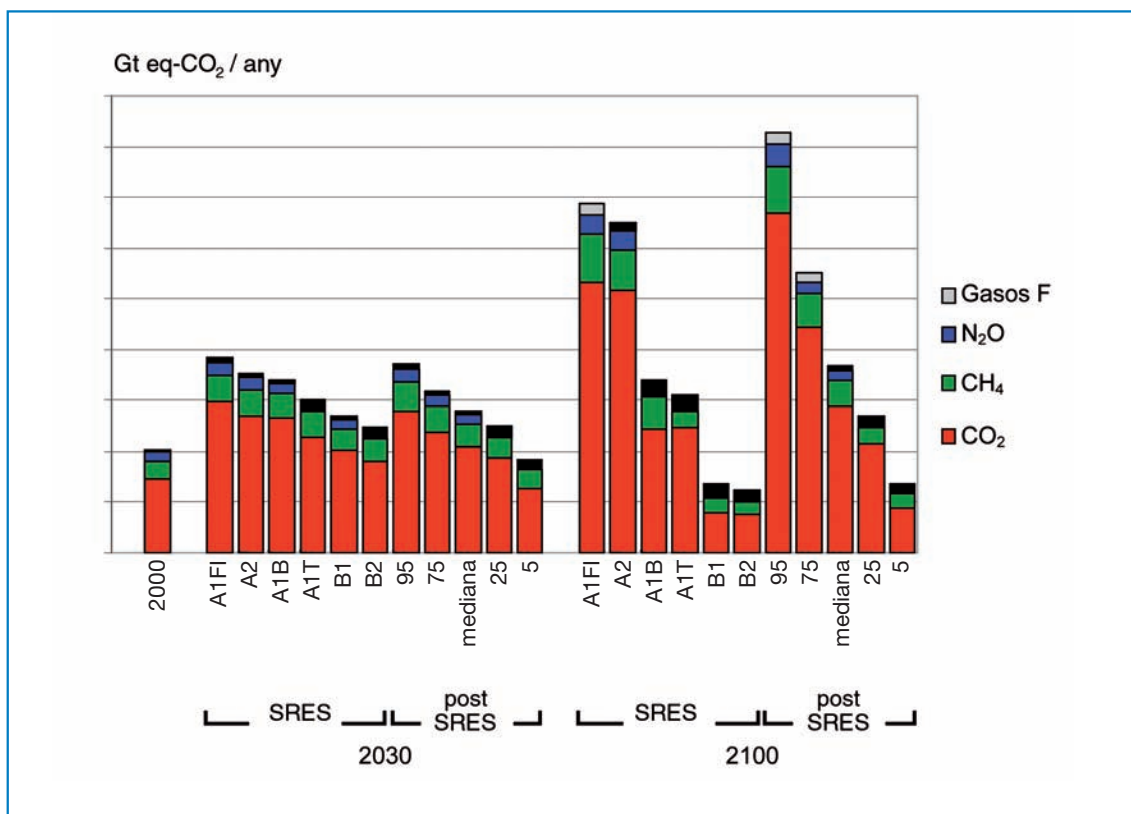


Figura SPM.4. Emissions globals de GEH l'any 2000 i emissions de referència previstes per al 2030 i 2100 segons els escenaris del SRES del GIECC i publicacions posteriors al SRES. La figura mostra les emissions dels sis escenaris il·lustratius del SRES; també mostra la distribució de freqüències de les emissions en els escenaris posteriors al SRES (percentils 5, 25, 50 (mediana), 75 i 95), tal i com es consideren al capítol 3. Els gasos F són els HCFC, els PFC i l'SF₆ [1.3, 3.2, Figura 1.7].

4. Els escenaris d'emissions de referència publicats a partir del SRES¹⁰ mostren intervals comparables als presentats en l'Informe especial sobre escenaris d'emissions (SRES) del GIECC (25-135 Gt eq CO₂/any el 2100, vegeu la figura SPM.4) (ampli acord, molta evidència).

- Els estudis des de la publicació del SRES han utilitzat valors inferiors per a alguns impulsors d'emissions, especialment pel que fa a les projeccions de població. Tot i així, en els estudis que incorporen aquestes noves projeccions, els canvis en altres impulsors, com ara el creixement econòmic, donen com a resultat un canvi poc representatiu en els valors globals d'emissions. Les projeccions de creixement econòmic per a l'Àfrica, Amèrica del Sud i l'Orient Mitjà fins a l'any 2030 en els escenaris de referència posteriors al SRES són inferiors a les utilitzades al SRES, però això té repercussions menors en el creixement econòmic global i en les emissions totals (3.2).
- Ha millorat la representació de les emissions d'aerosols i dels precursors d'aerosols, com el diòxid de sofre, el carboni negre i el carboni orgànic, que tenen un clar efecte de refredament.¹¹ En general les projeccions indiquen que es concentrarien en menys quantitat que les previstes al SRES [3.2].
- Els estudis disponibles indiquen que l'elecció del tipus de canvi per al PIB (TCM o PPA) no afecta significativament les projeccions d'emissions quan s'utilitza de manera coherent.¹² Les diferències, si n'hi ha, són petites comparades amb les incerteses que provoquen les suposicions en altres paràmetres dels escenaris, com per exemple el canvi tecnològic (3.2).

¹⁰ Els escenaris de referència no inclouen polítiques climàtiques addicionals a banda de les actuals; estudis més recents donen resultats diferents respecte a la inclusió del PMNUCC i del Protocol de Kyoto.

¹¹ Vegeu l'informe d'avaluació IA4 del Grup de Treball I, capítol 10.2.

¹² Des del TIA ha sorgit un debat sobre l'ús de diferents tipus de canvi en els escenaris d'emissions. S'utilitzen dues escales per comparar el PIB entre països. L'ús del TCM és preferible en anàlisis que incloguin productes de comerç internacional. L'ús de la PPA és preferible en les anàlisis que impliquin comparacions entre països en estats molt diferents de desenvolupament. La majoria d'unitats monetàries d'aquest informe s'expressen en TCM. Això reflecteix l'ús de la majoria de publicacions sobre mitigació d'emissions, que es calcula segons el TCM. Quan les unitats monetàries s'expressen en PPA s'indica com a PIB_{ppa}.

Quadre SPM.1. Els escenaris d'emissió de l'Informe especial sobre escenaris d'emissió (SRES) de l'IPCC

A1. La família de trames i escenaris A1 descriu un món futur de creixement econòmic molt ràpid, una població mundial que assoleix un màxim a mitjans de segle i que després disminueix, i una ràpida introducció de tecnologies noves i més eficients. Els temes bàsics principals són la convergència entre regions, la millora de l'eficiència i una interacció cultural i social més gran, amb una reducció substancial de les diferències regionals pel que fa a la renda per càpita. La família d'escenaris A1 es desplega en tres grups que descriuen direccions alternatives de canvi tecnològic en el sistema energètic. Aquests tres grups A1 es diferencien pel seu èmfasi tecnològic: ús intensiu de combustibles fòssils (A1F1), fonts d'energia no fòssil (A1T) o bé un equilibri entre totes les fonts (A1B) (on equilibri es defineix com una situació en la qual no es depèn gaire de cap font energètica en particular, i en què se suposa un ritme de millora semblant per a totes les tecnologies de subministrament i consum d'energia).

A2. La família de trames i escenaris A2 descriu un món molt heterogeni. La idea bàsica és l'autosuficiència i la preservació de les identitats locals. Els patrons de fertilitat entre regions convergeixen molt lentament, fet que provoca un augment continu de la població. El desenvolupament econòmic s'enfoca bàsicament en l'àmbit regional, i el creixement econòmic per càpita i el canvi tecnològic és més lent i fragmentari que en altres escenaris.

B1. La família de trames i escenaris B1 descriu un món convergent amb la mateixa població mundial, que assoleix un màxim a mitjans de segle i que després disminueix, com en la trama A1, però amb un canvi ràpid en les estructures econòmiques cap a una economia de serveis i d'informació, amb una reducció en la intensitat dels materials i la introducció de tecnologies netes i que fan un ús eficient dels recursos. L'èmfasi se situa en solucions globals per aconseguir una sostenibilitat econòmica, social i ambiental, incloent més igualtat, però sense iniciatives climàtiques addicionals.

B2. La família de trames i escenaris B2 descriu un món en què l'èmfasi es posa en solucions locals per aconseguir una sostenibilitat econòmica, social i ambiental. Es tracta d'un món amb una població en constant creixement, a un ritme inferior al de l'escenari A2, valors intermedis de desenvolupament econòmic i un canvi tecnològic menys ràpid i més diversificat que en els escenaris B1 i A1. Aquest escenari també considera la protecció ambiental i la igualtat social, i se centra en els àmbits local i regional.

Es va escollir un escenari il·lustratiu per a cada un dels sis grups d'escenaris A1B, A1F1, A1T, A2, B1 i B2. Tots s'han de considerar igualment robustos.

Els escenaris SRES no inclouen iniciatives climàtiques addicionals, fet que implica que no s'inclouen escenaris que assumeixin explícitament la implementació de la Convenció Marc de les Nacions Unides sobre el Canvi Climàtic ni els objectius d'emissió del Protocol de Kyoto.

Aquest quadre que resumeix els escenaris SRES es basa en el Tercer Informe d'Avaluació i ha estat prèviament aprovat, paraula per paraula, pel Grup d'Experts.

Quadre SPM.2. Potencial de mitigació i enfocaments analítics

El concepte de «potencial de mitigació» s'ha creat per tal d'avaluar l'escala de reduccions de GEH que es pot assolir, respecte a les emissions de referència, per a un determinat preu de carboni (expressat com a cost per emissions d'unitat equivalent de diòxid de carboni evitades o reduïdes). El potencial de mitigació es pot distingir en termes de «potencial comercial» i «potencial econòmic».

El «**potencial comercial**» és el potencial de mitigació basat en els costos i les taxes de descompte privades¹³ que es pot esperar que es realitzi en les condicions de mercat projectades, incloent-hi les polítiques i mesures existents actualment, i tenint en compte que les barreres en limiten la realització (2.4).

El «**potencial econòmic**» és el potencial de mitigació que té en compte els costos, els beneficis i les taxes de descompte socials,¹⁴ suposant que les polítiques i mesures milloren l'eficiència comercial i que s'eliminen les barreres (2.4).

Els estudis del potencial comercial es poden utilitzar per informar als responsables polítics sobre el potencial de mitigació amb les polítiques i barreres existents, mentre que els estudis de potencial econòmic mostren el que es podria aconseguir si s'apliquessin polítiques noves i alternatives adequades per tal d'eliminar barreres i incorporar els costos i beneficis socials. Per tant, el potencial econòmic acostuma a ser superior al potencial comercial.

El potencial de mitigació es calcula mitjançant diversos enfocaments. N'hi ha dos tipus principals utilitzats per avaluar el potencial econòmic: ascendent (*bottom-up*) o descendent (*top-down*).

Els **estudis ascendants** es basen en una avaluació de les opcions de mitigació, i posen l'accent en les regulacions i tecnologies específiques. Acostumen a ser estudis sectorials que no consideren canvis macroeconòmics. S'han agregat les valoracions sectorials, com en el TIA, que permeten calcular els potencials de mitigació global d'aquesta avaluació.

Els **estudis descendents** avaluen el potencial de les opcions de mitigació en tota l'economia. Utilitzen marcs globals coherents i informació recollida sobre les opcions de mitigació. Tenen en compte la reacció del mercat i de la macroeconomia.

Els dos models han anat convergint des del TIA, ja que els models descendents han incorporat més opcions de mitigació tecnològiques i els models ascendants han inclòs les respostes del mercat i de la macroeconomia, així com l'anàlisi de les barreres.

En concret, els estudis ascendants són útils per avaluar opcions específiques de polítiques en l'àmbit sectorial; per exemple, les opcions per millorar l'eficiència energètica, mentre que els estudis descendents són útils per avaluar polítiques de canvi climàtic transsectorials i d'àmbit econòmic general, com ara impostos sobre el carboni i polítiques d'estabilització.

Tot i així, els estudis actuals ascendants i de descendents sobre el potencial econòmic presenten limitacions tant a l'hora de valorar canvis en l'estil de vida com per incloure les externalitats, com ara la contaminació atmosfèrica local. Representen de manera limitada algunes regions, països, sectors, gasos i barreres. Els costos de mitigació previstos no tenen en compte els possibles beneficis del canvi climàtic evitat.

Quadre SPM.3. Suposicions en els estudis sobre carteres de mitigació i costos macroeconòmics

Els estudis sobre carteres de mitigació i costos macroeconòmics avaluats en aquest informe es basen en una modelització descendent. La majoria de models utilitzen un enfocament global de cost mínim per a les carteres de mitigació amb comerç global d'emissions, que suposen mercats transparents i manca de costos de transacció i, per tant, implementació perfecta de les mesures de mitigació durant el segle XXI. Els costos es produeixen només en un moment donat.

Els costos globals previstos pels models augmentaran si s'exclouen algunes regions, sectors (per exemple usos del sòl), opcions o gasos. Els costos globals previstos pels models disminuiran amb valors de referència inferiors, ús de beneficis procedents d'impostos sobre el carboni i subhastes de permisos d'emissions, i també si s'hi inclou l'aprenentatge tecnològic induït. Aquests models no consideren els beneficis climàtics i, en general, tampoc els co-beneficis de les mesures de mitigació ni els aspectes relacionats amb la igualtat.

Quadre SPM.4. Modelització del canvi tecnològic induït

Les principals publicacions indiquen que les polítiques i les mesures que s'apliquin poden induir un canvi tecnològic. S'ha aconseguit un gran progrés a l'hora d'aplicar enfocaments basats en el canvi tecnològic induït als estudis d'estabilització; tot i així, es mantenen els problemes conceptuals. En els models que adopten aquests enfocaments, es redueixen els costos previstos per a un nivell d'estabilització determinat, amb reduccions més grans per a nivells d'estabilització més baixos.

C. Mitigació a curt i mitjà termini (fins el 2030)

5. Tant els estudis descendents com els ascendents indiquen que hi ha un potencial econòmic substancial per a la mitigació de les emissions globals de GEH durant les properes dècades, que podria compensar-ne el creixement previst o reduir-les per sota dels valors actuals (*ampli acord, molta evidència*).

A les taules següents les incerteses en els càlculs es mostren com a intervals per reflectir els diferents valors de referència, les taxes de canvi tecnològic i altres factors específics de cada enfocament. A més a més, també hi ha incerteses a causa de la informació limitada en la cobertura global de països, sectors i gasos.

Estudis ascendents:

- El potencial econòmic estimat en aquesta avaluació per estudis ascendents (vegeu el quadre SPM.2) per a l'any 2030 es mostra a la taula SPM.1 i a la figura SPM.5A. Com a referència, les emissions de l'any 2000 van ser de 43 Gt eq-CO₂ (11.3).
- Els estudis suggereixen que les oportunitats de mitigació amb costos nets negatius 15 tenen el potencial de reduir les emissions en unes 6 Gt eq-CO₂/any el 2030. Per assolir-ho cal adreçar les barreres d'implementació (11.3).
- No hi ha cap sector ni tecnologia que pugui enfrontar-se a tots els reptes de mitigació. Cada un dels sectors avaluats contribueixen al resultat total (vegeu la figura SPM.6). Les tecnologies i pràctiques de mitigació amb el potencial econòmic més gran per als sectors respectius es mostren a la taula SPM.3 (4.3, 4.4, 5.4, 6.5, 7.5, 8.4, 9.4, 10.4).

Estudis descendents:

- Els estudis descendents calculen una reducció de les emissions per a l'any 2030 tal com es presenta a la taula SPM.2 i a la figura SPM.5B. Els potencials econòmics globals que s'obtenen en aquests estudis concorden amb els obtinguts en els estudis ascendents (vegeu el quadre SPM.2), tot i que hi ha diferències considerables en l'àmbit sectorial (3.6).
- Les estimacions que es mostren a la taula SPM.2 s'han obtingut a partir d'escenaris d'estabilització, és a dir, que tendeixen a estabilitzar a llarg termini les concentracions atmosfèriques de GEH (3.6).

¹³ Els costos i les taxes de descompte privades reflecteixen la perspectiva dels consumidors i les empreses privades; vegeu el glossari per a una descripció completa.

¹⁴ Els costos i les taxes de descompte socials reflecteixen la perspectiva de la societat. Les taxes de descompte socials són inferiors a les utilitzades pels inversors privats; vegeu el glossari per a una descripció completa.

¹⁵ En aquest informe, igual que en el SIA i el TIA, les opcions amb costos nets negatius (no regrets oportunitats) es defineixen com aquelles opcions els beneficis de les quals (com ara costos energètics menys elevats i reduccions en les emissions contaminants locals o regional), igualen o superen els seus costos socials, i exclouen els beneficis del canvi climàtic evitat (vegeu el quadre SPM.1).

Taula SPM.1. Potencial econòmic global de mitigació per a l'any 2030, segons estimacions dels estudis ascendants

Preu del carboni (USD/t eq-CO ₂)	Potencial econòmic (Gt eq-CO ₂ /any)	Reducció respecte al SRES A1 B (68 Gt eq-CO ₂ /any) (%)	Reducció respecte al SRES B2 (49 Gt eq-CO ₂ /any) (%)
0	5-7	7-10	10-14
20	9-17	14-25	19-35
50	13-26	20-38	27-52
100	16-31	23-46	32-63

Taula SPM.2. Potencial econòmic global de mitigació per a l'any 2030, segons estimacions dels estudis descendents.

Preu del carboni (USD/t eq-CO ₂)	Potencial econòmic (Gt eq-CO ₂ /any)	Reducció respecte al SRES A1 B (68 Gt eq-CO ₂ /any) (%)	Reducció respecte al SRES B2 (49 Gt eq-CO ₂ /any) (%)
20	9-18	13-27	18-37
50	14-23	21-34	29-47
100	17-26	25-38	35-53

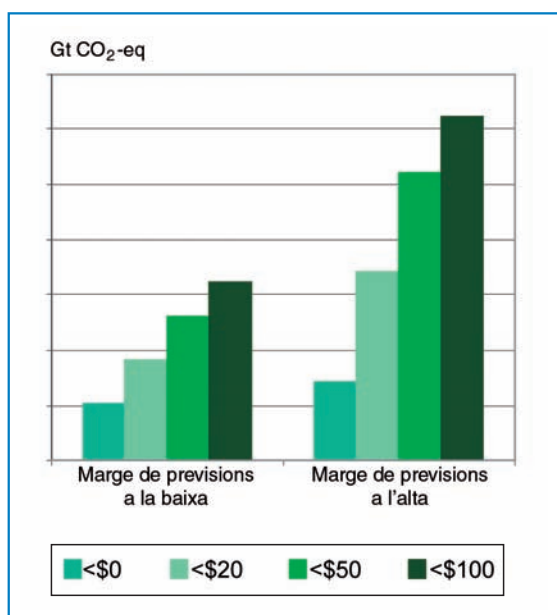


Figura SPM.5A. Potencial econòmic global de mitigació per a l'any 2030, calculat a partir d'estudis ascendants (dades de la taula SPM.1).

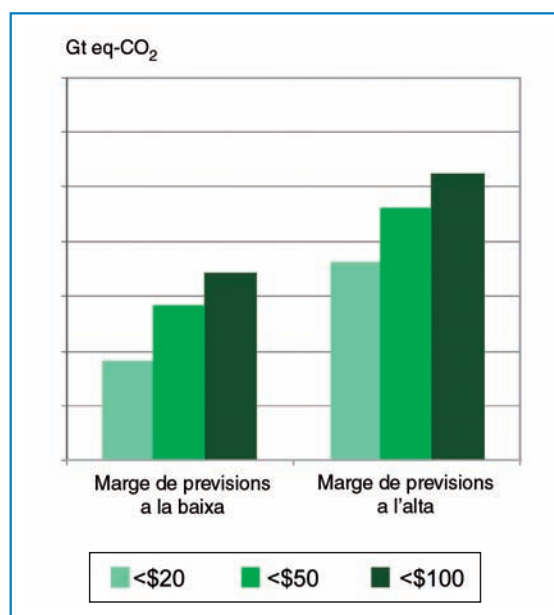


Figura SPM.5B. Potencial econòmic global de mitigació per a l'any 2030, calculat a partir d'estudis descendents (dades de la taula SPM.2).

Taula SPM.3. Tecnologies i pràctiques claus de mitigació per sectors. Els sectors i les tecnologies no segueixen cap ordre preestablert. Les pràctiques no tecnològiques, com ara els canvis d'estil de vida, que són transversals, no s'inclouen en aquesta taula (però es tenen en compte en el paràgraf 7 d'aquest document)

Sector	Tecnologies i pràctiques claus de mitigació comercialment disponibles en l'actualitat	Tecnologies i pràctiques claus de mitigació la comercialització de les quals està prevista per al 2030
Subministrament d'energia [4.3, 4.4]	Millora de l'eficiència en el subministrament i la distribució; canvi de combustible de carbó a gas; energia nuclear; electricitat i calor renovables (hidroelèctrica, solar, eòlica, geotèrmica i bioenergia); centrals de cycle combinat; primeres aplicacions de Captura i Emmagatzemament de Carboni (per exemple, emmagatzematge del CO ₂ extret del gas natural).	Captura i Emmagatzematge de Carboni (CEC) per a centrals elèctriques de gas, biomassa i carbó; energia nuclear avançada; energies renovables avançades, incloent-hi energia mareomotriu i d'onatge, energia solar de concentració i energia fotovoltaica solar.
Transport [5.4]	Vehicles amb un ús més eficient del combustible; vehicles híbrids; vehicles dièsel més nets; biocombustibles; canvis modals de transport per carretera a transport per ferrocarril i sistemes de transport públic; transport no motoritzat (bicicletes, a peu); usos del sòl i planificació del transport.	Biocombustibles de segona generació; avions més eficients; vehicles híbrids i elèctrics avançats, amb bateries més potents i fiables.
Edificis [6.5]	Il·luminació i ús de la llum natural més eficients; electrodomèstics, calefaccions i refrigeracions més eficients; millors estufes i millors aïllaments; disseny solar actiu i passiu per a la calefacció i la refrigeració; fluids refrigerants alternatius i recuperació i reciclatge dels gasos fluorats.	Disseny integrat d'edificis comercials que incorporin tecnologies com ara mesuradors intel·ligents que proporcionin retroalimentació i control; plaques fotovoltaïques integrades als edificis.
Indústria [7.5]	Equips elèctrics més eficients; recuperació d'energia i calor; reciclatge i substitució de materials; control d'emissions de gasos no CO ₂ ; gran ventall de tecnologies específiques per a diversos processos.	Eficiència energètica avançada; CEC per a la fabricació de ciment, amoníac i ferro; elèctrodes inerts per a la fabricació d'alumini.
Agricultura [8.4]	Millora en la gestió de cultius i pastures per augmentar l'emmagatzemament de carboni al sòl; restauració de sòls de torba cultivats i terres degradades; millora en les tècniques de cultiu de l'arròs i en la gestió del bestiar i els fems per reduir les emissions de CH ₄ ; millora en les tècniques d'aplicació de fertilitzants per reduir les emissions de N ₂ O; cultius energètics especialitzats per reduir l'ús de combustibles fòssils; millora de l'eficiència energètica.	Millora en la producció dels cultius.
Silvicultura / boscos [9.4]	Aforestació; reforestació; gestió forestal; reducció de la desforestació; gestió dels productes de la fusta; ús dels productes forestals per a bioenergia per reemplaçar l'ús de combustibles fòssils.	Millora de les espècies d'arbres per augmentar la productivitat de la biomassa i la captació de carboni; millora de les tècniques de detecció remota per a l'anàlisi del potencial de captació de carboni de la vegetació i el sòl i per a la cartografia dels canvis en els usos del sòl.

Taula SPM.3. continuació

Sector	Tecnologies i pràctiques claus de mitigació comercialment disponibles en l'actualitat	Tecnologies i pràctiques claus de mitigació la comercialització de les quals està prevista per al 2030
Residus [10.4]	Recuperació de metà en abocadors; incineració de residus amb recuperació energètica; compostatge dels residus orgànics; tractament controlat de les aigües residuals; reciclatge i minimització de residus.	Biocobertes i biofiltres per optimitzar l'oxidació del metà.

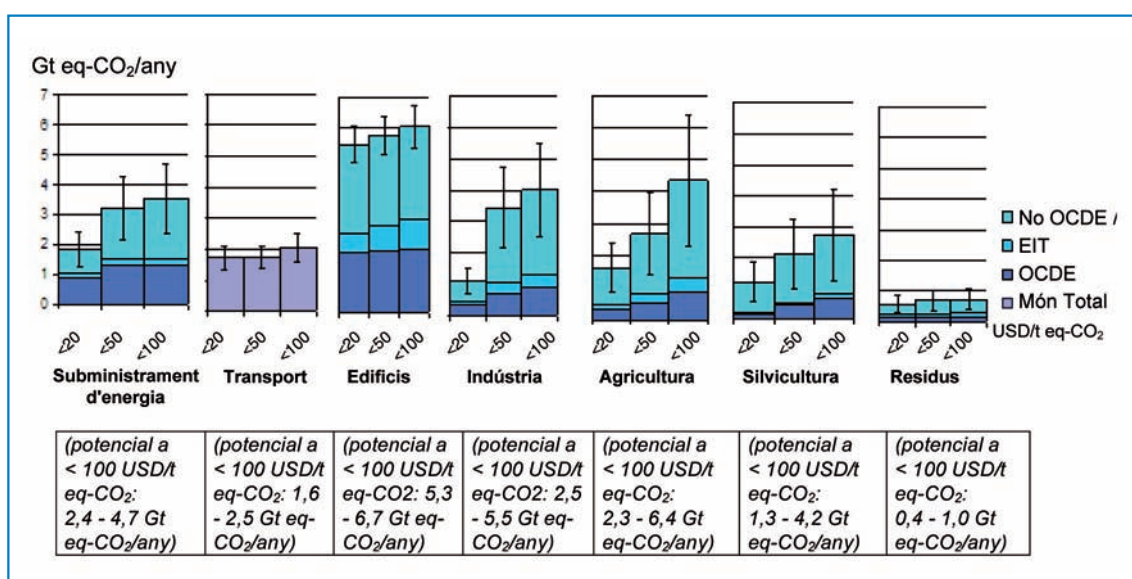


Figura SPM.6. Potencial econòmic estimat per sectors per a una mitigació global i per a diferents regions segons el preu del carboni l'any 2030 a partir d'estudis ascendants, comparat amb els valors de referència respectiu de les avaluacions sectorials. A la secció 11.3 s'explica de manera exhaustiva l'obtenció d'aquesta figura.

Notes:

1. Els marges per als potencials econòmics globals, tal com s'avaluen en cada sector, es mostren mitjançant línies verticals. Aquests marges es basen en les assignacions finals de les emissions; això implica que les emissions procedents de l'ús d'electricitat s'inclouen en els sectors de serveis i no en el sector de subministrament d'energia.

2. Els potencials estimats estan limitats per l'accés a estudis, especialment pel que fa als preus de carboni elevats.

3. Cada sector utilitza valors de referència diferents. Per a la indústria s'ha utilitzat el valor de referència del SRES B2; per al subministrament d'energia i el transport, el WEO 2004; el sector d'edificis es basa en un valor de referència entre el SRES B2 i el SRES A1B; per als residus es van utilitzar els impulsors del SRES A1B per construir un valor de referència específic per als residus; l'agricultura i la silvicultura prenen valors de referència que utilitzen principalment els impulsors del SRES B2.

4. Només es mostren els totals globals per al transport perquè s'hi inclou l'aviació internacional [5.4]. Les categories excloses són: emissions de gasos diferents del CO₂ en edificis i el transport, part de les opcions d'eficiència de materials, producció de calor i cogeneració en el subministrament d'energia, vehicles pesants, transport marítim i de gran quantitat de passatgers, la majoria d'opcions de cost elevat per a edificis, tractament d'aigües residuals, reducció de les emissions de mines de carbó i gasoductes, gasos fluorats procedents del subministrament d'energia i el transport. La subestimació del potencial econòmic total d'aquestes emissions és de l'ordre del 10-15%.

6. Es calcula que l'any 2030 els costos macroeconòmics per a la mitigació multigàs, coherents amb evolucions d'emissions cap a una estabilització entre 445 i 710 ppm d'eq-CO₂, oscil·laran en un marge comprès entre una disminució del 3% del PIB global i un petit augment, respecte als valors de referència (vegeu la taula SPM.4). Tot a tot, els costos regionals poden diferir considerablement de les mitjanes globals (ampli acord, evidència mitjana); (vegeu el quadre SPM.3 pel que fa les metodologies i suposicions d'aquests resultats).

- La majoria d'estudis arriben a la conclusió que la reducció del PIB respecte al PIB de referència augmenta quan l'objectiu d'estabilització és més exigent.
- En funció del sistema impositiu existent i de la despesa dels ingressos, els models indiquen que els costos poden ser força inferiors, si se suposa que els ingressos dels impostos sobre el carboni o la subhasta de permisos d'emissió en un sistema de comerç d'emissions s'utilitzen per fomentar tecnologies amb un ús baix del carboni o per reformar els impostos existents (11.4).
- Els estudis que consideren la possibilitat que les polítiques sobre el canvi climàtic provoquin un canvi tecnològic més important també donen costos inferiors. Tot i així, això pot exigir una major inversió inicial que permeti assolir posteriorment les reduccions dels costos (vegeu quadre SPM.4) (3.3, 3.4, 11.4, 11.5, 11.6).
- Tot i que la majoria de models indiquen pèrdues del PIB, alguns mostren augments del PIB perquè suposen que els valors de referència no són òptims i que les polítiques de mitigació milloren l'eficiència del mercat, o bé perquè suposen que les polítiques de mitigació poden comportar un canvi tecnològic més ampli. Alguns exemples de la ineficiència del mercat inclouen recursos no aprofitats, impostos distorsionadors i/o subvencions (3.3, 11.4).
- Un enfocament multigàs i la inclusió d'embornals de carboni acostuma a reduir considerablement els costos, si es compara amb un enfocament basat només en la reducció de les emissions de CO₂ [3.3].
- Els costos regionals depenen, en bona mesura, dels valors suposats d'estabilització i de referència. El règim d'assignació també és important, però per a la majoria de països ho és menys que el nivell d'estabilització (11.4, 13.3).

Taula SPM.4. Càlcul dels costos macroeconòmics globals l'any 2030a) per a evolucions de mínim cost cap a diversos nivells d'estabilització a llarg termini

Nivell d'estabilització (ppm eqCO ₂)	Mediana de la reducció del PIB ^{d)} (%)	Marge de reducció del PIB ^{d),e)} (%)	Reducció de les taxes mitjanes de creixement anual del PIB ^{d),f)} (punts percentuals)
590-710	0,2	-0,6 - 1,2	< 0,06
535-590	0,6	0,2 - 2,5	< 0,1
445-535 ^{g)}	no disponible	< 3	< 0,12

Notes:

- a) Per a un nivell d'estabilització determinat, en la majoria de models, la reducció en el PIB augmentarà amb el temps a partir del 2030. Els costos a llarg termini són encara més incerts [figura 3.25].
- b) Resultats basats en estudis que utilitzen diversos nivells de referència.
- c) Els estudis varien pel que fa al moment de temps en què s'assoleix l'estabilització; en general és l'any 2100 o més tard.
- d) És el PIB global basat en els tipus de canvi del mercat.
- e) Es mostren la mediana i l'interval del percentil 10 al percentil 90 de les dades analitzades.
- f) El càlcul de la reducció de la taxa de creixement anual es basa en la reducció mitja durant el període fins l'any 2030 que duria a la disminució de PIB indicada per al 2030.
- g) El nombre d'estudis que presenten resultats del PIB és relativament petit i acostumen a utilitzar valors de referència baixos.

7. Els canvis en l'estil de vida i els patrons de comportament poden contribuir a la mitigació del canvi climàtic en tots els sectors. Les pràctiques de gestió també hi tenen un paper positiu (*ampli acord, evidència mitjana*).

- Els canvis en l'estil de vida poden reduir les emissions de GEH. Aquests canvis i la modificació dels patrons de consum, de manera que fomentin la conservació dels recursos, poden contribuir a desenvolupar una economia amb poc ús del carboni que sigui igualitària i sostenible (4.1, 6.7).
- Els programes d'educació i formació poden ajudar a superar les barreres del mercat a l'hora d'acceptar l'eficiència energètica, especialment en combinació amb altres mesures (taula 6.6).

- Els canvis en la conducta dels inquilins, en els patrons culturals i en l'ús i elecció de les tecnologies dels consumidors poden dur a una reducció considerable de les emissions de CO₂ associades a l'ús de l'energia en edificis (6.7).
 - La gestió de la demanda del transport, que inclou la planificació urbanística (que pot reduir la demanda de transport) i l'accés a informació i tècniques educatives (que poden reduir l'ús del cotxe i afavorir un estil de conducció més eficient) poden ajudar a mitigar els GEH (5.19).
 - En la indústria, les eines de gestió que inclouen formació del personal, sistemes de bonificació, diàleg habitual i documentació de les pràctiques existents poden ajudar a superar les barreres organitzatives industrials, reduir l'ús de l'energia i reduir les emissions de GEH (7.3).
- 8. Malgrat que els estudis utilitzen metodologies diferents, en totes les regions del món analitzades, els beneficis sanitaris a curt termini provocats per la reducció de la contaminació atmosfèrica com a resultat de les accions per reduir les emissions de GEH, poden ser importants i poden compensar una part considerable dels costos de mitigació (ampli acord, molta evidència).**
- La inclusió de beneficis associats (cobeneficis) diferents dels sanitaris, com ara més seguretat energètica, més producció agrícola i menys pressió sobre els ecosistemes naturals (causada per concentracions més baixes d'ozó troposfèric) poden afavorir encara més la reducció de costos (11.8).
 - La integració de polítiques de reducció de la contaminació atmosfèrica i de mitigació del canvi climàtic ofereix reduccions de costos potencialment elevades respecte a les que s'assolirien si es consideressin aquestes polítiques aïlladament (11.8).
- 9. Les publicacions aparegudes des del TIA confirmen que les accions dels països de l'Annex I poden tenir efecte sobre l'economia i les emissions globals, tot i que el nivell de les fugues de carboni¹⁸ encara és poc clara (ampli acord, evidència mitjana).**
- Els estats exportadors de combustibles fòssils (tant dels països de l'Annex I com no) poden esperar, tal com s'indica al TIA,¹⁶ una demanda i uns preus més baixos així com un creixement més reduït del PIB a causa de les polítiques de mitigació. El grau de generalització¹⁷ depèn en gran part de les suposicions associades a les decisions polítiques i a les condicions del mercat del petroli [11.7].
 - En l'avaluació de les fugues de carboni¹⁸ encara hi ha incerteses importants. La majoria de les modelitzacions d'equilibri donen suport a la conclusió del TIA d'una fuga en tots els àmbits econòmics causada per les accions de Kyoto de l'ordre del 5-20%, que seria inferior si es generalitzessin de manera efectiva tecnologies competitives de baixa emissió (11.7).
- 10. Les inversions en noves infraestructures energètiques en països en desenvolupament, les millores en les infraestructures energètiques en països desenvolupats i les polítiques que fomenten la seguretat energètica poden, en molts casos, crear oportunitats per assolir reduccions 19 en les emissions de GEH respecte als escenaris de referència. Els beneficis addicionals són específics de cada país, però sovint inclouen la reducció de la contaminació atmosfèrica, la millora de la balança comercial, la provisió de serveis moderns d'energia a zones rurals i ocupació (ampli acord, molta evidència).**
- Les decisions sobre inversions futures en infraestructures energètiques, que s'espera que arribaran a més de 20 bilions²⁰ d'USD entre el moment actual i l'any 2030, tindran un impacte a llarg termini sobre les emissions de GEH, a causa dels llargs temps de vida útil de les centrals energètiques i altres capitals d'infraestructura. La generalització de tecnologies amb un ús baix del carboni pot trigar moltes dècades, fins i tot si es fan atractives les inversions inicials. Els càlculs inicials mostren que el retorn de les emissions

¹⁶ Vegeu el TIA del grup de treball III (2001) SPM paràgraf 16.

¹⁷ Els efectes de generalització de la mitigació en una perspectiva intersectorial són els efectes de les polítiques i mesures de mitigació d'un país o grup de països sobre sectors d'altres països.

¹⁸ La fuga de carboni es defineix com l'increment en les emissions de CO₂ fora dels països que emprenen accions interiors de mitigació dividit per la reducció de les emissions d'aquests països.

globals de CO₂ associades a l'energia als valors del 2005 l'any 2030 exigiria un canvi important en els patrons d'inversió, tot i que la inversió neta addicional necessària es mou entre un marge inapreciable i un 5-10% [4.1, 4.4, 11.6].

- Sovint és més rendible invertir en una millora de l'eficiència energètica en l'ús final que a augmentar el subministrament d'energia per satisfer la demanda de serveis energètics. La millora en l'eficiència té un efecte positiu sobre la seguretat energètica, la reducció de la contaminació atmosfèrica local i regional, i l'ocupació (4.2, 4.3, 6.5, 7.7, 11.3, 11.8).
- Les energies renovables acostumen a tenir un efecte positiu en la seguretat energètica, l'ocupació i la qualitat de l'aire. Tenint en compte els costos respecte a altres opcions de subministrament energètic, l'electricitat que s'obté de fonts renovables, que representava el 18% del total l'any 2005, pot arribar a representar un 30-35% del subministrament total d'electricitat el 2030, a preus del carboni de fins a 50 USD/t eq-CO₂ (4.3, 4.4, 11.3, 11.6, 11.8).
- Com més alts siguin els preus dels combustibles fòssils més competitives seran les alternatives de baix ús de carboni, malgrat que la volatilitat dels preus serà una manca d'incentiu per als inversors. D'altra banda, el petroli d'alt cost pot ser substituït per alternatives d'ús elevat de carboni, com les procedents de sorres bituminoses, esquistos bituminosos, olis pesants i combustibles sintètics de carbó i gas, amb el consegüent augment en les emissions de GEH, si les plantes productores no s'equipen amb CEC (4.2, 4.3, 4.4, 4.5).
- Tenint en compte els costos d'altres opcions de subministrament energètic, l'energia nuclear, que el 2005 representava el 16% del total, pot assolir un 18% del subministrament d'electricitat l'any 2030 a preus del carboni de fins a 50 USD/t eq-CO₂, però la seguretat, la proliferació armamentística i els residus en són encara restriccions importants (4.2, 4.3, 4.4)²¹
- El CEC en formacions geològiques subterrànies és una nova tecnologia amb potencial per representar una contribució important a la mitigació l'any 2030. La contribució real quedarà afectada pels avenços tècnics, econòmics i legals (4.3, 4.4, 7.3).

11. En el sector dels transports hi ha diverses opcions de mitigació,²¹ però els seus efectes poden contrarestatats pel creixement del sector. Les opcions de mitigació s'enfronten a moltes dificultats, com ara les preferències dels consumidors i la manca de marcs d'aplicació de polítiques (acord mitjà, evidència mitjana).

- Les mesures de millora d'eficiència dels vehicles, que duen a estalviar combustible, tenen en molts casos uns beneficis nets (com a mínim per a vehicles lleugers), però el potencial comercial és molt inferior a l'econòmic a causa de la influència d'altres consideracions per part dels consumidors, com el rendiment o la mida. No hi ha prou informació per avaluar el potencial de mitigació en el cas de vehicles pesants. Per tant, no s'espera que els impulsors comercials, com l'augment de preus dels combustibles, comportin en si mateixos reduccions significatives de les emissions (5.3, 5.4).
- Els biocombustibles poden jugar un paper important per respondre a les emissions del sector del transport, depenent de com es produeixin. Es projecta que els biocombustibles utilitzats com a additius per la gasolina i el dièsel creixin fins a un 3% de la demanda energètica total del sector transport el 2030. Aquest percentatge podria incrementar-se fins el 5-10% depenent dels preus futurs del petroli i el carboni, millores en l'eficiència dels vehicles, i l'èxit tecnològic en l'ús de la biomassa cel·lulòsica.
- Els canvis modals de transport per carretera a transport per ferrocarril i per vies marítimes i fluvials, i de transports de passatgers de baixa ocupació a alta ocupació,²² així com els usos del sòl, la planificació urbanística i l'ús de transports no motoritzats, ofereixen oportunitats per a la mitigació de GEH, segons les condicions i polítiques locals (5.3, 5.5).

¹⁹ Vegeu la taula SPM.1 i la figura SPM.6.

²⁰ 20 bilions = 20*10¹²

²¹ Àustria no està d'acord amb aquesta afirmació.

²² Inclouent-hi el transport marítim, ferroviari i per carretera, i els cotxes compartits.

- El potencial de mitigació de les emissions de CO₂ a mitjà termini en el sector del transport aeri pot arribar a partir de la millora en l'eficiència dels combustibles, que es pot assolir a través de diversos mitjans, com ara la tecnologia, la gestió de les operacions i al gestió del trànsit aeri. Amb tot, s'espera que aquestes millores només compensin parcialment el creixement de les emissions en el sector del transport aeri. El potencial de mitigació total en el sector també hauria de tenir en compte l'impacte sobre el clima de les emissions de gasos diferents del CO₂ (5.3, 5.4).
- Aconseguir reduccions de les emissions en el sector de transport és sovint un benefici associat de controlar la congestió del trànsit, la qualitat de l'aire i la seguretat energètica (5.5).

12. Les opcions d'eficiència energètica¹⁹ per a edificis nous i per a edificis existents poden reduir considerablement les emissions de CO₂ amb un benefici econòmic net. Hi ha moltes barreres per realitzar aquest potencial, però també presenta grans beneficis associats (ampli acord, molta evidència).

- L'any 2030 podrien evitar-se un 30% de les emissions previstes de GEH en el sector d'edificis, amb un benefici econòmic net (6.4, 6.5).
- Els edificis energèticament eficients, alhora que limiten el creixement de les emissions de CO₂, també poden millorar la qualitat de l'aire interior i exterior, millorar el benestar social i potenciar la seguretat energètica (6.6, 6.7).
- A tot el món existeixen oportunitats per aconseguir reduccions de les emissions de GEH en el sector d'edificis. No obstant això, hi ha diverses barreres que dificulten la consecució d'aquest potencial. Aquestes barreres inclouen la disponibilitat de la tecnologia, el finançament, la pobresa, els costos superiors de la informació fiable, les limitacions inherents al disseny d'edificis i una cartera adequada de polítiques i programes (6.7, 6.8).
- Aquestes barreres són encara més grans en els països en desenvolupament i això fa difícil que assoleixin el potencial de reducció d'emissions de GEH en el sector dels edificis (6.7).

13. El potencial econòmic en el sector industrial¹⁹ se situa principalment en les indústries d'ús intensiu de l'energia. Ni als països desenvolupats ni als països en desenvolupament es fa un ús complet de les opcions de mitigació disponibles (ampli acord, molta evidència).

- En els països en desenvolupament moltes instal·lacions industrials són noves i incorporen les últimes tecnologies amb les menors emissions específiques. Tot i així, hi ha encara moltes instal·lacions antigues i ineficients, tant en els països desenvolupats com en els països en desenvolupament. L'actualització d'aquestes instal·lacions pot contribuir a reduccions significatives de les emissions (7.1, 7.3, 7.4).
- El baix ritme de rotació d'estocs, la manca de recursos tècnics i econòmics i les limitacions en la capacitat de les empreses, especialment de les petites i mitjanes, per accedir i assumir la informació tecnològica són barreres clau per fer un ple ús de les opcions de mitigació existents (7.6).

14. Les pràctiques agrícoles poden, en conjunt, contribuir significativament i a baix cost¹⁹ a l'increment dels embornals de carboni, a la reducció de les emissions de GEH i a la creació de matèries primeres de biomassa per a ús energètic (acord mitjà, evidència mitjana).

- Una gran part del potencial de mitigació de l'agricultura (excloent-ne la bioenergia) prové de la captació de carboni per part del sòl, que presenta grans sinèrgies amb l'agricultura sostenible i tendeix a reduir la vulnerabilitat al canvi climàtic (8.4, 8.5, 8.8).
- El carboni emmagatzemat al sòl pot ser vulnerable a les pèrdues causades per canvis en la gestió del sòl i pel canvi climàtic (8.10).
- També es disposa d'un considerable potencial de mitigació a partir de les reduccions de les emissions de metà i òxid nítrics en alguns sistemes agrícoles (8.4, 8.5).

- No hi ha una llista aplicable universalment de pràctiques de mitigació; les pràctiques s'han d'avaluar en situacions i sistemes agrícoles concrets (8.4).
- La biomassa dels residus agrícoles i els cultius energètics especialitzats poden ser una font important de matèries primeres orgàniques de bioenergia, però la seva contribució a la mitigació depèn de la demanda de bioenergia en els sectors del transport i el subministrament d'energia, de la disponibilitat d'aigua i dels requisits de sòl per a la producció d'aliments i fibra. Un ús generalitzat de sòl agrícola per a la producció de biomassa per a l'energia pot competir amb altres usos del sòl i pot tenir impactes ambientals positius i negatius, i implicacions per a la seguretat alimentària (8.4, 8.8).

15. Les activitats de mitigació associades a la silvicultura poden reduir considerablement les emissions de diverses fonts i augmentar l'eliminació de CO₂ mitjançant embornals a baix cost¹⁹; i poden ser dissenyades per crear sinèrgies amb l'adaptació i el desenvolupament sostenible (ampli acord, molta evidència).²³

- Aproximadament un 65% del potencial total de mitigació (fins a 100 USD/t eq-CO₂) està situat als tròpics i es pot aconseguir al voltant d'un 50% del total amb la reducció de les emissions procedents de la desforestació [9.4].
- El canvi climàtic pot afectar el potencial de mitigació del sector forestal (boscors originals i plantacions) i s'espera que sigui diferent en diverses regions i subregions, tant en la magnitud com en l'evolució [9.5].
- Es poden dissenyar i implementar opcions de mitigació associades als boscors de tal manera que siguin compatibles amb l'adaptació i poden oferir beneficis associats importants en termes d'ocupació, generació de renda, conservació de la biodiversitat i conques hídriques, subministrament d'energies renovables i alleujament de la pobresa [9.5, 9.6, 9.7].

16. Els residus de post-consum²⁴ representen una petita part de les emissions globals de GEH²⁵ (< 5%), però el sector de residus pot contribuir positivament a la mitigació de GEH a baix cost¹⁹, i pot fomentar el desenvolupament sostenible (ampli acord, molta evidència).

- Les pràctiques existents de gestió de residus poden oferir una mitigació efectiva de les emissions de GEH en aquest sector. Hi ha un gran ventall de tecnologies comprovades i ambientalment efectives que mitiguen les emissions i ofereixen beneficis associats en forma de millora de la seguretat i la sanitat pública, protecció del sòl, prevenció de la contaminació i subministrament d'energia local [10.3, 10.4, 10.5].
- La minimització de residus i el reciclatge ofereixen importants beneficis indirectes de mitigació, gràcies a la conservació de l'energia i els materials [10.4].
- La manca de capital local és una restricció clau per a la gestió de residus i d'aigües residuals en els països en desenvolupament i en els països amb economies de transició. La manca d'experiència en tecnologies sostenibles també és una barrera important [10.6].

17. Les opcions de geo-enginyeria, com ara la fertilització oceànica per eliminar directament el CO₂ de l'atmosfera o el bloqueig de la llum solar amb l'aportació de materials a l'atmosfera superior, són encara opcions majoritàriament especulatives i no demostrades que poden comportar efectes secundaris desconeguts. No s'han publicat càlculs de costos fiables aquestes opcions (acord mitjà, evidència limitada) [11.2].

²³ Tuvalu va remarcar la dificultat de referir-se als «costos baixos», ja que el capítol 9 de l'informe del Grup de Treball III (pàgina 15) afirma que «el cost dels projectes de mitigació forestal augmenta significativament quan es tenen en compte els costos d'oportunitat del sòl»

²⁴ Els residus industrials es consideren dins del sector industrial.

²⁵ Els GEH procedents de residus són el metà d'abocadors i aigües residuals, el N₂O de les aigües residuals i el CO₂ de la incineració de carboni fòssil.

D. Mitigació a llarg termini (després del 2030)

18. Per tal d'estabilitzar la concentració atmosfèrica de GEH, les emissions han d'assolir un màxim en algun moment i posteriorment disminuir. Com més baix sigui el nivell d'estabilització més ràpid s'haurà d'assolir aquest màxim i la disminució posterior. Els esforços de mitigació durant les dues a tres dècades següents tindran un gran impacte en la possibilitat d'aconseguir nivells d'estabilització més baixos (vegeu la taula SPM.5 i la figura SPM.8)²⁶ (ampli acord, molta evidència).

- Els estudis recents que utilitzen reducció multigàs han explorat nivells d'estabilització inferiors als presentats al TIA.

Taula SPM.5. Característiques dels escenaris d'estabilització post-TIA [taula TS 2, 3.10]^{a)}

Categoria	Forçament radiatiu (W/m ²)	Concentració de CO ₂ ^{c)} (ppm)	Concentració d'eq-CO ₂ ^{c)} (ppm)	Augment de la temperatura mitjana global per sobre dels valors preindustrials en situació d'equilibri a partir del «millor valor estimat» de sensibilitat climàtica ^{b) c)} (°C)	Any del màxim de les emissions de CO ₂ ^{d)}	Canvi en les emissions globals de CO ₂ l'any 2050 (% de les emissions de l'any 2000) ^{d)}	Nre. d'escenaris avaluats
I	2,5 - 3,0	350 - 400	445 - 490	2,0 - 2,4	2000 - 2015	de -85 a -50	6
II	3,0 - 3,5	400 - 440	490 - 535	2,4 - 2,8	2000 - 2020	de -60 a -30	18
III	3,5 - 4,0	440 - 485	535 - 590	2,8 - 3,2	2010 - 2030	de -30 a +5	21
IV	4,0 - 5,0	485 - 570	590 - 710	3,2 - 4,0	2020 - 2060	de +10 a +60	118
V	5,0 - 6,0	570 - 660	710 - 855	4,0 - 4,9	2050 - 2080	de +25 a +85	9
VI	6,0 - 7,5	660 - 790	850 - 1130	4,9 - 6,1	2060 - 2090	de +90 a +140	5
Total							177

Notes:

^{a)} La comprensió de la resposta del sistema climàtic al forçament radiatiu, així com a les retroaccions, es consideren en detall en l'informe d'avaluació IA4 del Grup de Treball I. Les retroaccions entre el cicle del carboni i el canvi climàtic afecten la mitigació necessària per a un nivell d'estabilització concret de la concentració atmosfèrica de diòxid de carboni. S'espera que aquestes retroaccions augmentin la part d'emissions antropogèniques que queden a l'atmosfera a mesura que el clima es fa més càlid. Per tant, en els estudis de mitigació avaluats, es poden haver subestimat les reduccions d'emissions per assolir un determinat nivell d'estabilització.

^{b)} El millor valor estimat de la sensibilitat climàtica és de 3°C [Resum del Grup de Treball I].

^{c)} La temperatura mitjana global en situació d'equilibri és diferent de la temperatura mitjana global esperada en el moment d'estabilització de les concentracions de GEH, a causa de la inèrcia del sistema climàtic. Per a la majoria d'escenaris avaluats, l'estabilització de les concentracions de GEH es produeix entre el 2100 i el 2150.

^{d)} Els intervals corresponen als percentils 15 a 85 de la distribució en l'escenari posterior al TIA. Es mostren les emissions de CO₂, de manera que es poden comparar els escenaris multigàs amb els escenaris que només tenen en compte el CO₂.

- Els estudis avaluats contenen un marge de perfils d'emissió per assolir l'estabilització de les concentracions de GEH.²⁷ La majoria d'aquests estudis utilitzen un enfocament de cost mínim i inclouen reduccions d'emissions primerenques i tardanes (figura SPM.7) [quadre SPM.2]. La taula SPM.5 resumeix els nivells d'emissió necessaris per a diferents grups de concentracions d'estabilització i l'augment mitjà associat de la **temperatura global** en condicions d'equilibri,²⁸ utilitzant el «millor valor estimat» de sensibilitat climàtica (vegeu també la Figura SPM.8 per l'interval probable d'incertesa).²⁹ L'estabilització a una concentració i a valors de temperatura associats més baixos avança la data necessària per al màxim de les emissions i exigeix una major reducció de les emissions l'any 2050 [3.3].

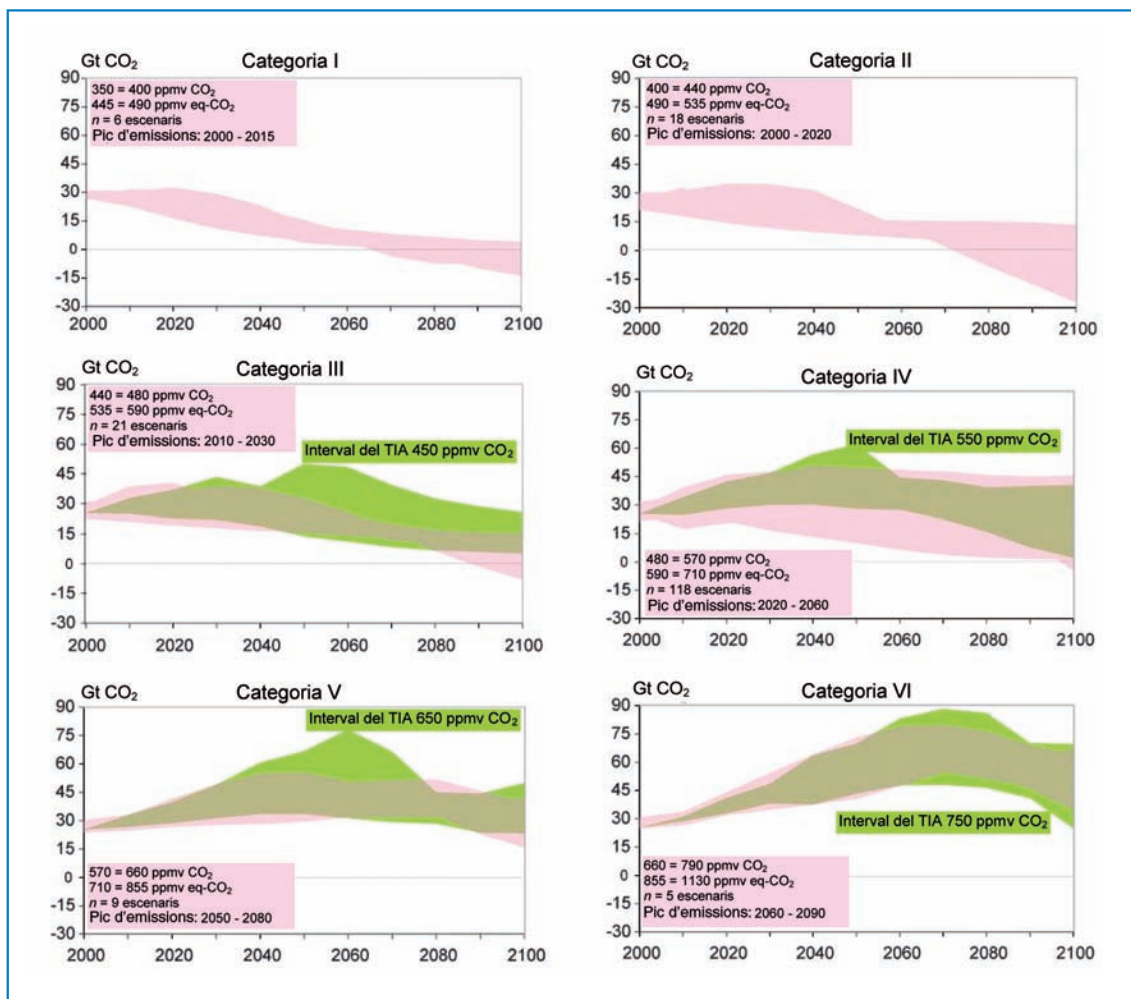


Figura SPM.7. Evolucions de les emissions dels escenaris de mitigació per a diverses categories de nivells d'estabilització (categoria I a VI) tal com es defineix a la llegenda de cada gràfica). Les evolucions són només per a emissions de CO₂. Les àrees de color marron clar mostren les emissions de CO₂ per a escenaris d'emissions post-TIA; les àrees verdes a ratlles mostren els marges de més de 80 escenaris TIA. Les emissions anuals de referència poden variar entre els models a causa de diferències en la cobertura sectorial i industrial. Per assolir els valors d'estabilització més baixos alguns escenaris consideren l'eliminació de CO₂ de l'atmosfera (emissions negatives) mitjançant tecnologies com ara la producció energètica de biomassa amb captura i l'emmagatzematge de carboni [figura 3.17].

²⁶ El paràgraf 2 s'ocupa de l'evolució històrica de les emissions de GEH des dels temps preindustrials.

²⁷ Els estudis varien pel que fa al moment en què s'assoleix l'estabilització; en general, se situa al voltant de l'any 2100 o més tard.

²⁸ La informació sobre la temperatura mitjana global prové de l'informe d'avaluació IA4 del Grup de Treball I, capítol 10.8. Aquestes temperatures s'assoleixen força després d'assolir la concentració d'equilibri.

²⁹ La sensibilitat climàtica de l'equilibri és una mesura de la resposta del sistema climàtic al forçament radiatiu continuat. No és una projecció, sinó que es defineix com l'escalfament superficial mitjà global amb una conseqüència d'una duplicació de les concentracions de diòxid de carboni [Resum de l'IA4 del Grup de Treball I].

19. L'interval de nivells d'estabilització avaluats es pot assolir amb el desplegament d'una cartera de tecnologies actualment disponibles i de les que s'espera que es comercialitzin en les properes dècades. Això pressuposa que s'aplicaran incentius adequats i efectius per al desenvolupament, l'adquisició, el desplegament i la difusió de les tecnologies i per enfrontar-se a les possibles barreres que s'hi associen (*ampli acord, molta evidència*).

- La contribució de diferents tecnologies a les reduccions d'emissions necessàries per a l'estabilització variarà segons el temps, la zona geogràfica i el nivell d'estabilització.
 - L'eficiència energètica té un paper clau en molts escenaris per a la majoria de regions i períodes de temps.
 - Per a nivells d'estabilització més baixos els escenaris insisteixen més en l'ús de fonts energètiques amb poc carboni, com ara les energies renovables i l'energia nuclear, així com en l'ús de la captura i emmagatzematge de CO₂ (CEC). En aquests escenaris les millores en la intensitat de carboni del subministrament energètic i en tots els sectors econòmics han de ser molt més ràpides que en el passat.
 - La inclusió d'opcions de mitigació procedents de la silvicultura i d'usos del sòl, per CO₂ i altres gasos, ofereix més flexibilitat i cost-efectivitat per assolir l'estabilització. La bioenergia moderna pot contribuir considerablement a la part d'energies renovables de la cartera d'opcions de mitigació.
 - Per a diversos exemples il·lustratius de carteres d'opcions de mitigació, vegeu la Figura SPM.9 [3.3, 3.4].
- Per tal d'assolir els objectius d'estabilització i una reducció de costos, caldran inversions i un desplegament global de tecnologies de baixa emissió de GEH, així com millores tecnològiques mitjançant R+D+I pública i privada. Com més baixos siguin els nivells d'estabilització, especialment els de 550 ppm d'eq-CO₂ o inferiors, més gran serà la necessitat d'esforços en R+D+I més eficients i d'inversions en noves tecnologies durant les properes dècades. Això requereix que es tractin correctament les barreres existents per desenvolupar, adquirir, desplegar i difondre les tecnologies.
- Amb uns incentius adequats serà possible enfrontar-se a aquestes barreres i ajudar a assolir els objectius en una gran cartera de tecnologies. [2.7, 3.3, 3.4, 3.6, 4.3, 4.4, 4.6].

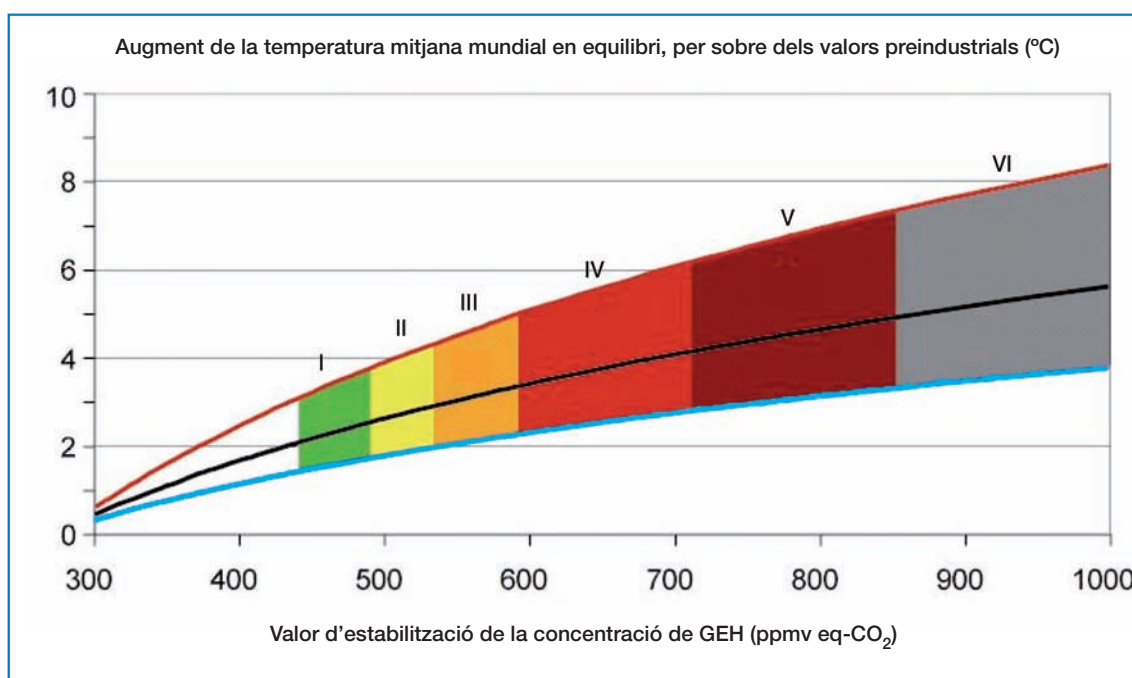


Figura SPM.8. Categories dels escenaris d'estabilització tal com apareixen a la Figura SPM.7 (franges de color) i la seva relació amb el canvi mitjà de temperatura global en situació d'equilibri respecte al valor preindustrial, mitjançant: i) el «millor valor estimat» de sensibilitat climàtica de 3°C (línia negra a la zona central de l'àrea de color); II) límit superior del marge probable de sensibilitat climàtica, de 4,5 °C (línia vermella a l'extrem superior de l'àrea de color); III) límit inferior del marge probable de sensibilitat climàtica, de 2 °C (línia blava a l'extrem inferior de l'àrea de color). L'àrea de color mostra les bandes de concentració per a l'estabilització a l'atmosfera dels gasos amb efecte d'hivernacle, corresponents a les categories dels escenaris d'estabilització I a VI, tal com apareixen a la figura SPM.7. Les dades s'han extret de l'informe d'avaluació IA4 del Grup de Treball I, Capítol 10.8.

20. Per a l'any 2050³⁰ els costos mitjans macroeconòmics globals per a la mitigació multigàs per aconseguir uns nivells d'estabilització entre 710 i 445 ppm d'eq-CO₂ es troben entre un 1% d'augment i un 5,5% de disminució del PIB (vegeu la taula SPM.6). Per a sectors i països específics, els costos poden variar considerablement respecte a la mitjana global (vegeu el quadre SPM.3 i el quadre SPM.4 per a les metodologies i suposicions, així com el paràgraf 5 per a una explicació dels costos negatius) (*ampli acord, evidència mitjana*).

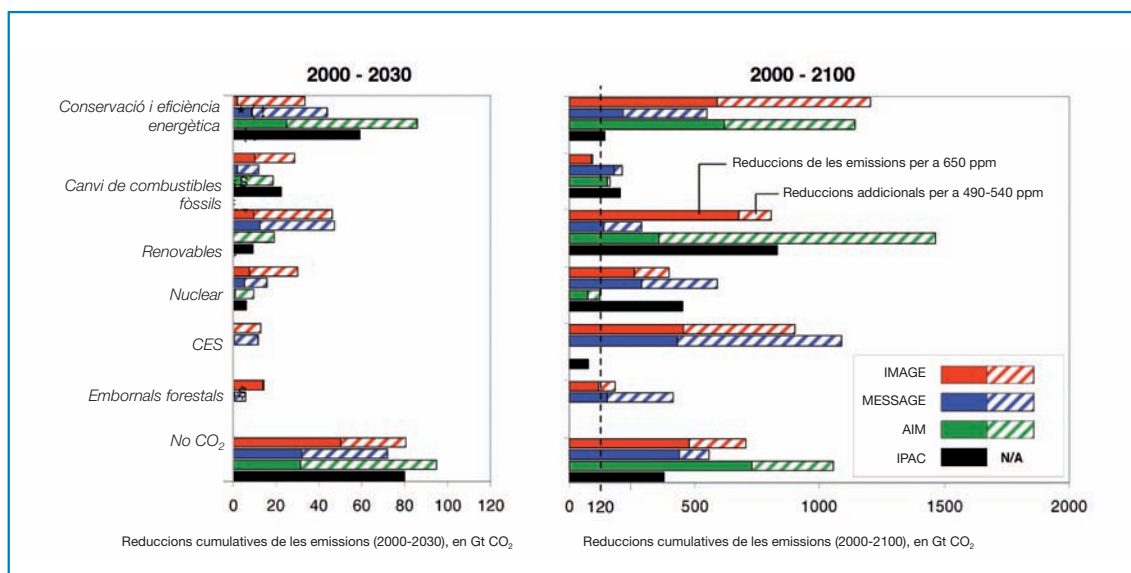


Figura SPM.9. Reduccions cumulatives de les emissions per a mesures de mitigació alternatives del 2000 al 2030 (gràfica de l'esquerra) i del 2000 al 2100 (gràfica de la dreta). Les gràfiques mostren escenaris il·lustratius obtinguts a partir de quatre models (AIM, IMAGE, IPAC i MESSAGE), l'objectiu dels quals és una estabilització a 490-540 ppm d'eq-CO₂ i uns nivells de 650 ppm d'eq-CO₂, respectivament. Les barres fosques indiquen les reduccions per a un objectiu de 650 ppm d'eq-CO₂ i les barres clares les reduccions addicionals per assolir el valor de 490-540 ppm d'eq-CO₂. Cal fer notar que alguns models no tenen en compte la mitigació mitjançant la millora d'embornals forestals (AIM i IPAC) o mitjançant CEC (AIM), i que la part d'opcions energètiques amb poc carboni en el total del subministrament energètic també està determinada per la inclusió d'aquestes opcions en els valors de referència. El CEC inclou la captura i l'emmagatzemament de carboni per part de la biomassa. Els embornals forestals inclouen la reducció en les emissions que provenen de la desforestació [Figura 3.23].

21. La presa de decisions sobre el valor adequat de mitigació global al llarg del temps exigeix un procés de gestió de riscos iteratiu que inclogui la mitigació i l'adaptació i que tingui en compte els danys, reals i evitats, provocats pel canvi climàtic, els beneficis associats, la sostenibilitat, la igualtat i les actituds davant dels riscos. Les eleccions pel que fa a l'escala i a la temporització de la mitigació dels GEH impliquen l'equilibri dels costos econòmics d'una reducció d'emissions més ràpida ara amb els riscos climàtics a mitjà i llarg termini d'una postergació en aquestes reduccions (*ampli acord, molta evidència*).

- Els primers i parcials resultats procedents d'anàlisis integrades dels costos i beneficis de la mitigació indiquen que aquests són, en general, comparables en magnitud, però encara no permeten determinar amb seguretat l'evolució de les emissions ni el nivell d'estabilització en què els beneficis superin els costos [3.5].
- Una avaluació integrada dels costos i beneficis de diferents evolucions de mitigació mostra que la temporització i el nivell de mitigació econòmicament òptims depenen de la forma i característiques incertes de la corba de costos que s'assumeixi pels danys causats pel canvi climàtic. Per il·lustrar aquesta dependència:
 - si la corba de costos de danys causats pel canvi climàtic creix de manera lenta i regular, i si les previsions són correctes (que augmenten les possibilitats d'una adaptació a temps), es pot justificar econòmicament una mitigació posterior i menys restrictiva;
 - altrament, si la corba de costos de danys causats pel canvi climàtic augmenta ràpidament, o conté no-linealitats (per exemple, llindars de vulnerabilitat o, fins i tot, una petita probabilitat d'esdeveniments catastròfics) es pot justificar econòmicament una mitigació primerenca i més restrictiva [3.6].

³⁰ Les estimacions de costos per a l'any 2030 es presenten al paràgraf 5.

- La sensibilitat climàtica és una incertesa clau en els escenaris de mitigació que intenten aconseguir un determinat valor de temperatura. Els estudis mostren que, si la sensibilitat climàtica és elevada, la temporització ha de ser més primerenca i el nivell de mitigació més exigent que en el cas que la sensibilitat sigui baixa [3.5, 3.6].
- Una reducció tardana de les emissions comporta inversions que perpetuen altres camins de desenvolupament i infraestructures d'emissions elevades. Això redueix significativament les oportunitats d'assolir nivells d'estabilització més baixos (tal i com es mostra a la taula SPM.5) i augmenta el risc que el canvi climàtic tingui impactes més greus [3.4, 3.1, 3.5, 3.6].

Taula SPM.6. Costos globals macroeconòmics estimats per a l'any 2050 respecte als nivells de referència amb evolucions de mínim cost cap a diferents objectius d'estabilització a llarg terminia) [3.3, 13.3]

Nivell d'estabilització (ppm d'eq-CO ₂)	Mediana de la reducció en el PIB ^{b)} (%)	Marge de reducció en el PIB ^{b), c)} (%)	Reducció del ritme de creixement mitjà anual del PIB ^{b), d)} (punts percentuals)
590 - 710	0,5	de -1 a 2	< 0,05
535 - 590	1,3	de lleugerament negatiu a -4	< 0,1
445 - 535 ^{e)}	no disponible	< 5,5	< 0,12

a) Això correspon a totes les publicacions per a totes les situacions de referència i escenaris de mitigació que aporten xifres de PIB.

b) És el PIB global basat en els tipus de canvi comercials.

c) Es mostren la mediana i el marge del percentil 10 al 90 de les dades analitzades.

d) El càlcul de la reducció de la taxa de creixement anual es basa en la reducció mitjana en el període fins al 2050, que comportaria la disminució indicada del PIB l'any 2050.

e) El nombre d'estudis és relativament petit i acostumen a utilitzar valors de referència baixos. En general, alts valors de referència de les emissions comporten costos superiors.

E. Polítiques, i instruments per a la mitigació del canvi climàtic

22. Els governs disposen d'un gran ventall de polítiques estatals i d'instruments per promoure accions de mitigació. La seva aplicabilitat depèn de les circumstàncies de cada estat i de la comprensió de les seves interaccions, però l'experiència fruit de la implementació en diversos països i sectors demostra que qualsevol eina té els seus avantatges i els seus inconvenients (*ampli acord, molta evidència*).

- Per avaluar les polítiques i els instruments s'utilitzen quatre criteris principals: efectivitat ambiental, cost-efectivitat, efectes de distribució (incloent-hi la igualtat) i factibilitat institucional [13.2].
- Tots els instruments poden estar ben o mal dissenyats i poden ser més o menys restrictius. A més a més, el monitoratge per millorar-ne la implementació és un aspecte important per a tots els instruments. Els resultats generals sobre l'efectivitat de les polítiques són [7.9, 12.2, 13.2]:
 - La integració de polítiques climàtiques en polítiques de desenvolupament més generals en facilita la implementació i la superació de les barreres.
 - Les regulacions i les normatives donen, en general, una certa seguretat sobre els valors d'emissió. Són potser preferibles a altres instruments quan la informació o altres barreres impedeixen que productors i consumidors responguin al factor preu. Amb tot, no innoven ni afavoreixen tecnologies més avançades.
 - Els impostos i els recàrrecs poden establir un preu per al carboni, però no poden garantir un valor determinat d'emissions. Els treballs publicats identifiquen els impostos com un mitjà efectiu per internalitzar els costos de les emissions de GEH.
 - Els permisos d'emissions comercialitzables establiran un preu del carboni. El volum d'emissions permès en determina l'efectivitat econòmica, mentre que l'assignació d'autoritzacions té conseqüències en la distribució. Les fluctuacions en el preu del carboni fan difícil fer una estimació del cost total per al compliment de les permisos d'emissions.

- Els governs utilitzen sovint els incentius econòmics (subvencions i deduccions fiscals) per estimular el desenvolupament i la difusió de noves tecnologies. Tot i que els costos econòmics acostumen a ser superiors que per als instruments presentats anteriorment, sovint són un element clau per superar les barreres.
 - Els acords voluntaris entre la indústria i els governs són políticament atractius, contribueixen a conscienciar les parts interessades i han tingut un paper destacat en l'evolució de moltes polítiques estatals. La majoria dels acords no ha aconseguit reduccions significatives de les emissions més enllà del que és habitual. No obstant, alguns acords recents, en alguns països, han accelerat l'aplicació de les millors tècniques disponibles i han dut a reduccions mesurables de les emissions.
 - Els instruments informatius (com ara les campanyes de conscienciació) poden afectar positivament la qualitat ambiental fomentant eleccions informades i, possiblement, contribuint a un canvi de comportament. Tot i així, encara no se n'ha mesurat l'impacte sobre les emissions.
 - La R+D+I pot estimular els avenços tecnològics, pot reduir costos i pot permetre el progrés cap a l'estabilització.
- Algunes corporacions, autoritats locals i regionals, ONG i grups civils estan adoptant un gran ventall d'accions voluntàries. Aquestes iniciatives poden limitar les emissions de GEH, estimular polítiques innovadores i fomentar el desplegament de noves tecnologies. En si mateixes, però, acostumen a tenir un impacte limitat en les emissions estatals i regionals [13.4].
 - Les conclusions que s'obtenen a partir de l'aplicació a sectors específics de les polítiques i els instruments estatals es mostren a la Taula SPM.7.

23. Les polítiques que atribueixen un preu real o implícit al carboni poden crear incentius perquè els productors i consumidors inverteixin significativament en productes, processos i tecnologies associats a baixes emissions de GEH. Aquestes polítiques poden incloure instruments econòmics, finançament governamental i normatives (*ampli acord, molta evidència*).

- Un senyal efectiu de preus del carboni pot aconseguir un potencial de mitigació significatiu en tots els sectors [11.3, 13.2].
- Els estudis de modelització coherents amb una estabilització al voltant de les 550 ppm d'eq-CO₂ per a l'any 2100 (vegeu el Quadre SPM.3) mostren que un augment dels preus del carboni de 20 a 80 USD/t eq-CO₂ l'any 2030 i de 30 a 155 USD/t eq-CO₂ l'any 2050. Per al mateix nivell d'estabilització els estudis des del TIA que tenen en compte el canvi tecnològic induït rebaixen aquests marges de preus a uns valors de 5 a 65 USD/t eq-CO₂ l'any 2030 i de 15 a 130 USD/t eq-CO₂ l'any 2050 [3.3, 11.4, 11.5].
- La majoria d'avaluacions descendents, així com algunes avaluacions ascendents per a l'any 2050, suggereixen que uns preus del carboni, reals o implícits, de 20 a 50 USD/t eq-CO₂, mantinguts o augmentats durant dècades, poden comportar un sector de generació d'energia amb baixes emissions de CO₂ l'any 2050 i fer que moltes opcions de mitigació en sectors de consum final resultin econòmicament interessants [4.4, 11.6].
- Les barreres a la implementació de les opcions de mitigació són diverses i varien segons els sectors i els països. Poden estar associades a aspectes econòmics, tecnològics, institucionals, informatius o de comportament [4.5, 5.5, 6.7, 7.6, 8.6, 9.6, 10.5].

Taula SPM.7. Selecció de polítiques, mesures i instruments seleccionats que han demostrat ser ambientalment efectius en els seus sectors respectius com a mínim en alguns casos estatals.

Sector	Polítiques), mesures i instruments que han demostrat ser ambientalment efectius	Restriccions o oportunitats claus
Subministrament d'energia [4.5]	Reducció de les subvencions als combustibles fòssils Impostos o recàrrecs sobre el carboni per als combustibles fòssils	La resistència per interessos personals pot fer difícil aplicar aquestes accions
	Sistema de primes (feed-in tariffs) per tecnologies d'energies renovables Sistemes de quotes per energies renovables Subvencions als productors	Pot ser adequat crear mercats per a tecnologies de baixes emissions
Transport [5.5]	Estalvi obligatori de combustible, mescla de biocombustibles i establiment de nivells estàndards de CO ₂ per al transport per carretera	La cobertura parcial de la flota de vehicles pot limitar-ne l'efectivitat
	Impostos sobre la compra de vehicles, registre i ús, i sobre els preus de combustibles, aparcaments i peatges	L'efectivitat pot disminuir amb un augment dels ingressos
	Incidència en la mobilitat a través de normatives d'usos del sòl i planificació d'infraestructures Inversió en instal·lacions de transport públic atractives i formes no motoritzades de transport	Especialment adequada per a països que estan desenvolupant els seus sistemes de transport
Edificis [6.8]	Normatives i etiquetatge per a electrodomèstics Certificació i codis per als edificis	Cal una revisió periòdica de les normatives Interessant per a edificis nous. Pot ser difícil fer-ho complir
	Programes de gestió de la demanda	Calen normatives per tal que les instal·lacions puguin aprofitar-se'n
	Programes de lideratge del sector públic, incloent-hi el proveïment	Les compres estatals poden ampliar la demanda de productes energèticament eficients
	Incentius per a les empreses de serveis energètics	Factor d'èxit: accés a finançament per tercers
Indústria [7.9]	Provisió d'informació de referència Estàndards de rendiment Subvencions, deduccions fiscals	Pot ser adequat per estimular el consum tecnològic. És important l'estabilitat de les polítiques estatals pel que fa a la competitivitat internacional
	Permisos comercialitzables	Uns mecanismes d'assignació previsibles i uns preus estables són importants per a les inversions
	Acords voluntaris	Factors d'èxit: objectius clars, un escenari de referència, implicació de tercers en el disseny i la revisió, i una provisió formal de monitoratge, cooperació estreta entre govern i indústria
Agricultura [8.6, 8.7, 8.8]	Incentius econòmics i normatives per a una millor gestió del sòl, conservació del contingut de carboni del sòl, ús eficient de fertilitzants i de la irrigació	Pot fomentar sinèrgies amb el desenvolupament sostenible i amb una reducció de la vulnerabilitat al canvi climàtic, de manera que es puguin superar barreres d'implementació

Taula SPM.7. continuació

Sector	Polítiques ^{a)} , mesures i instruments que han demostrat ser ambientalment efectius	Restriccions o oportunitats claus
Silvicultura / boscos [9.6]	Incentius econòmics (estats i internacionals) per augmentar la superfície forestal, reduir la desforestació i conservar i gestionar els boscos Normatives d'ús del sòl i polítiques de compliment	Les restriccions inclouen la manca de capital d'inversió i problemes en la propietat de la terra. Poden ajudar a alleujar la pobresa
Gestió dels residus [10.5]	Incentius econòmics per millorar la gestió de residus i aigües residuals	Pot estimular la difusió tecnològica
	Incentius o obligacions per afavorir les energies renovables	Disponibilitat local de combustible de baix cost
	Normatives de gestió de residus	S'aplica més efectivament en l'àmbit estatal, amb estratègies que n'assegurin el compliment

a) S'ha demostrat que la inversió pública en R+D+I per a tecnologies de baixa emissió és efectiva en tots els sectors.

24. El suport governamental a través de contribucions econòmiques, deduccions fiscals, establiment de normes i creació de mercats és important per a un desenvolupament, innovació i desplegament tecnològic efectiu. La transferència de tecnologia cap als països en desenvolupament depèn de les condicions i del finançament (*ampli acord, molta evidència*).

- Els beneficis públics de les inversions en R+D+I són més grans que els beneficis obtinguts pel sector privat, fet que justifica el suport governamental de la R+D+I.
- El finançament governamental en termes reals absoluts per a la majoria de programes de recerca energètica s'ha mantingut constant o ha disminuït durant gairebé dues dècades (fins i tot després que entrés en vigor l'CMNUCC) i actualment està a la meitat dels valors del 1980 [2.7, 3.4, 4.5, 11.5, 13.2].
- Els governs tenen un paper de suport clau per aportar un entorn adequat, en l'àmbit institucional, polític, legal i marcs reguladors,³¹ per mantenir fluxos d'inversió i per a una transferència tecnològica efectiva, sense la qual seria difícil assolir reduccions de les emissions a una escala significativa. És important mobilitzar el finançament dels costos incrementals de tecnologies amb baix ús del carboni. Els acords internacionals en matèria tecnològica poden enfortir la infraestructura del coneixement [13.3].
- El potencial efecte beneficiós de la transferència tecnològica dels països de l'Annex I als països en desenvolupament pot ser substancial, però no es disposa d'estimacions fiables [11.7].
- Els fluxos econòmics cap als països en desenvolupament mitjançant el mecanisme de desenvolupament net poden arribar a valors d'uns quants milers de milions USD per any,³² que és superior als fluxos obtinguts a través del Fons Mundial per al Medi Ambient (FMA) i comparable als fluxos d'ajuda al desenvolupament orientats a l'energia, però és, com a mínim, de magnitud inferior als fluxos d'inversió directa estrangera totals. Fins ara, els fluxos econòmics a través dels projectes CDM, el FMA i l'ajuda al desenvolupament per a la transferència tecnològica han estat limitats i amb una distribució geogràfica desigual [12.3, 13.3].

³¹ Vegeu l'informe especial de l'IPCC sobre aspectes metodològics i tecnològics en la transferència de tecnologia.

³² Depèn essencialment dels preus del mercat, que han fluctuat entre 4 i 26 USD/t eq-CO₂ i es basa en, aproximadament, 1000 CDM proposats més projectes registrats que és probable que generin més de 1.300 milions crèdits de reducció de les emissions abans del 2012.

25. Uns resultats notables del CMNUCC i el Protocol de Kyoto són l'establiment d'una resposta global al problema climàtic, l'estimulació d'un conjunt de polítiques nacionals, la creació d'un mercat internacional del carboni i la creació de nous mecanismes institucionals que poden proporcionar una base a futurs esforços de mitigació (*ampli acord, molta evidència*).

- Es preveu que l'impacte del primer període de compromís del protocol pel que fa a les emissions globals sigui limitat. Els seus impactes econòmics sobre els països participants de l'Annex B sembla que seran inferiors als que es presenten al TIA, que mostra un PIB 0,2-2% més baix l'any 2012 sense comerç d'emissions; i un PIB 0,1-1,1% més baix amb comerç d'emissions entre els països de l'Annex B [1.4, 11.4, 13.3].

26. Les publicacions científiques identifiquen moltes opcions en l'àmbit internacional per assolir reduccions en les emissions globals de GEH mitjançant la cooperació. També suggereixen que els acords amb èxit són ambientalment efectius, rendibles, tenen en compte la distribució i la igualtat, i són factibles institucionalment (*ampli acord, molta evidència*).

- Més esforços de cooperació per reduir les emissions, reduirien els costos globals que implica assolir un determinat nivell de mitigació o millorarien l'efectivitat ambiental [13.3].
- La millora i l'ampliació dels objectius dels mecanismes comercials (com el comerç d'emissions, la implementació conjunta i el CDM) poden reduir els costos totals de mitigació [13.3].
- Els esforços per controlar el canvi climàtic poden incloure diversos elements com ara: objectius d'emissió; accions sectorials, locals, subestatal i regionals; programes d'R+D+I; l'adopció de polítiques comunes; la implementació d'accions orientades al desenvolupament o l'expansió dels instruments financers. Aquests elements es poden implementar de manera integrada, però la comparació quantitativa dels esforços que ha fet cada un dels països resultaria complexa i necessitaria una gran quantitat de recursos [13.3].
- Les accions que poden emprendre els països participants es poden diferenciar segons el moment en què es fan, qui hi participa i què són les accions en si. Les accions poden ser vinculants o no vinculants, incloure objectius preestablerts o dinàmics i la participació pot ser estàtica o canviar amb el temps [13.3].

F. Desenvolupament sostenible i mitigació del canvi climàtic

27. Aconseguir un desenvolupament més sostenible canviant les vies de desenvolupament pot ser una contribució important a la mitigació del canvi climàtic, implementar-ho exigeix recursos per superar-ne les múltiples barreres. Hi ha un creixent coneixement de les possibilitats per escollir i implementar opcions de mitigació en diversos sectors per assolir sinèrgies i evitar conflictes amb altres àmbits del desenvolupament sostenible (*ampli acord, molta evidència*).

- Independentment de l'abast de les mesures de mitigació, calen mesures d'adaptació [1.2].
- El control del canvi climàtic pot considerar-se un element integral de les polítiques de desenvolupament sostenible. Les condicions de cada país i les capacitats de les institucions determinen la manera en què les polítiques de desenvolupament influeixen en les emissions de GEH. Els canvis en la via de desenvolupament sorgeixen a partir de la interacció entre els processos de decisió públics i privats que involucren governs, empreses i la societat civil, molts dels quals no es consideren tradicionalment polítiques climàtiques. Aquest procés és més efectiu quan els actors participen en peu d'igualtat i els processos descentralitzats de presa de decisions són coordinats [2.2, 3.3, 12.2].
- Les polítiques de canvi climàtic i altres polítiques de desenvolupament sostenible són sovint sinèrgiques, però no sempre. Cada vegada és més evident que les decisions sobre polítiques macroeconòmiques, les polítiques agrícoles, els préstecs per al desenvolupament multilateral, les pràctiques asseguradores, les reformes del mercat elèctric, la seguretat energètica i la conservació forestal, per exemple, que sovint es tracten separatament de les polítiques climàtiques, poden reduir significativament les emissions. D'altra banda, les decisions sobre la millora de l'accés rural a fonts d'energia modernes, posem per cas, poden no tenir gaire influència sobre les emissions globals de GEH [12.2].

- Les polítiques de canvi climàtic associades a l'eficiència energètica i a les energies renovables sovint són econòmicament beneficioses, augmenten la seguretat energètica i redueixen les emissions contaminants locals. Es poden dissenyar altres opcions de mitigació en el subministrament d'energia per aconseguir beneficis de desenvolupament sostenible, tals com evitar el desplaçament de poblacions locals o augmentar els llocs de treball i beneficis sanitaris [4.5, 12.3].
- La reducció de les pèrdues d'hàbitats naturals i de la desforestació pot aportar beneficis significatius pel que fa a la conservació de la biodiversitat, el sòl i l'aigua i es pot implementar de manera socialment i econòmicament sostenible. La forestació i les plantacions de bioenergia poden comportar la restauració de sòls degradats, la gestió dels cabals del riu, la retenció de carboni al sòl i beneficis per a les economies rurals, però poden competir amb la terra destinada a la producció d'aliments i poden ser negatius per a la biodiversitat, si no es dissenyen adequadament [9.7, 12.3].
- També hi ha bones possibilitats per reforçar el desenvolupament sostenible mitjançant accions de mitigació en els sectors de gestió de residus, transport i edificis [5.4, 6.6, 10.5, 12.3].
- Aconseguir un desenvolupament més sostenible pot potenciar les capacitats mitigadores i adaptatives i pot reduir les emissions i la vulnerabilitat al canvi climàtic. Poden haver-hi sinèrgies entre la mitigació i l'adaptació, per exemple en la producció de biomassa correctament dissenyada, formació d'àrees protegides, gestió del sòl, ús energètic en edificis i silvicultura. En altres situacions, poden donar-se intercanvis, com ara un augment en les emissions de GEH a causa d'un major consum d'energia associada a les respostes adaptatives [2.5, 3.5, 4.5, 6.9, 7.8, 8.5, 9.5, 11.9, 12.1].

G. Llacunes en el coneixement

28. Encara hi ha llacunes importants en el coneixement actualment disponible pel que fa a alguns aspectes de la mitigació del canvi climàtic, especialment en els països en desenvolupament. Nous treballs de recerca que tractessin aquestes llacunes servirien per reduir les incerteses i, en conseqüència, facilitarien la presa de decisions associada a la mitigació del canvi climàtic [TS.14].

Quadre Final 1: Representació de la incertesa

La incertesa és una característica inherent a qualsevol avaluació. El Quart Informe d'Avaluació aclareix les incerteses associades a les afirmacions bàsiques.

Les diferències fonamentals entre les ciències disciplinàries bàsiques dels tres informes dels grups de treball fan que un enfocament comú resulti poc pràctic. L'enfocament de «probabilitat» aplicat en el document Canvi climàtic 2007: les bases físiques i els enfocaments de «confiança» i «probabilitat» utilitzats en el Canvi climàtic 2007: impactes, adaptació i vulnerabilitat es consideraren poc adequats per tractar les incerteses específiques d'aquest informe de mitigació, ja que en aquest es tenen en compte les eleccions humanes.

En aquest informe s'utilitza una escala bidimensional per al tractament de la incertesa. L'escala es basa en l'opinió experta dels autors del Grup de Treball III sobre el nivell d'acord en les publicacions especialitzades pel que fa a un resultat particular (nivell d'acord) i el nombre i qualitat de les fonts independents sobre les quals es basen els resultats i que qualifiquen segons les normes de l'IPCC (quantitat d'evidència)³³ En aquest informe evidència es defineix com a informació o signes que indiquen si una creença o proposició és certa o vàlida. Vegeu el glossari. (vegeu la taula SPM.QF.1). No es tracta d'un enfocament quantitatiu, del qual se'n puguin derivar probabilitats associades a la incertesa.

Taula SPM-E.1. Definició qualitativa d'incertesa

Nivell d'acord (sobre un resultat concret)	Ampli acord, evidència limitada	Ampli acord, evidència mitjana	Ampli acord, molta evidència
	Acord mitjà, evidència limitada	Acord mitjà, evidència mitjana	Acord mitjà, molta evidència
	Acord escàs, evidència limitada	Acord escàs, evidència mitjana	Acord escàs, molta evidència

Atès que el futur és incert per naturalesa, en aquest informe s'han extensivament escenaris, és a dir, imatges amb una coherència interna, i no previsions de futur.

³³ En aquest informe evidència es defineix com a informació o signes que indiquen si una creença o proposició és certa o vàlida. Vegeu el glossari.

