

Cambio Climático

Información para una adaptación eficaz

Manual para profesionales



POTSDAM INSTITUTE FOR
CLIMATE IMPACT RESEARCH

Cambio Climático

Información para una adaptación eficaz

Manual para profesionales

Autores

Dr. Juergen Kropp, Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK)
(Instituto de Potsdam para la Investigación de los Impactos del Clima),
Jefe del Grupo de Investigación Norte-Sur

Michael Scholze, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH
(cooperación técnica alemana), Programa Sectorial Protección Climática
para Países en Desarrollo

Publicado por

Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
Programa Sectorial Protección Climática para Países en Desarrollo
Postfach 5180
65760 Eschborn / Alemania
climate@gtz.de
<http://www.gtz.de/climate>

Responsables

Dr. Juergen Kropp, Michael Scholze

Planificación del producto y control de la producción

Michael Wahl, Regine Hoffard

Servicios lingüísticos

Alister Penny, Thomas McClymont,
Sandra Patow-Derteano,
Johanna Goetter, Isabel Renner

Diseño

Additiv. Visuelle Kommunikation, Berlín

Impreso por

D y R Inversiones Gráficas S.A.C., Lima

Eschborn, Mayo de 2009

Abreviaturas	2
Prólogo	3
Introducción	4

Parte I Antecedentes

① Definiciones	8
¿A qué llamamos adaptación y mitigación?	8
Tiempo y clima	12

② Generación de información sobre el cambio climático y el papel de la incertidumbre	14
El sistema climático de la Tierra	14
El enfoque científico para generar información sobre el futuro clima	16
.....A) Escenarios de emisiones	18
.....B) Modelos climáticos globales	20
.....C) Modelos climáticos regionales	22
.....D) Evaluación del impacto, la vulnerabilidad y la adaptación	24
.....E) Conocimiento de eventos históricos	26
.....F) Conocimiento climático local (no experto)	28
Incertidumbre y evaluación del riesgo	28

Parte II Pasos prácticos

① Acceso a la información sobre el cambio climático	32
Evaluación rápida de la bibliografía disponible	34
Utilizando herramientas de análisis de datos on-line	36
Evaluación integrada en base a conocimientos y experiencias sobre el cambio climático	40

② Interpretación de la información sobre el cambio climático y manejo de la incertidumbre	40
Reglas generales	40
Incertidumbre e interpretación de datos	41
Incertidumbre e identificación de medidas de adaptación	42

③ Difusión de la información sobre el cambio climático	44

Anexo 1: Argumentos narrativos (<i>storylines</i>) para escenarios de emisiones	46
Anexo 2: Lista de enlaces (links) de información on-line, con comentarios	48
Anexo 3: Selección de impactos del cambio climático	51
Anexo 4: Potenciales instituciones y fuentes nacionales de información	54
Anexo 5: Selección de MCR más conocidos	55
Bibliografía	57

BMU	Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear
BMZ	Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo
CI: grasp	Adaptation Support Platform (sigla en inglés que corresponde a: Impactos Climáticos: Plataforma de Apoyo a la Adaptación Global y Regional)
°C	Grados centígrados (grados Celsius)
CCE	Climate Change Explorer (sigla en inglés que corresponde a: Explorador del cambio climático = programa informático)
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CO₂(eq)	Dióxido de carbono. (eq) indica que otros gases de efecto invernadero están siendo considerados como equivalentes al dióxido de carbono
MCG	Modelo de Circulación General
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GT	Grupo de trabajo
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
IE-EE	Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones
IPCC	Panel Intergubernamental de Cambio Climático
MCR	Modelo Climático Regional
PIK	Instituto de Potsdam para la Investigación de los Impactos del Clima

Prólogo

Encontrar e implementar respuestas adecuadas ante el cambio climático representa un enorme desafío para los países industrializados. Sin embargo, los desafíos enfrentados por los tomadores de decisión de los países en desarrollo aun son mayores. Mientras los países de la OCDE tendrían, en principio, los recursos para iniciar la transición hacia la sostenibilidad – si tuviesen la voluntad política de hacerlo – los países en desarrollo siguen percibiendo el rápido crecimiento económico como su objetivo primario, para garantizar un clima político estable para sus poblaciones en crecimiento. ¿Por qué deberían entonces incluir en su agenda temas como la protección del clima o la conservación de la biodiversidad? Por otro lado, los países en desarrollo suelen ser más vulnerables al cambio climático debido a su exposición regional a las fuerzas de la naturaleza, la debilidad de las instituciones y la pobreza que afecta a una considerable proporción de sus habitantes. En consecuencia, deben enfrentarse a un dilema: ¿Cómo crecer en términos económicos sin contribuir al aniquilamiento de los recursos fundamentales de tal crecimiento? ¿Cómo sacar beneficio del capitalismo si el capital (natural) tiende a destruirse durante este proceso?

Éstas son preguntas abrumadoras, pero aun así deben resolverse. La ciencia desempeña un papel de creciente importancia en este contexto. En particular, puede

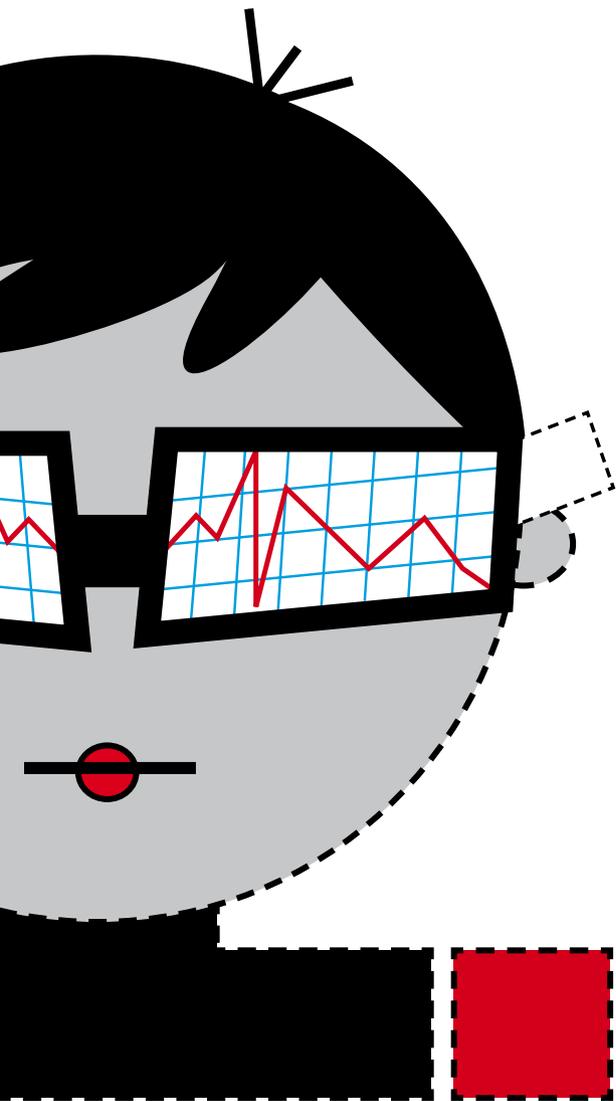
proporcionar a los principantes en materia del cambio climático una “vista panorámica” de fácil acceso, y puede ayudar a los expertos en desarrollo a explorar el espacio de las soluciones pertinentes. Esto también es válido para el desafío de la mitigación, así como para las tareas de adaptación al cambio inevitable causado por la indiferencia ante las consecuencias de las actividades humanas en la naturaleza.

Ya que los expertos en desarrollo trabajan en una posición muy importante, ellos son multiplicadores del conocimiento y pueden preparar el terreno para una acelerada transición hacia la sostenibilidad. El principal objetivo de este manual es incrementar las capacidades de profesionales, gerentes de proyectos y tomadores de decisión en los países en desarrollo, trasladando los aspectos más relevantes de la investigación sobre el cambio climático al contexto de su trabajo cotidiano. Esta guía describe los pasos concretos referentes a (i) cómo obtener información sobre el cambio climático, (ii) cómo interpretarla apropiadamente, y (iii) cómo comunicar el conocimiento obtenido de manera prudente y responsable. Siento que eso es precisamente lo que se necesita y que hasta ahora no ha sido fácil de encontrar. En este sentido, la guía se puede ver como un primer puente entre la ciencia y la práctica en un panorama complejo y difícil.

Professor H.J. Schellnhuber, CBE

(Orden del Imperio Británico)

Director, Instituto de Potsdam para la Investigación de los Impactos del Clima



Introducción

Objetivos

No cabe duda de que nuestro clima está cambiando. Esto hará que naciones, organizaciones, empresas, ciudades, comunidades e individuos deban hacer frente a enormes retos. Los países en desarrollo son los que sufrirán más las consecuencias desfavorables del cambio climático. Incluso algunas regiones y poblaciones altamente vulnerables ya están siendo afectadas.

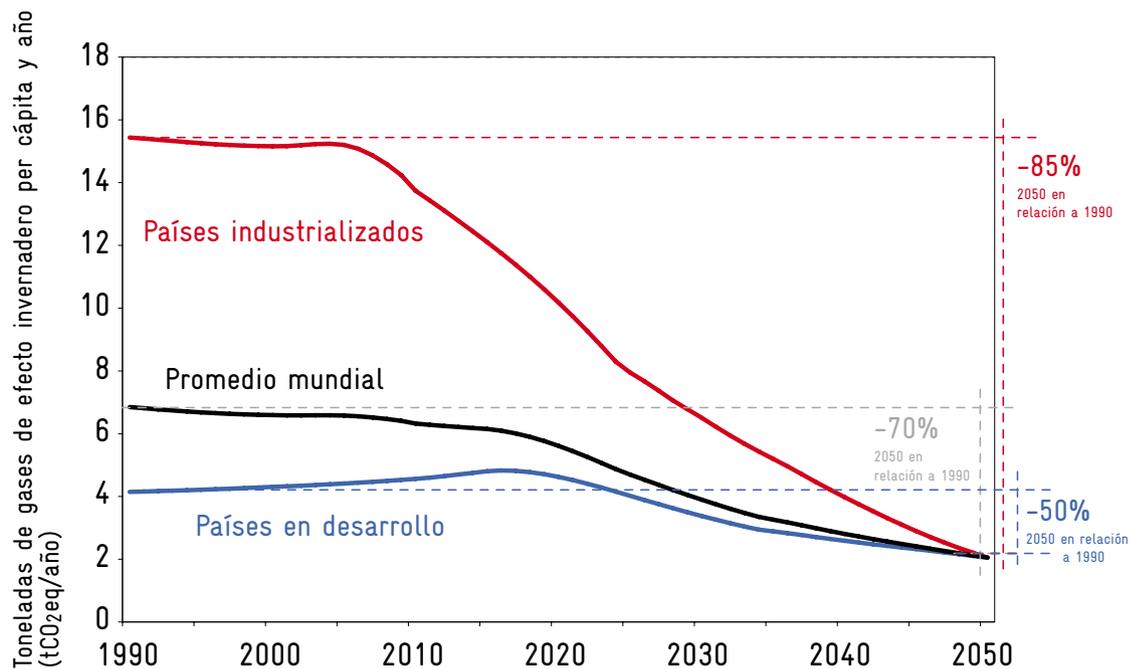
Existe un acuerdo creciente sobre la importancia de no superar el límite de 2°C de incremento de temperatura para preservar la integridad del planeta y prevenir las consecuencias más graves del cambio climático. Este límite se asocia a las emisiones per cápita de aproximadamente dos toneladas de equivalentes de CO₂ por año¹. El Gráfico 1 muestra el inmenso desafío que representa la reducción de GEI. Los países industrializados – y dentro de poco también los países en desarrollo – tienen que reducir sus emisiones drásticamente.

¹ Los demás GEI se convierten a equivalentes de CO₂ (CO₂ (eq)).

Gráfico:

Una opción para la estabilización del clima bajo el límite de 2°C de incremento de la temperatura. Mientras que los países miembros de la OCDE tienen que lograr una reducción de 85 por ciento de sus GEI, los países en desarrollo pueden aumentar sus emisiones ligeramente hasta el año 2017. Después están obligados a alcanzar una reducción del 50 por ciento hasta 2050. Esta meta se puede cumplir si las emisiones se restringen a 2 toneladas de CO₂ (eq) per cápita y año hasta 2050.

Emisiones de gases de efecto invernadero per cápita



Fuente: PIK/Meinshausen 2007

Si las emisiones de GEI siguen aumentando, el peor escenario posible de un incremento de la temperatura media global de hasta 6°C se convierte en una posibilidad real. Las consecuencias serían verdaderamente desastrosas. Incluso si se logra alcanzar la ambiciosa meta de estabilización de +2°C, todavía habrá varios impactos regionales negativos. Por lo tanto, si bien es imperativo esforzarse por lograr comprometidas reducciones en las emisiones de GEI, también existe una urgente necesidad de adaptación a las inevitables consecuencias del cambio climático.

A fin de implementar las adaptaciones necesarias para hacer frente a las consecuencias del cambio climático, los tomadores de decisión tienen que estar bien informados. A nivel internacional, el conocimiento de las consecuencias del comportamiento de la humanidad en nuestro sistema climático – tal como se presenta en los últimos informes de evaluación del IPCC – está científicamente fundado y es adecuado para los tomadores de decisión. Sin embargo, se requiere información más específica para la implementación de medidas concretas a nivel local. Ha quedado demostrado que la falta de este tipo de información puede constituir uno de los peores cuellos de botella para la acción concreta, en particular cuando se trata de la adaptación, pero también para la implementación de actividades integradas que fomentarían tanto la mitigación como la adaptación. Por lo tanto, este manual se centra en maneras de recopilar e interpretar la información perti-

nente para la toma de decisiones. Se ha redactado para profesionales en temas de desarrollo de organizaciones tanto gubernamentales como no gubernamentales.

En relación con los temas antes mencionados, los profesionales a menudo plantean las siguientes preguntas importantes:

¿Qué tendencias del cambio climático es posible identificar en una región específica?

¿Quiénes resultan afectados y de qué forma?

¿Qué fuentes de información existen como base para la toma de decisiones?

¿Qué grado de fiabilidad tiene esta información?

¿Qué opciones existen para la adaptación y mitigación?

¿Cómo deberíamos comunicar la información pertinente a los demás?

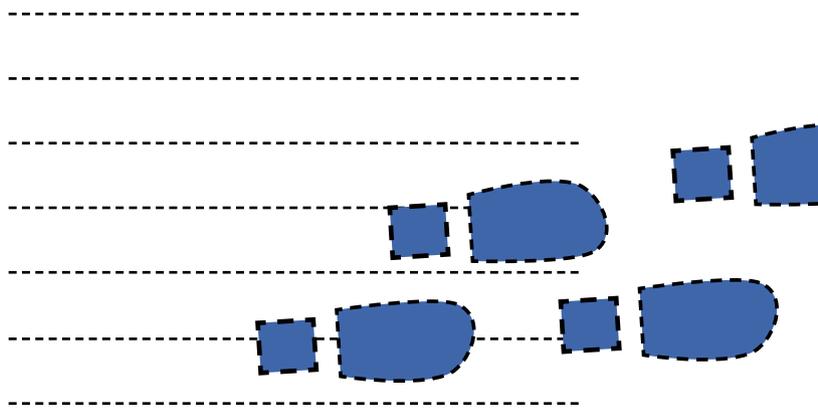
La intención de este manual es servir como guía. Su objetivo es ampliar las capacidades de los profesionales para que puedan encontrar sus respuestas en una determinada situación, utilizando la mejor información disponible. Como se explicará detalladamente a continuación, siempre habrá un tanto de incertidumbre debido a que – en muchos casos – nunca podrá existir información definitiva o completa sobre los impactos del cambio climático o nuestra vulnerabilidad frente a él.

Para poder interpretar la información sobre el cambio climático, primero debemos comprender los puntos de partida utilizados en la ciencia del clima. La Parte I del documento proporciona una breve visión panorámica de la investigación sobre el clima y el impacto que se relaciona con el mismo, incluyendo algunas definiciones esenciales. También describe lo básico del modelado del clima, al igual que el análisis del impacto, la vulnerabilidad y la adaptación. En consecuencia, esta parte es bastante teórica, y aquéllos que ya están familiarizados con la ciencia del cambio climático pueden elegir pasarla por alto. En cambio, la Parte II es de índole más práctica. Ofrece consejos sobre cómo recopilar una base de información sólida sobre el cambio climático a nivel regional, y contiene recomendaciones útiles para aquellos que están planificando programas individuales o integrados, al igual que para todas las personas interesadas en insertar el cambio climático de forma transversal en sus activi-

dades de desarrollo, por ejemplo mediante la incorporación de un “climate proofing” para asegurar las decisiones de inversión.²

Para la adaptación al cambio climático y su mitigación se requiere una cooperación entre la comunidad científica y la comunidad de desarrollo. Por tal motivo, este manual contó con la doble autoría del Grupo de Investigación Norte-Sur del Instituto de Potsdam para la Investigación de los Impactos del Clima (PIK) y del Programa Sectorial Protección Climática para Países en Desarrollo de la cooperación técnica alemana (GTZ). Está dirigido a “traducir” aspectos relevantes de la ciencia del cambio climático para satisfacer los requerimientos de la cooperación para el desarrollo.

² Para mayor información sobre el “climate proofing”, sírvase consultar: <http://www.gtz.de/climate-check>



Parte I

Antecedentes de la investigación sobre el cambio climático

1 Definiciones

¿A qué llamamos adaptación y mitigación?

Existen muchas definiciones distintas de la adaptación al cambio climático, lo cual demuestra que no contamos con una interpretación consensuada del término (para una visión panorámica de las distintas interpretaciones, vea p.ej. Schipper 2007). El último informe de evaluación del IPCC, por ejemplo, ofrece la siguiente definición de adaptación: “El ajuste que realizan los sistemas naturales o humanos, en respuesta a los estímulos o efectos – reales o esperados – del clima, que atenúa el daño que ocasionan o aprovecha las oportunidades que dichos estímulos o efectos ofrecen” (IPCC, 2007, pág.

869). En comparación, la definición de mitigación es simple: es la reducción de GEI.

Podemos observar una diversificación creciente de tareas en el trabajo que ejecutan las comunidades profesionales sobre adaptación y mitigación. Sin embargo, también existen interrelaciones y sinergias entre ambas. Estrategias locales de mitigación, tales como la instalación de paneles solares, también pueden tener un enorme efecto sobre la adaptación. Por ejemplo, si no tuviesen que recolectar leña para combustible, las personas tendrían más tiempo para su educación, la cual constituye un prerrequisito clave para la adaptación – y también para mejorar sus medios de vida.

Gráfico 1:

Adaptación y mitigación: dos estrategias paralelas para combatir el cambio climático.

Se necesitan dos estrategias para reducir los riesgos del cambio climático:

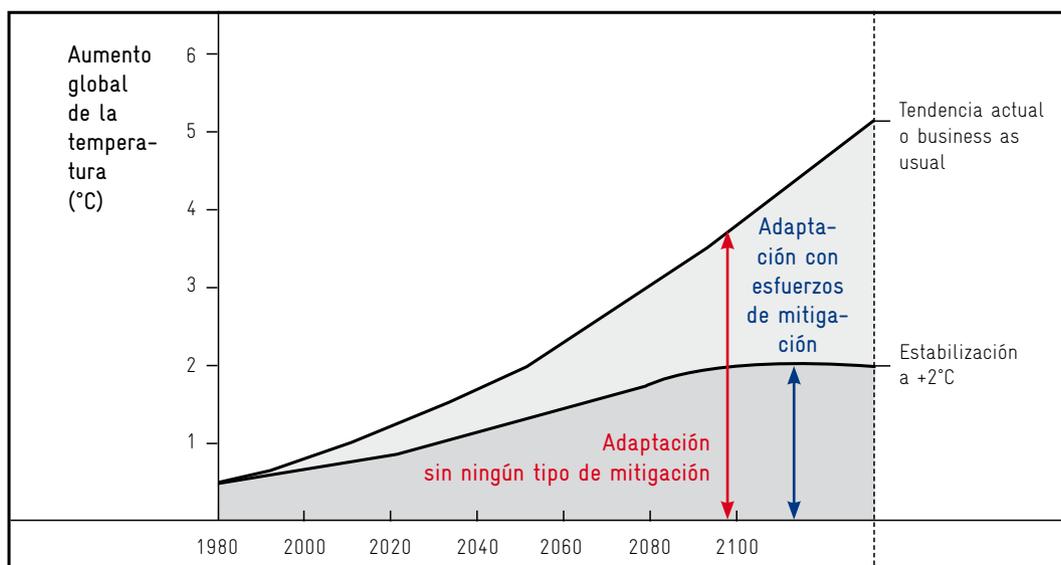
1. Mitigación – se eliminan las causas del cambio climático al reducir las emisiones de GEI.

“evitar lo inmanejable...”

2. Adaptación – los efectos del cambio climático se minimizan manejando sus impactos negativos.

“... y manejar lo inevitable”

Las dos estrategias están interrelacionadas: cuanto más exitosa sea la primera estrategia, menos se requiere de la segunda. El diagrama a continuación muestra por qué un enfoque de gestión de riesgos frente al cambio climático debería incluir ambas estrategias. Este manual sólo se refiere a los temas de la adaptación.



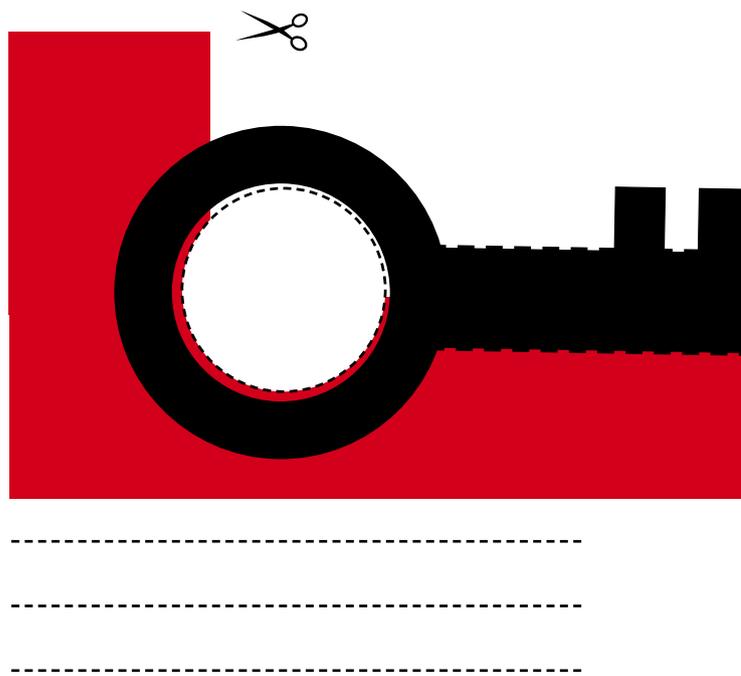
Según el IPCC, la adaptación tiene un componente reactivo, p.ej. aprender de los ejemplos, y un componente proactivo que implica p.ej. estar preparado para los eventos futuros. Este último requiere estrategias de previsión para resolver problemas y es en particular importante para la asesoría que brindan los expertos de la cooperación internacional.

Algunos de los términos teóricos que se utilizan en la discusión sobre la adaptación figuran en el Gráfico 2. La curva en zigzag muestra un desarrollo potencial de la precipitación en un país africano. A estas variables se las denomina a menudo “estímulos climáticos”. Históricamente, los agricultores de subsistencia han desarrollado estrategias para lidiar con niveles variables de precipitación, lo cual ha resultado en un rango de manejo posible.

Sin embargo, los eventos meteorológicos a veces han sido demasiado extremos como para poder lidiar con ellos (muy poca lluvia o demasiada), y los agricultores han perdido sus cosechas. En otras palabras, eran vulnerables ante estos eventos extremos incluso antes de que el clima cambiara (clima estacionario). Con un clima cambiante, la tendencia de la curva es descendente (precipitación decreciente) y las condiciones se salen del margen de las opciones con mayor frecuencia.

Éste es el punto en que la adaptación adquiere importancia. Al utilizar la información del cambio climático

de manera proactiva y aplicar medidas tales como una gestión mejorada de las cuencas hidrográficas o sembrar cultivos resistentes a la sequía, es posible expandir el margen de las opciones de los agricultores de subsistencia. No obstante, las posibilidades de adaptación no son ilimitadas y en el futuro posiblemente algunas áreas ya no serán aptas para la producción agrícola.



Parte I

Antecedentes

1

Definiciones

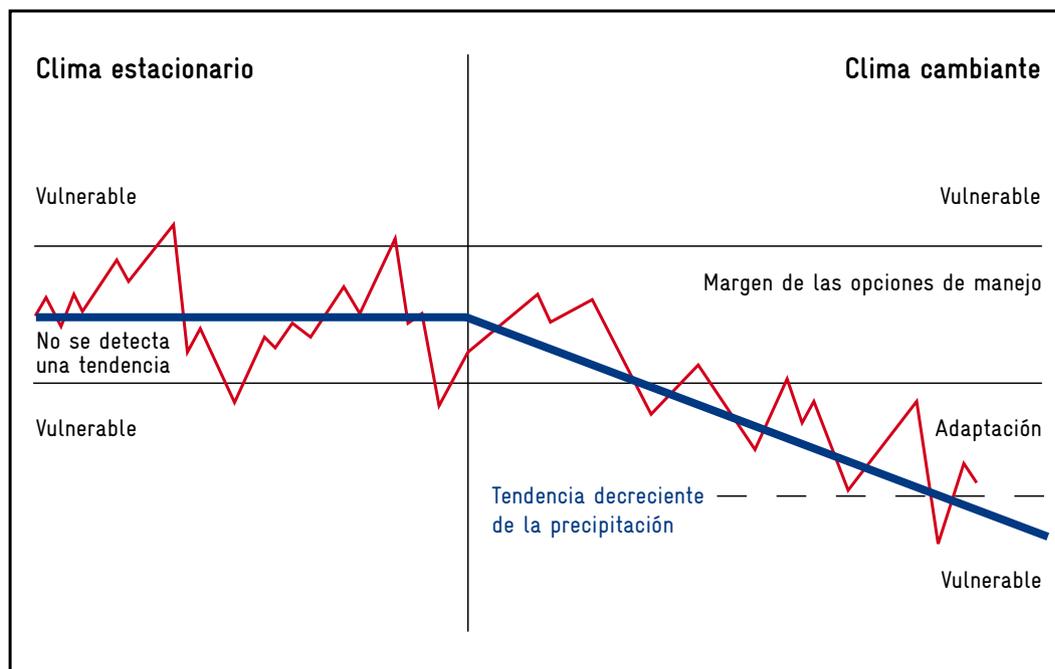


Gráfico 2:

Concepto idealizado de la adaptación en el contexto de precipitación decreciente, introduciendo algunos términos clave. Muestra que la adaptación expande el margen de las opciones de manejo.

Tiempo y clima

Para entender mejor el cambio climático, es esencial distinguir entre tiempo y clima, ya que son dos términos mutuamente excluyentes. El “tiempo” es el estado diario de la atmósfera en cuestión de temperatura, contenido de humedad y movimientos del aire; se deriva de la naturaleza caótica de la atmósfera y es inestable, porque lo afectan las perturbaciones pequeñas. Por otro lado, el “clima” es un concepto científico. Trata de estadísticas tales como los promedios de todos los eventos del tiempo a largo plazo (normalmente 30 años). Las personas pueden percibir el tiempo de manera directa, pero el clima en si no. Para citar una frase muy popular: “el clima es lo que esperamos, el tiempo es lo que nos toca”. Con frecuencia surge la pregunta sobre cómo logran los científicos proyectar sus estimaciones sobre el clima 50 años en adelante cuando les es imposible predecir el tiempo de aquí a unas pocas semanas. Existen importantes diferencias entre ambos tipos de pronósticos: Los escenarios climáticos son proyecciones sobre el futuro clima basadas en la pregunta “¿y qué sucedería si...?”. Son elaborados para guiar los tomadores de decisión y sus políticas. Dependen de leyes fundamentales de la física, de suposiciones sobre el comportamiento de las personas, de la demografía, el equilibrio de distribución Norte-Sur y la velocidad con que se implementarán las tecnologías limpias. El clima trata de los cambios lentos

en las propiedades estadísticas del tiempo en espacios temporales más largos, resultantes de modificaciones en los principales compuestos atmosféricos (gases de efecto invernadero). Por lo tanto, las proyecciones son factibles porque se basan en el entendimiento de la dinámica del clima, de sus principales componentes (p.ej. la biosfera y la humanidad), y de otras fuerzas principales como el vulcanismo. En cambio, el tiempo es caótico por naturaleza. Por lo tanto, los pronósticos del tiempo sólo pueden predecir las condiciones para los próximos días, tomando como punto de partida la actual situación del tiempo. Otro concepto erróneo es el pensar que un invierno frío desmiente el calentamiento global. Tomando en cuenta la alta variabilidad del tiempo, ésta puede ser analizada, por ejemplo, utilizando curvas de probabilidad de temperatura. La probabilidad de la ocurrencia de un evento extremo cada 100 años puede estimarse utilizando el uno por ciento de la curva en su extremo derecho o izquierdo (línea punteada en el Gráfico 4a). Cuantitativamente, se expresa por el tamaño del área bajo la curva. Como se muestra, el cambio climático está desplazando la curva de probabilidad de la temperatura hacia la derecha. Esto aumenta la probabilidad de eventos extremos de calor (área sombreada a la derecha) y disminuye la probabilidad de los eventos extremos de frío (área sombreada a la izquierda). En algunos casos, incluso esperamos que cambie la variabilidad, es decir, la forma misma de la curva (Gráfico 4b). Es así que los inviernos fríos todavía serán posibles en algunos casos, pero menos probables.

Gráfico 3: Sistema climático como "integrador" de la variabilidad atmosférica

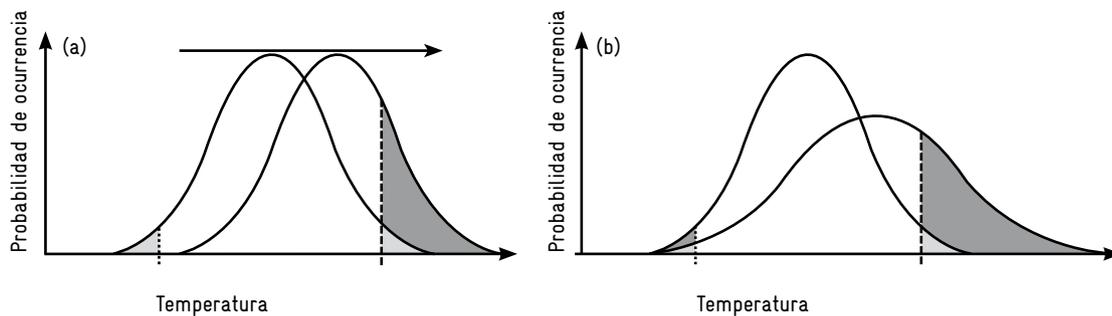
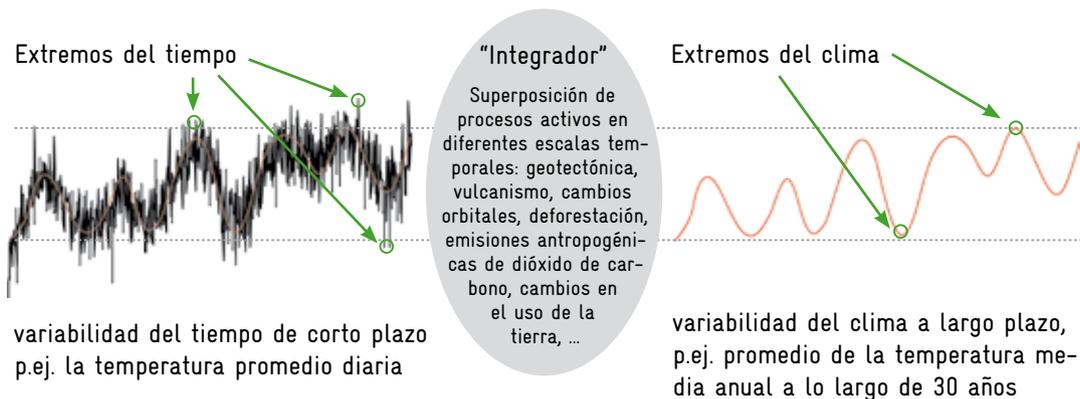


Gráfico 4: Desplazamiento de la variabilidad del clima durante el cambio climático



2 Generación de información sobre el cambio climático y el papel de la incertidumbre

El sistema climático de la Tierra

Las leyes de la física que determinan el comportamiento del sistema climático son bien conocidas y ampliamente comprendidas. El clima de la Tierra se debe a muchos factores, procesos e interacciones a escala global (véase el Gráfico 5). Entre los elementos principales están la biosfera, los océanos, el hielo oceánico y la nubosidad, y las maneras en que interactúan. Un fenómeno importante en la atmósfera terrestre es el ya conocido efecto invernadero. Este efecto natural es el responsable de las cómodas condiciones de vida que disfrutamos en la Tierra, con una temperatura media global de 15°C. Sin la atmósfera, la temperatura media sería aproximadamente 30°C más baja.

Hoy en día, los seres humanos se han convertido en un componente del sistema de la Tierra, impulsan y aceleran el calentamiento global a través de la liberación intensiva de GEI a la atmósfera. A su vez, el calentamiento lleva a mecanismos de retroalimentación, como

por ejemplo la liberación de más GEI como el metano, que anteriormente estaba atrapado en los suelos con permafrost (congelamiento permanente).

Existen otros factores de influencia aparte de los relacionados con los seres humanos. Ejemplos de este tipo incluyen las variaciones en la radiación solar y la actividad volcánica, así como las fluctuaciones en el eje de la Tierra y su órbita alrededor del sol. Éstos son eventos exógenos, en parte responsables por los cambios que han ocurrido entre los periodos glaciares e interglaciares. Estos fenómenos tienen lugar en lapsos mucho más largos (decenas de miles de años o más), y tienen que diferenciarse claramente del cambio climático inducido por los seres humanos. Este último puede prevenirse a través de las acciones apropiadas.

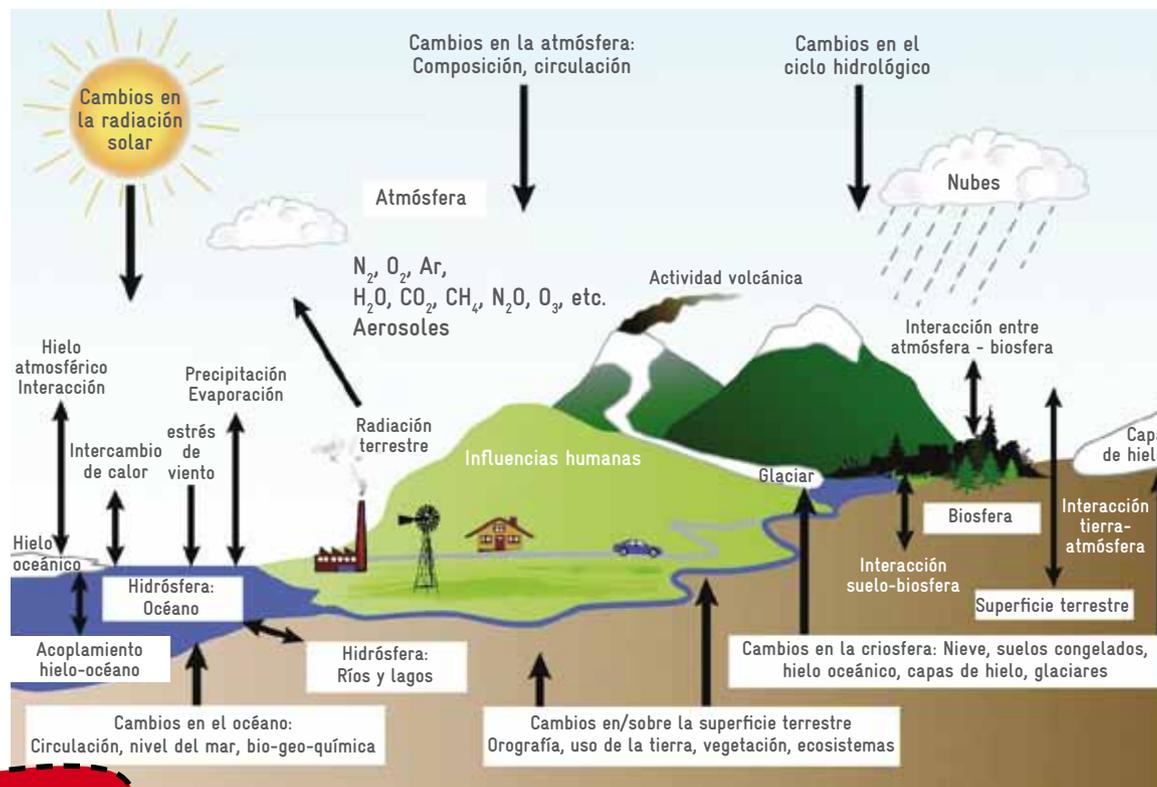


Gráfico 5:

Vista esquemática de los componentes del sistema climático, sus procesos e interacciones

Fuente: IPCC, 2007a

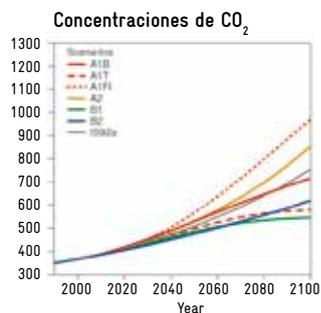
El enfoque científico para generar información sobre el clima futuro

El método científico para recabar información relevante sobre el cambio climático puede dividirse en los siguientes pasos: Los escenarios globales de emisiones (escenarios IE-EE³), basados en los llamados argumentos narrativos (storylines) para el desarrollo de la humanidad a lo largo de los próximos 100 años, describen cómo podrían evolucionar las emisiones de GEI en el futuro. Las trayectorias (pathways) de emisiones relacionadas se usan como base para las simulaciones utilizando modelos de circulación general (MCG)⁴, los cuales calculan la interrelación de los elementos del sistema de la Tierra y – por lo tanto – también las tendencias climáticas futuras. Los modelos climáticos regionales (MCR) se basan en los resultados de estos MCG y proyectan el clima con detalles geográficos más precisos. Los resultados de los MCG y de los MCR son escenarios de cambio climático (regionales), y no escenarios de emisiones. Indican, por ejemplo, cómo podrá cambiar la temperatura, la precipitación u otros parámetros climáticos en la zona de estudio. Los efectos de esta clase de escenarios climáticos sobre las sociedades y los ecosistemas se investigan con mayor profundidad en los estudios sobre el impacto climático. Estos estudios utilizan las evaluaciones de vulnerabilidad y los análisis de

las estrategias de adaptación con el propósito de ofrecer los conocimientos obtenidos a los actores involucrados. Los conocimientos históricos – por ejemplo experiencias procedentes de eventos históricos – pueden ser de gran valor para ello, tal como ayudan a entender los eventos extremos e identificar las medidas para adaptarse a la creciente frecuencia de estas ocurrencias en el futuro. Aparte de este enfoque científico de arriba hacia abajo, también se cuenta con conocimientos empíricos locales sobre la variabilidad climática y la adaptación. Este tipo de información es un complemento importante para el enfoque científico vertical. Para obtener una visión panorámica de este proceso, consúltese el Gráfico 6. Además, todos los pasos se describen en detalle más adelante.

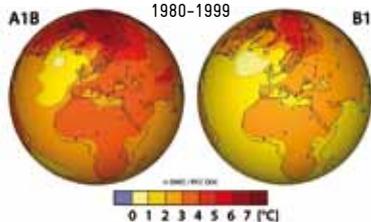
³ IE-EE: Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones del IPCC

⁴ A menudo se les conoce también como modelos climáticos globales.

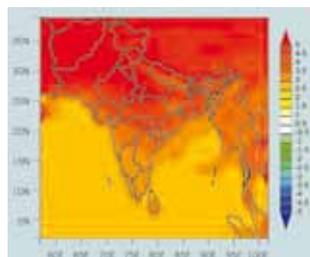


Escenarios de emisiones globales

Cambio de temperatura en el período 2080-2099, comparado con el período 1980-1999



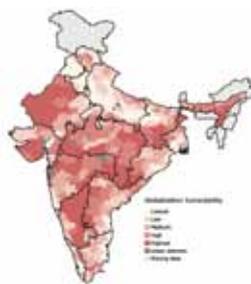
Modelos climáticos globales (23 en el IPCC)



Modelos climáticos regionales

Conocimientos provenientes de eventos históricos

Conocimientos y experiencias locales



Impacto, vulnerabilidad y análisis de adaptación

Fuentes: IPCC, DKRZ, DEFRA, O'Brien K. et al. (2004)

Gráfico 6:

Pasos para generar información climática futura

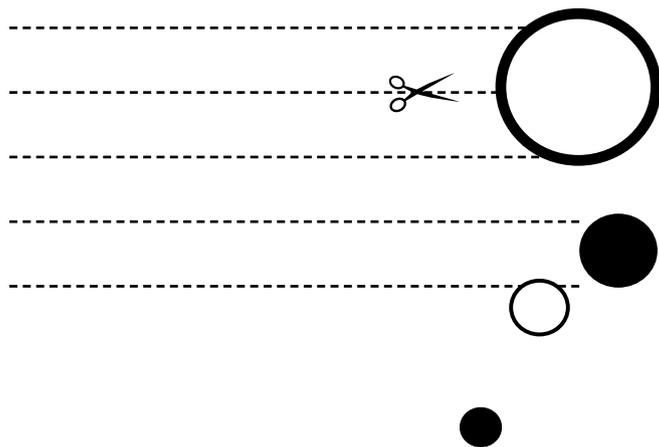
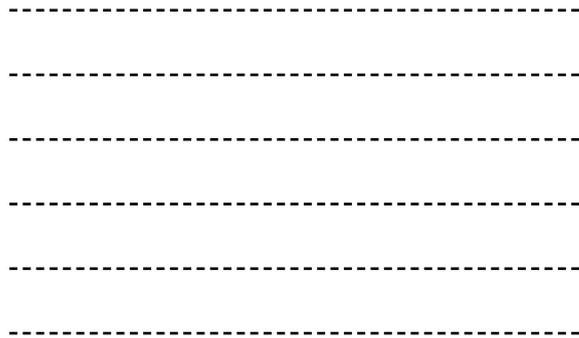
A) ESCENARIOS DE EMISIONES

Entre 1970 y 2004, las emisiones de GEI aumentaron de 28,7 a 49 giga-toneladas de CO₂(eq) por año – un incremento del 70 por ciento. ¿Continuará este rápido aumento en las próximas décadas? Las emisiones antropogénicas futuras serán determinadas por fuerzas impulsoras como el desarrollo demográfico y socioeconómico, y el cambio tecnológico. Una población global de 15 mil millones de personas; una economía basada principalmente en combustibles fósiles; un ajuste que hará que los niveles de ingresos sean semejantes a los de los países desarrollados para el año 2050: todos estos factores podrían hacer aumentar las emisiones de GEI. En cambio, una transformación a una economía baja en carbono, con 7 mil millones de personas e incrementos moderados en los ingresos estabilizaría las emisiones de GEI. Ambos escenarios son plausibles. Las emisiones de la humanidad en el futuro dependerán de las decisiones que se tomen hoy y en el futuro. Nadie puede predecir cuáles serán estas decisiones.

En otras palabras, estos escenarios de emisiones presentan visiones alternativas sobre cómo podría desarrollarse el futuro. Se agrupan en cuatro “familias”, cada una de las cuales contiene escenarios que son semejantes en algunos aspectos.

Cada modelo climático se basa en estos escenarios de emisiones, y por lo tanto se apoya en suposiciones específicas sobre futuras emisiones. Las emisiones proyectadas de CO₂ para cada uno de estos escenarios se muestran en el Gráfico 7.

En el Anexo 1 se proporciona una descripción más detallada de las suposiciones que subyacen a estos escenarios de emisiones.



Tasas constantes de crecimiento a 50 años, hasta 2050

A1FI: 2.4%

A1B: 1.7%

A2: 1.8%

B1: 1.1%

Observado

2000-2006: 3.3%

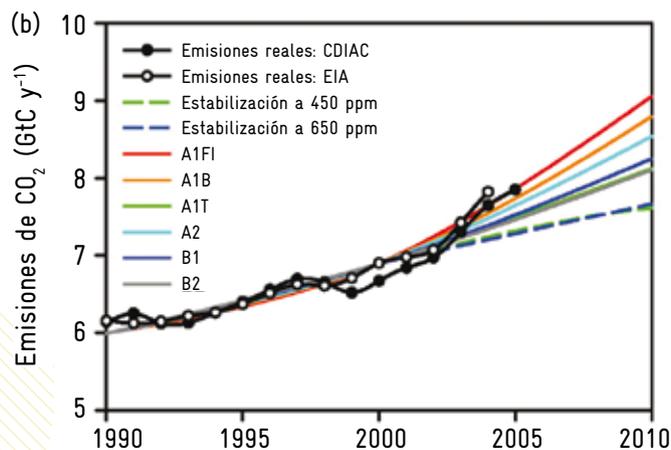
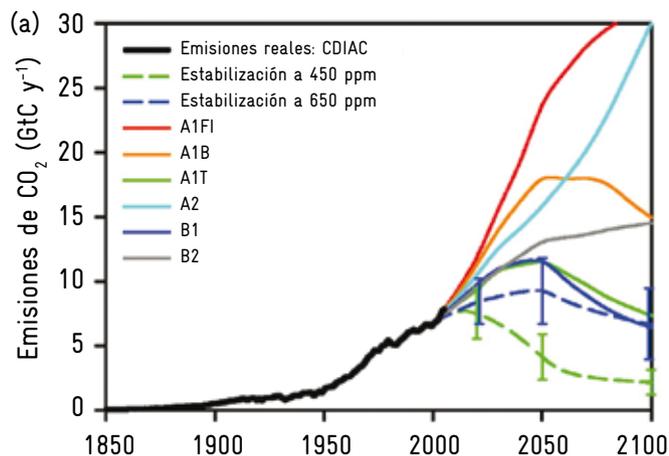


Gráfico 7:

Diferentes escenarios de emisiones del IPCC (IE-EE) y las emisiones resultantes de CO₂ (líneas de colores) hasta el año 2100 (A) y hasta el año 2010 (B). Las líneas negras representan las emisiones reales y muestran que – dependiendo de la fuente de datos – las de los últimos años se situaron en el límite superior o incluso por encima de los escenarios de emisiones del “peor de los casos”.

Fuente: Raupach et al. (2007)

B) MODELOS CLIMÁTICOS GLOBALES

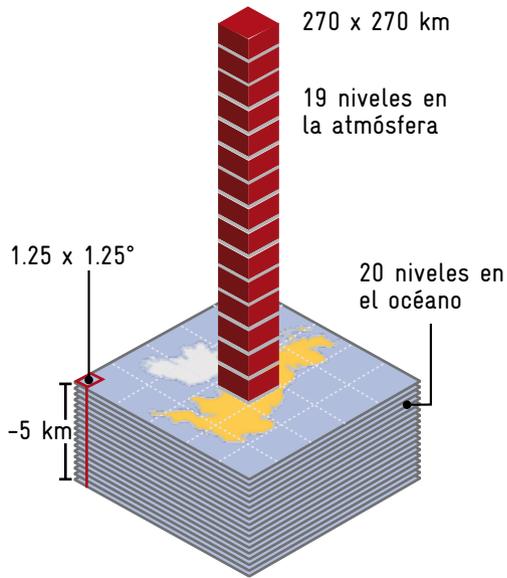
Los modelos de circulación general atmósfera – océano, que se conocen como modelos de circulación general (MCG) o a menudo también como modelos climáticos globales, son modelos computarizados que dividen la Tierra en una cuadrícula de celdas horizontales y verticales. Cada una de las celdas representa un estado climático particular para un período específico, tomando como base un conjunto de ecuaciones. Se requieren computadoras de gran capacidad para calcular las ecuaciones matemáticas para cada celda, las cuales describen los principales componentes del sistema climático y sus interacciones a lo largo del tiempo. Las longitudes de los bordes de las celdas en la cuadrícula varían entre aproximadamente 100 y 200 km, y se dividen de manera vertical en varios niveles que cubren tanto el océano como la atmósfera (véase el Gráfico 8). El nivel de resolución es limitado, no por falta de conocimientos científicos sino por falta de una potencia de computación apropiada. Dado que las nuevas supercomputadoras se hacen cada vez más potentes (han aumentado su potencia en un factor de un millón a lo largo de tres décadas desde los años 70), se espera que la resolución de los MCG mejore en el futuro. Los MCG actuales ya se consideran los modelos computarizados más complejos e integrales jamás desarrollados ⁵.

Para los últimos informes de evaluación del IPCC se tomaron en cuenta 23 modelos. Éstos varían de acuerdo a la acentuación de los procesos físicos representados y en términos de resolución de la cuadrícula. Los resultados de todos los modelos son en general consistentes, lo que incrementó enormemente su aparente confiabilidad, tal como queda demostrado en el último informe del IPCC (2007).

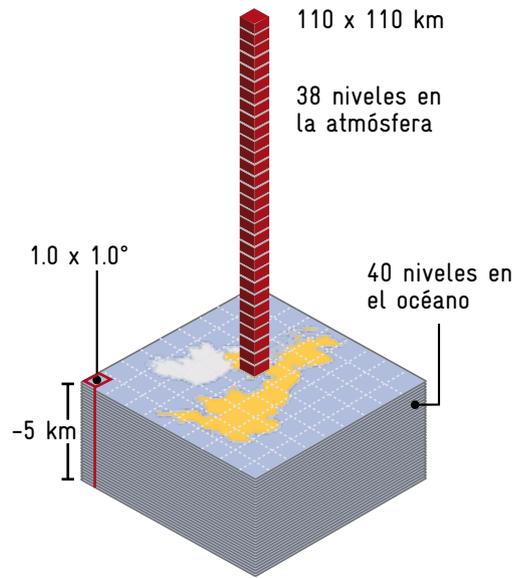
⁵ Para mayor información sobre estos modelos computarizados y sus resultados, recomendamos consultar un video producido por científicos japoneses: <http://www.team-6.jp/cc-sim/english/>

Gráfico 8: Progresión de los modelos climáticos

Años 1990



Hoy



Fuente: Hadley Centre

Parte I

Antecedentes



2

Generación

C) MODELOS CLIMÁTICOS REGIONALES

Los modelos globales producen a menudo resultados que no son adecuados para su uso en evaluaciones locales. Los climas locales están significativamente influenciados por características locales y de procesos, tales como las montañas, los bosques o lagos, el efecto isla de calor de las grandes ciudades, etc. Estas particularidades no están representadas en detalle en los modelos climáticos globales debido a la baja resolución. Por ejemplo, en un MCG las grandes cadenas de montañas como los Alpes o los Andes están cubiertas por sólo unas cuantas celdas de la cuadrícula. No es posible reproducir las diferencias más localizadas entre regiones de mayor o menor altitud, por ejemplo las condiciones climáticas específicas en los valles. Por esta razón se han desarrollado los modelos climáticos regionales (MCR). Su resolución varía entre 10 y 50 km (véase el Gráfico 9) o depende de la distribución de estaciones meteorológicas en el área bajo observación. Existen dos tipos principales de modelos climáticos regionales: estadísticos y dinámicos⁶. El primero analiza los datos empíricos de estaciones meteorológicas y extrapola los resultados hacia el futuro, tomando como referencia las tendencias climáticas de los MCG. Su ventaja es la base parcial de cono-

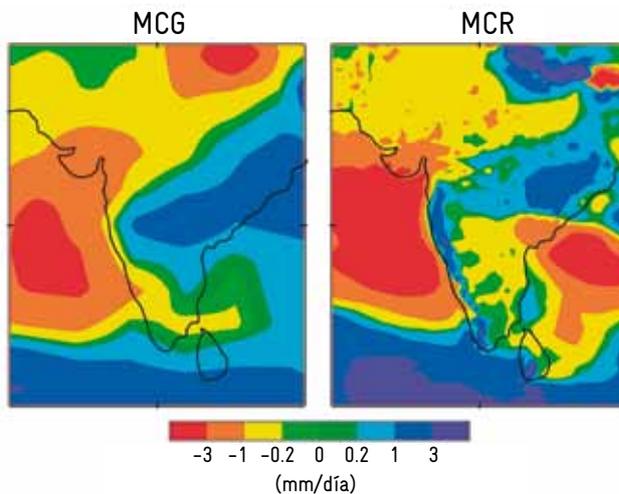
cimientos climáticos locales empíricos. En este sentido, constituye una desventaja que en los países en desarrollo a menudo se carezca de datos climáticos empíricos debido a la falta de cobertura para la observación (véase el Gráfico 10). Por tal motivo, se suelen aplicar modelos dinámicos (p.ej. PRECIS, CCLM, REMO), que funcionan de manera similar a los MCG. Están incluidos en los MCG de escala más grande, lo cual significa que usan los resultados de los MCG para calcular la evolución potencial del clima para una región determinada. El tiempo de simulación que se requiere para los modelos regionales puede ser más largo que para los MCG, debido a los procesos adicionales que se presentan en mayor detalle. El Anexo 5 incluye una lista de los MCR más conocidos.

⁶ Para una descripción detallada de los métodos, véase el manual de PRECIS, pág. 14:
http://precis.metoffice.com/docs/PRECIS_Handbook.pdf



Gráfico 9:

Comparaciones entre MCG
y MCR



Fuente: Hadley Centre 2004, PRECIS Handbook, pág. 18.

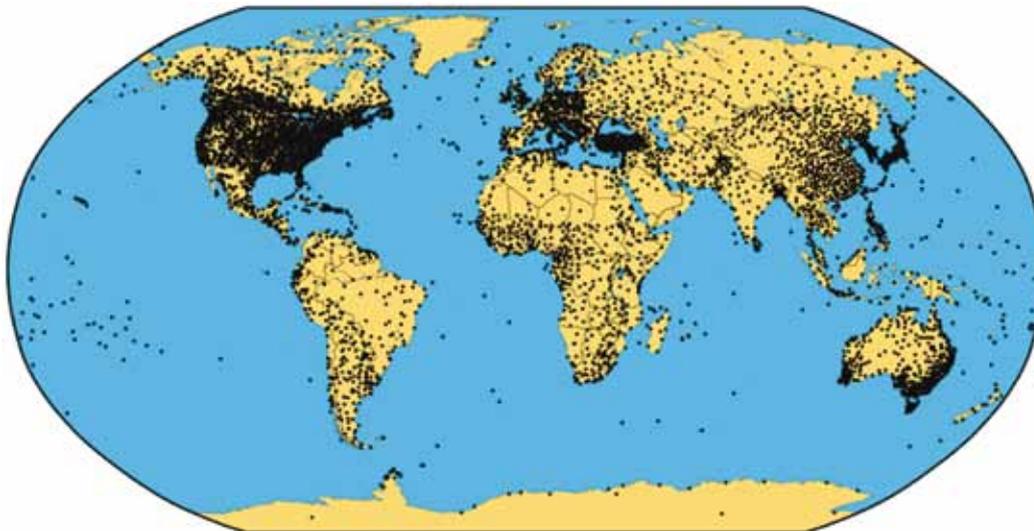


Gráfico 10: Cobertura mensual típica de observaciones meteorológicas.

Fuente: NOAA

D) EVALUACIÓN DEL IMPACTO, LA VULNERABILIDAD Y LA ADAPTACIÓN

¿Qué significa un aumento de la temperatura de 2 o 3°C, una disminución de la precipitación de un 30 por ciento o una subida del nivel del mar de 50 centímetros? Los datos derivados de los MCG y MCR deben ser colocados en el contexto de los procesos físicos, socioeconómicos y ecológicos, y se deben deducir las consecuencias potenciales de un clima cambiante para que los tomadores de decisión reciban la información relevante. Existe una variedad de distintas metodologías disponibles para ello, cuyo éxito y calidad deberían juzgarse en términos de sus capacidades de comparación, transferencia y transparencia. La Tabla 1 ofrece una visión panorámica de los principales enfoques (impacto, vulnerabilidad, adaptación y evaluaciones integradas). Es difícil establecer diferencias claras entre los enfoques. Las evaluaciones de vulnerabilidad juegan un papel importante en la identificación de potenciales áreas de riesgo para los impactos del cambio climático, tanto sectoriales como regionales. El internet proporciona una lista no exhaustiva de metodologías científicas (las cuales, en la mayoría de los casos, requieren conocimientos y experiencia técnica)⁷.

A menudo, el cambio climático no es el único impulsor del cambio, y por tanto algunas de las evaluaciones más sofisticadas de impacto, vulnerabilidad y adaptación también incluyen escenarios futuros socioeconómicos,

tecnológicos, y escenarios futuros del uso de la tierra en un enfoque integrado. El nivel de detalle de estos escenarios es muy variable, y va desde los estudios cortos hasta las investigaciones científicas intensas y duraderas, incluyendo procesos participativos con diferentes actores. Por lo tanto, los costos de realizar estas evaluaciones también pueden variar significativamente (véase también Parte II). Los Gráficos 11 a y b ofrecen un ejemplo de un análisis de impacto global.

⁷ http://unfccc.int/adaptation/nairobi_workprogramme/compendium_on_methods_tools/items/2674.php

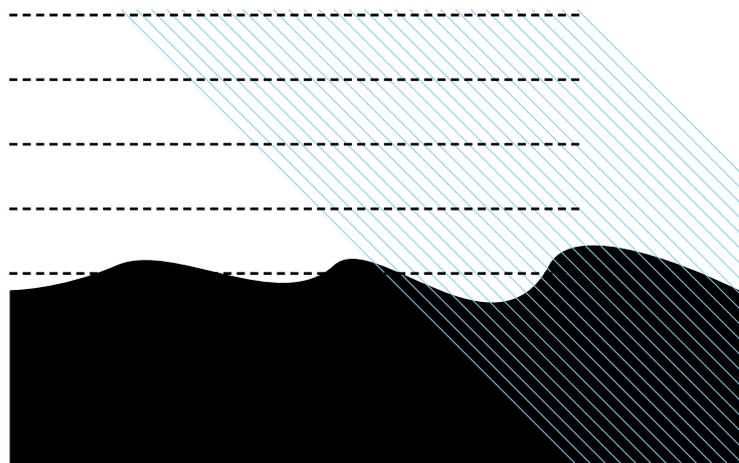


Tabla 1:

Diferentes enfoques de las evaluaciones de impacto, vulnerabilidad y adaptación en relación con el cambio climático

E n f o q u e s				
	Impacto	Vulnerabilidad	Adaptación	Integrado
Objetivos científicos	Impactos y riesgos del clima futuro	Procesos que afectan la vulnerabilidad frente al cambio climático	Procesos que afectan la adaptación y la capacidad de adaptación	Interacciones y retroalimentación entre múltiples impulsores e impactos
Metas prácticas	Acciones para reducir riesgos	Acciones para reducir la vulnerabilidad	Acciones para mejorar la adaptación	Opciones y costos de la política global
Métodos de investigación	<p>Enfoque estándar</p> <p>Métodos “impulsores-presión-estado-impacto-respuesta”</p> <p>Evaluaciones basadas en peligros</p>	<p>Indicadores y perfiles de vulnerabilidad</p> <p>Riesgos climáticos pasados y presentes</p> <p>Análisis de medios de vida</p> <p>Métodos basados en agentes</p> <p>Percepción del riesgo, incluyendo límites críticos</p> <p>Desempeño de la política de desarrollo/sostenibilidad</p> <p>Relación entre la capacidad de adaptación y el desarrollo sostenible</p>		<p>Modelación de evaluaciones integradas</p> <p>Interacciones intersectoriales</p> <p>Integración del clima con otros impulsores</p> <p>Discusiones con los actores involucrados, vinculando modelos de diferente tipo y escala</p> <p>Combinación de los enfoques y métodos de evaluación</p>

Fuente: Adaptado del IPCC (2007b)

E) CONOCIMIENTO DE EVENTOS HISTÓRICOS

En algunos casos, los eventos históricos pueden ofrecer una imagen clara de los impactos del cambio climático. Un ejemplo notable es la ola de calor en Europa del 2003. Este evento extremo causó la muerte de por lo menos 30 000 personas, en su mayoría ancianos. Al comparar esto con las proyecciones climáticas, vemos que un fenómeno como éste podría convertirse en un

evento normal hacia 2040, incluso podría ser considerado como frío para fines del siglo (véase el Gráfico 12). Por lo tanto, es posible sacar mucho provecho de estos conocimientos al planificar la adaptación a las condiciones futuras⁸.

⁸ Véase también: IPCC, WGII, pág. 146. Y sobre el calor veraniego, un artículo en Science: http://liis-db.stanford.edu/pubs/22374/battisti_naylor_2009.pdf

Gráfico 11a: Espiral de degradación y pobreza (1999)

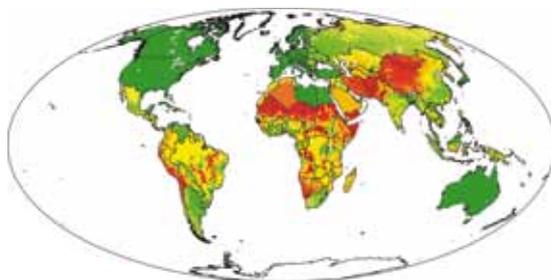
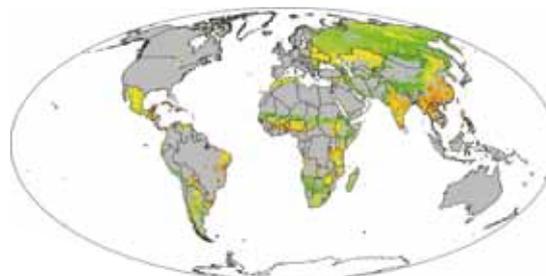


Gráfico 11b: Agravamiento del mecanismo a través del cambio climático



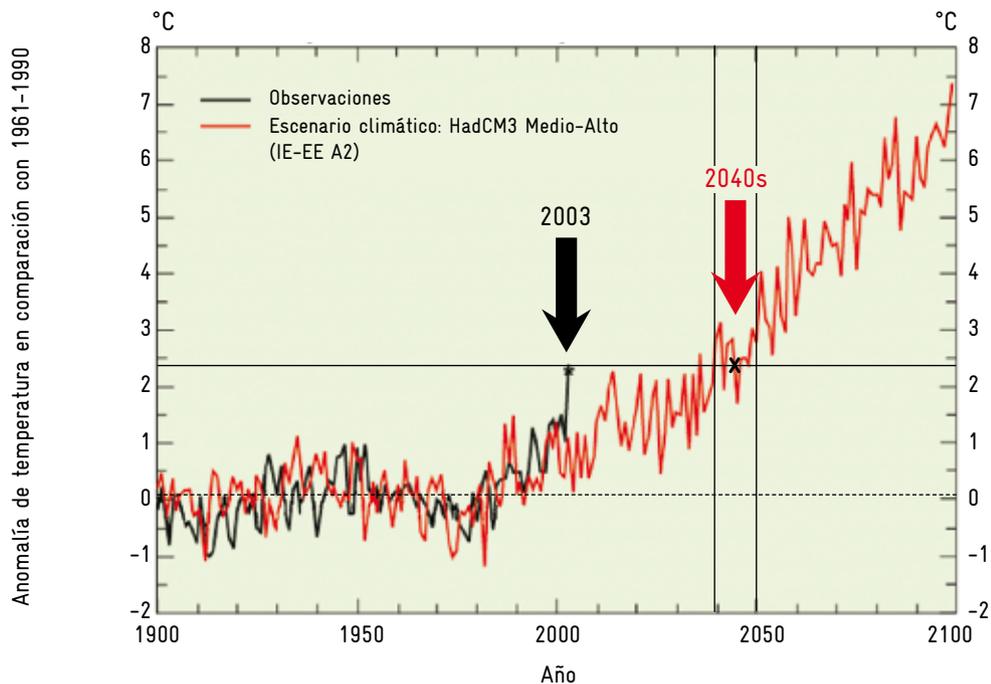
El Gráfico 11a muestra una evaluación global de la llamada espiral de degradación y pobreza. Describe una situación en la que los agricultores de subsistencia en tierras marginales pueden expandir o intensificar sus prácticas agrícolas para combatir la pobreza. Si no tienen éxito, pueden causar una mayor erosión del suelo, lo cual lleva a una espiral descendente. El mapa muestra regiones que están predispuestas a sufrir este problema (1999). El Gráfico 11b muestra las regiones en las que esta situación está agravada como resultado del cambio climático.

Fuente: PIK/Lüdeke et al. (1999)

Gráfico 12:

Temperaturas del verano europeo 1900-2100:

Comparación de un escenario climático y de la señal climática de la ola de calor en Europa del 2003



Anomalías de temperatura de junio a agosto (relativas al promedio 1961-1990, en °C) en diferentes partes de Europa. Se muestran las temperaturas observadas (línea negra) y las temperaturas modeladas a partir de simulaciones HadCM3 (línea roja). La temperatura observada en 2003 se representa con un asterisco. El gráfico muestra que un evento como la ola de calor del verano 2003 en Europa será algo común en la década de 2040.

Fuente: Stott et al. (2004)

F) CONOCIMIENTO CLIMÁTICO LOCAL (NO EXPERTO)

Una fuente de información importante, que muchas veces se rechaza, es el conocimiento que poseen las poblaciones locales. A nivel mundial, durante un milenio la humanidad ha enfrentado fenómenos extremos del tiempo y condiciones climáticas cambiantes. Aunque este conocimiento es poco abundante y – en algunos casos – extremadamente subjetivo, puede resultar muy informativo. Por un lado tiene la ventaja de ser específico a las condiciones locales y regionales, y por otro, es de naturaleza integral. Puede variar desde parámetros específicos del tiempo hasta vulnerabilidades locales y estrategias de adaptación. Además, puede ayudar a evaluar la plausibilidad de los hallazgos científicos; apoya el aprendizaje y ofrece recomendaciones para la acción adecuada.

Incertidumbre y evaluación del riesgo

Es mejor estar vagamente en lo cierto que estar precisamente equivocado (Karl Popper)

La ciencia no ofrece pronósticos exactos o ciertos del futuro clima y nunca podrá hacerlo. Pero sería un error concluir que a consecuencia no se puede emprender

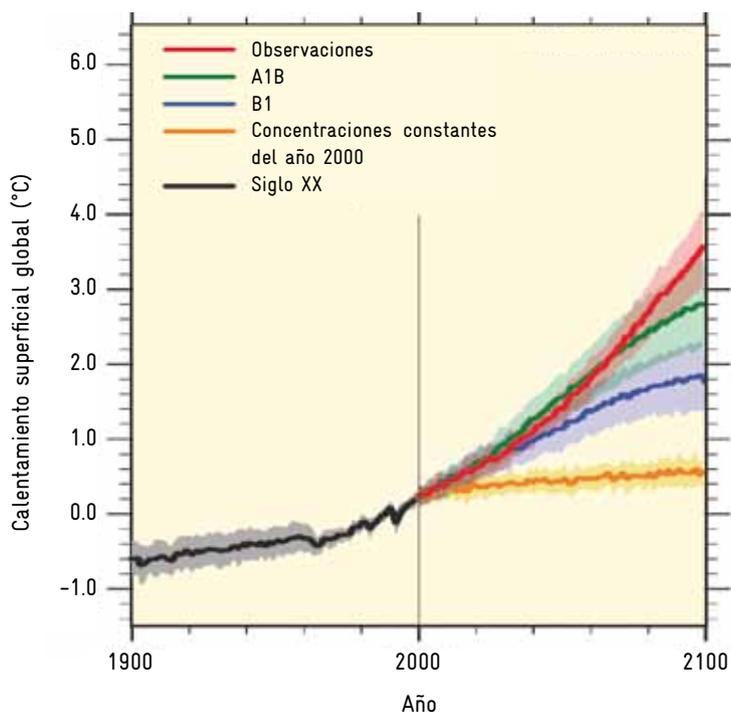
ninguna acción de adaptación. La incertidumbre no es lo mismo que la ignorancia; algo a lo que deben enfrentarse muchos tomadores de decisión – y no sólo en el ámbito del cambio climático. Las empresas deben tomar decisiones estratégicas a pesar de los altos niveles de incertidumbre sobre los mercados del futuro. Los políticos promulgan nuevas leyes sin saber exactamente qué efectos tendrán. En nuestra vida cotidiana tomamos muchas decisiones sin contar con suficiente información validada. En qué preferiríamos creer: ¿La proyección de clima de los próximos 50 años hecha por un científico, o el pronóstico de un economista sobre la bolsa de valores para los próximos cinco años? En última instancia, la responsabilidad de los tomadores de decisión está en evaluar la incertidumbre, juzgando su magnitud y averiguando sus orígenes. La investigación del clima simplemente proporciona toda la información relevante.

El desafío que enfrentan los profesionales de la adaptación consiste en manejar la incertidumbre, ¡no tanto en superarla!

Existen diversas causas para la incertidumbre a cerca de la información sobre el cambio climático. La mayor de todas ellas está en el hecho de que no podemos predecir el nivel futuro de las emisiones de GEI. Hay una variedad amplia de posibles escenarios futuros de emisiones. Los científicos toman en cuenta este hecho utilizando diferentes escenarios de emisiones (tal como se describe anteriormente en el Capítulo 3.2.1). Al comparar los

Gráfico 13:

Promedios globales multi-modelo para el calentamiento superficial (relativos a 1980-1999)



Rango de posibilidad: Ilustra la incertidumbre para cada uno de los modelos del IPCC (las áreas coloreadas) y la incertidumbre para el comportamiento de la humanidad (margen de escenarios de emisiones).

Calentamiento superficial global para los tres escenarios - A2, A1B y B1 - y concentraciones constantes para el año 2000. El sombreado denota el margen de más o menos una desviación estándar de los promedios anuales para los modelos individuales.

Fuente: IPCC (2007a)

resultados de los modelos climáticos para los distintos escenarios de emisiones, es posible ver el margen de posibilidad para los futuros desarrollos climáticos. El Gráfico 13 muestra el margen del nivel global.

Tal como se aprecia por el sombreado en torno a las líneas, los modelos climáticos individuales también contienen incertidumbres. Cada modelo es solamente una aproximación a la realidad, ya que la complejidad de todo el sistema de la Tierra imposibilita un análisis completo, pues consumiría demasiado tiempo. Aun así, los modelos climáticos mejoran constantemente. Mientras que los primeros MCG sólo analizaban la atmósfera, los últimos incorporan todos los componentes principales, como la superficie terrestre, los océanos, el hielo oceánico, los aerosoles y el ciclo del carbono. Si bien ya se conocen las leyes de la física que subyacen a la mayoría de estos componentes, algunos elementos del sistema climático –como las nubes o los monzones– siguen siendo difíciles de modelar. Es importante tomar en cuenta el hecho de que las incertidumbres difieren en relación con las regiones y los estímulos climáticos. Comparar los modelos es una de las maneras de manejar este tipo de incertidumbres, y constituye una buena base para la evaluación del riesgo. Esto se muestra en el Gráfico 14.

Los colores del diagrama representan cambios promedio en temperatura, precipitación y presión atmosférica para verano (arriba) e invierno (abajo). Las áreas punteadas son importantes, porque identifican las regiones

donde casi todos los modelos producen resultados similares (promedio de todos los modelos). Se puede ver que:

- Para algunas variables climáticas (p.ej. la temperatura), los modelos suelen coincidir sobre la dirección del cambio y su magnitud para la mayoría de las partes del mundo (áreas punteadas).
- Para otras variables climáticas existe menos certeza (áreas no punteadas). Sin embargo, el área coloreada da una indicación de la dirección esperada del cambio.

En cuanto a las evaluaciones de impacto, vulnerabilidad y adaptación, el juzgar los efectos que el cambio climático tendrá sobre los sistemas socioeconómicos y ecológicos es una tarea compleja. Otros impulsores del cambio, tales como la sobrepoblación, la migración, la sobreexplotación de los recursos y el desarrollo económico, también juegan un rol importante, con lo cual se crea otra fuente de incertidumbre. Un ejemplo reconocido del modo en que es posible evaluar estas redes complejas de interrelaciones es el llamado “concepto del síndrome” (Schellnhuber et al. 1997), que trata de evaluar patrones de cambio global en distintas escalas⁹.

⁹ Véase: http://www.wbgu.de/wbgu_syndromkonzept_en.html

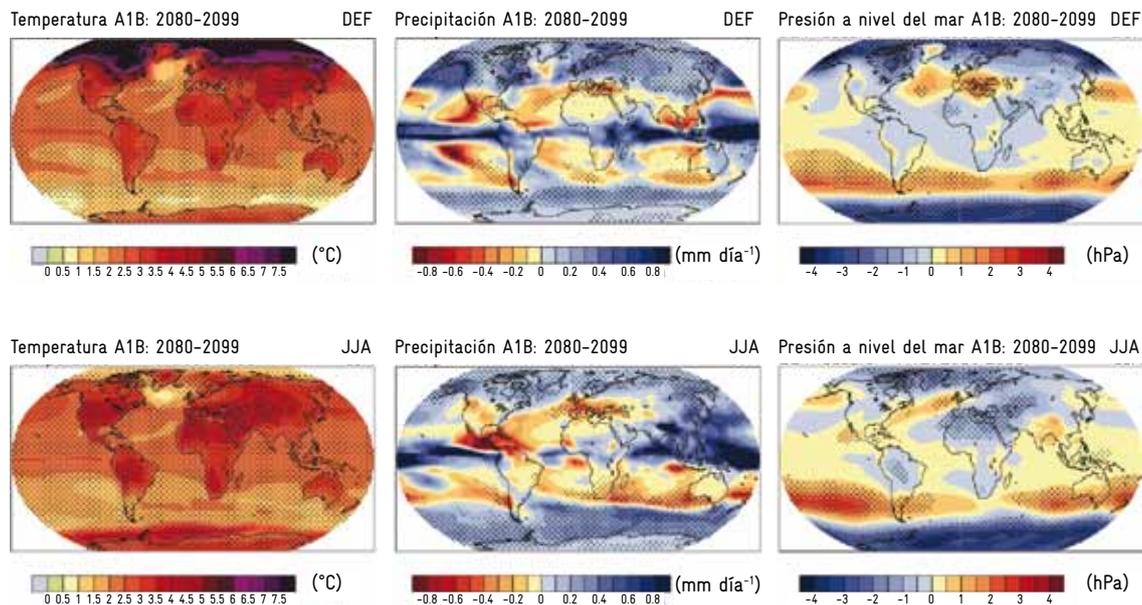


Gráfico 14:

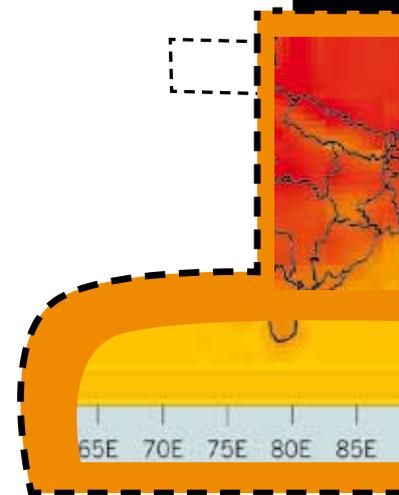
Cambios promedio multi-modelo de temperatura, precipitación y presión atmosférica para un escenario de emisiones A1B.

El mapa arriba muestra el invierno boreal (DEF = diciembre, enero, febrero), el mapa inferior muestra el verano boreal (JJA = junio, julio, agosto).

Fuente: IPCC (2007a)

Parte II

Pasos prácticos



Mientras que en la Parte I se presentaron los antecedentes generales en torno a los conceptos básicos, la ciencia del cambio climático y sus métodos, la Parte II ofrece información práctica para servirle de guía en las siguientes actividades:

- **Acceso** a la información sobre el cambio climático
- **Interpretación** de la información sobre el cambio climático y el manejo de la incertidumbre
- **Difusión** de la información sobre el cambio climático

Los diversos anexos a este manual complementan los subcapítulos de esta parte.

1 Acceso a la información sobre el cambio climático

Existen distintos modos de recopilar información sobre el cambio climático, que se agrupan aquí en tres enfoques. Éstos deberían considerarse complementarios, pues difieren principalmente a nivel de los detalles, la participación de expertos y los costos relacionados. Para cada enfoque se proporciona un breve resumen de las fortalezas y debilidades.

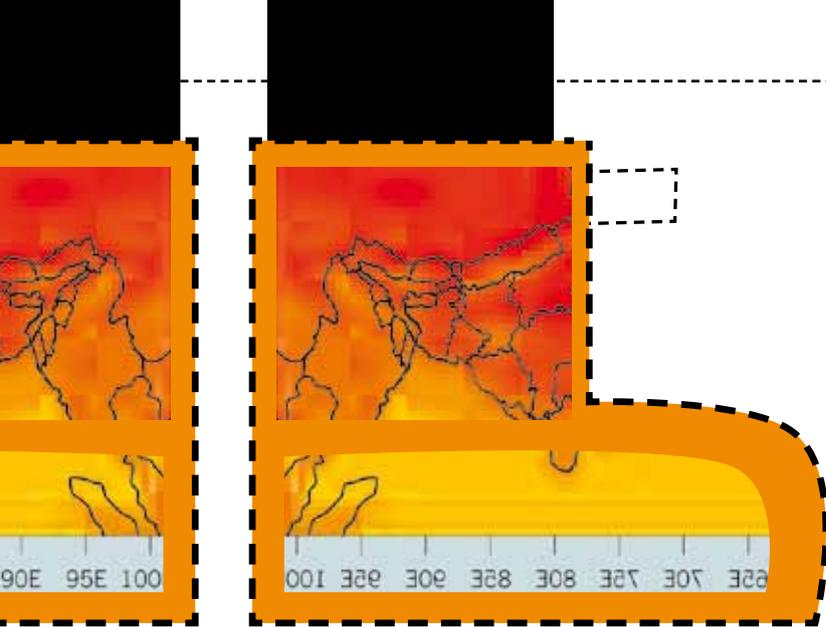


Tabla 2:

Estímulos climáticos más importantes

- aumento de temperatura (incluyendo cambios estacionales)
- tormentas más intensas y frecuentes
- aumento del nivel del mar
- más olas de calor
- más períodos de frío
- más sequías
- más inundaciones y más inundaciones extremas
- más lluvias extremas (incluyendo cambios estacionales)
- cambios en la disponibilidad anual o estacional de agua
- derretimiento acelerado de los glaciares
- derretimiento del permafrost

Parte II

Pasos prácticos

1

Acceso



Evaluación rápida de la bibliografía disponible

En lugar de generar su propia información sobre el cambio climático, intente hallar material ya existente en Internet u obténgalo de personas o instituciones de referencia. Los pasos que se requiere para ello son los siguientes:

1. **Defina sus áreas de interés geográfico, temporal o sectorial**

Como el material bibliográfico sobre el cambio climático es abrumador (el último informe del IPCC consta de cuatro volúmenes con unas 3.000 páginas), su búsqueda debería delimitarse lo más posible.

2. **Investigue los catálogos bibliográficos y las bases de datos en Internet; filtre la información para extraer los datos que necesita.**

El Anexo 2 proporciona una lista de enlaces (links) a fuentes de información on-line con los respectivos comentarios. La Tabla 2 ofrece una lista de los estímulos

importantes para el cambio climático. Para una visión panorámica general de los impactos del cambio climático que podrían resultar relevantes para su región, consulte el Anexo 3.

3. **Consulte a expertos**

La mayoría de los países cuentan con funcionarios de gobierno, científicos y consultores que trabajan en temas de cambio climático. El Anexo 4 contiene una lista de potenciales instituciones y fuentes nacionales de información que usted debería contactar para obtener mayor información.

4. **Consolide los datos de manera clara y transparente**

Disponga la información recopilada de una manera comprensible y transparente para otras personas. La Tabla 3 sugiere un formato posible para esta compilación.

Tabla 3: Posible formato para compilar información sobre el cambio climático

Estímulo climático	Observaciones	Impactos	Fuentes
Temperatura	Aumento de 1,8°C entre 1940 y 2003	Observación de primeros desplazamientos de los ecosistemas (p.ej. ...)	IPCC 2007 pág XXX; ..
	

Estímulo climático	Proyecciones	Impactos (directos = físicos, indirectos = socio-económicos)	Fuentes
Precipitación	Disminución del 20% hacia 2050	Desertificación => pérdidas en producción de alimentos	XXX et al., 2005; ..
	

Evaluación rápida de la bibliografía disponible	
Fortalezas	Debilidades
bueno para obtener una visión panorámica inicial	posible falta de credibilidad para los tomadores de decisión
barato y rápido	posiblemente no responda a sus preguntas
no se requieren expertos	calidad desconocida

Parte II

Pasos prácticos

1

Acceso



Utilizando herramientas de análisis de datos on-line

Actualmente se están desarrollando diferentes herramientas virtuales encaminadas a ayudar a los tomadores de decisión en el análisis de los datos sobre el cambio climático.

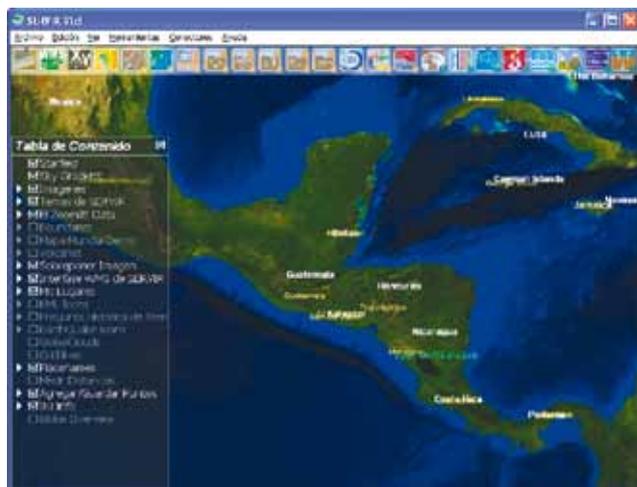
S E R V I R

SERVIR es un sistema regional de visualización y monitoreo para América Central y África, que integra datos satelitales y otra información geo-espacial para mejorar el conocimiento científico y la toma de decisiones de los gestores, investigadores, estudiantes y el público en general. SERVIR trata las nueve áreas de beneficios del Sistema Global de Observación de la Tierra (GEOSS): desastres, ecosistemas, biodiversidad, tiempo, agua, clima, océanos, salud, agricultura y energía. Aquí bajo “clima” se entienden no sólo las condiciones actuales del tiempo sino también las proyecciones. Para mayor información: <http://www.servir.net>

C l i m a t e C h a n g e E x p l o r e r

El Climate Change Explorer (Explorador del Cambio Climático) ofrece a los usuarios un fundamento analítico para explorar las variables del clima relevantes para sus decisiones particulares de adaptación. El enfoque establece nexos entre la comprensión de la vulnerabilidad, el monitoreo, la proyección de peligros climáticos y la planificación de procesos de adaptación, y se basa en varios supuestos clave relacionados con la interpretación de la ciencia climática. El Climate Change Explorer (CCE) es un programa que ofrece una interfaz para descargar, administrar y visualizar contenidos sobre distintos modelos. Deberá solicitar una contraseña por separado para descargar una versión de esta herramienta. Para mayor información: <http://wikiadapt.org/>

Gráfico 15: Climate Change Explorer (CCE), desarrollado por SEI, CSAG y AWHERE



SERVIR

Desarrollado por un consorcio que incluye a las siguientes instituciones: NASA, CATHALAC, USAID, CCAD, Banco Mundial, Nature Conservancy, PNUD-ROLAC e IAGT.

Parte II

Pasos prácticos

1

Acceso

Portal del Cambio Climático del Banco Mundial

El Portal del cambio climático del Banco Mundial aspira a ofrecer a la comunidad de desarrollo datos rápidos y de fácil acceso sobre el clima global y temas relacionados. El sitio web está basado en la plataforma de Google Maps y permite a los usuarios acceder a datos tales como los resultados de los modelos climáticos, observaciones históricas sobre el clima, datos sobre desastres naturales, proyecciones sobre el rendimiento de las cosechas e información socioeconómica sobre cualquier punto del planeta. El sitio web incluye una herramienta de visualización de mapas (webGIS) que muestra las variables climáticas, así como enlaces a las bases de datos del Banco Mundial y a una base de conocimientos con referencias espaciales. Para mayor información: <http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>

Climate Impacts: Global and Regional Adaptation Support Platform (CI:grasp)

(Impactos Climáticos: Plataforma de Apoyo a la Adaptación Global y Regional)

Con financiamiento del Ministerio Federal Alemán de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU), el PIK y la GTZ están desarrollando una plataforma de apoyo para la adaptación global y regional. Se trata de una base de datos interactiva on-line con diferentes capas de información. Ofrecerá datos sobre los estímulos climáticos, los distintos impactos del cambio climático para distintas regiones y las opciones de adaptación existentes. Para mayor información: www.ci-grasp.org



Características del uso de herramientas de análisis de datos on-line				
Fortalezas	bueno para obtener una visión panorámica inicial	rápido	barato	no se requieren expertos
Debilidades	manejar la adaptación desde la computadora puede inducir errores	sólo ofrece puntos de vista aislados	se necesita una conexión rápida a Internet	ofrece apoyo analítico

Gráfico 16:

Portal del Cambio Climático (incluye la herramienta ADAPT)

Desarrollado por el Banco Mundial



Impactos Climáticos:
Plataforma de Apoyo
a la Adaptación Global
y Regional (CI-grasp)

Tres capas interactivas de
información: estímulos cli-
máticos, impactos & vulne-
rabilidades y
opciones & experiencias de
adaptación

desarrollado por
PIK y GTZ

Parte II

Pasos prácticos

1

Acceso



Evaluación integrada en base a conocimientos y experiencias sobre el cambio climático

Si usted no logra hallar la información necesaria sobre el cambio climático para sus requerimientos, tal vez desee considerar la opción de encargar su propia investigación “hecha a medida”. Para tal fin, quizás deba solicitar a una institución científica como el PIK que desarrolle un MCR para su región o aplique evaluaciones de impacto, vulnerabilidad y adaptación. Este tipo de investigaciones constituyen un área de trabajo de rápido desarrollo, donde un gran número de grupos de investigadores aplican muchos modelos distintos. Hasta ahora sólo se cuenta con una sinopsis preliminar de todo este trabajo¹⁰. La mayoría de estos esfuerzos se emprenden en el campo científico, y sólo unas cuantas empresas consultoras (internacionales) se han involucrado en el tema. Para identificar a dichas instituciones, consulte el Anexo 4 y contacte a los expertos del cambio climático en su país.

El costo de este tipo de evaluaciones puede variar mucho. Si ya existe un MCR para su región, las institucio-

¹⁰ http://unfccc.int/adaptation/nairobi_workprogramm/compendium_on_methods_tools/items/2674.php

nes científicas normalmente se lo proveerán en forma gratuita. Si es necesario desarrollar un modelo nuevo, esto puede tomar varios meses o incluso años, y los costos suelen alcanzar cifras en euros de cinco o seis dígitos. Gracias a varios proyectos de investigación, el número de MCR para países en desarrollo va en aumento. Podrá encontrar una selección de MCR más conocidos en el Anexo 5.

2 Interpretación

de la información sobre el cambio climático y manejo de la incertidumbre

La información sobre el cambio climático debe ser interpretada para cualquier contexto individual. Aquí presentamos algunos principios o reglas generales para ayudarle en esta tarea.

Reglas generales

- Como punto de partida, utilice información sobre la variabilidad histórica y los cambios del clima (en especial los eventos extremos), así como sobre experiencias de adaptación.

● La adaptación es un proceso de aprendizaje social e institucional. Congregue a distintos actores involucrados (instancias de decisión, científicos, desarrolladores de modelos, grupos objetivo, especialistas sectoriales, etc.) para discutir la información que se ha recogido sobre el cambio climático y sus implicaciones.

● Intente hallar diferentes escenarios regionales.

● Potencie la investigación sobre el impacto del cambio climático, a fin de incrementar la base de conocimientos.

● Compile la información relevante que usted ha logrado obtener y póngala a disposición de otras personas. Uno de los principales desafíos será el manejo de la incertidumbre. Para ello, pueden serle útiles las siguientes sugerencias:

Incertidumbre e interpretación de datos

● Distinga entre las incertidumbres relacionadas con modelos y las que se vinculan con los escenarios de emisiones (desconocido camino de desarrollo de la humanidad).

● No suponga que la incertidumbre significa que no habrá cambio. Una de las opciones más improbables es que nada cambie.

● En las proyecciones del cambio climático siempre habrá una incertidumbre inherente e imposible de resolver. Se requiere un cambio de paradigmas. Los tomadores de decisión deben manejar la incertidumbre, no superarla.

● Los niveles de incertidumbre divergen en relación con el área geográfica, el tiempo y las variables climáticas (p.ej. siempre habrá menos incertidumbre sobre la temperatura que sobre la precipitación). Trate de identificar tanto el origen de la informa-

Parte II

Pasos prácticos

2

Interpretación

ción sobre el cambio climático en su región (escenarios, modelos, evaluaciones de impacto), como el nivel de incertidumbre implícito.

● Algunos estudios científicos (incluidos los del IPCC) califican el nivel de confiabilidad de sus resultados y la probabilidad de su ocurrencia. Haga uso de esta información.¹¹

● En lugar de recurrir a un único modelo, trate de usar “rangos de posibilidad”.

● Asegúrese de evaluar la plausibilidad de toda la información “de arriba hacia abajo” que usted logre obtener y complémtela con información a nivel local, proveniente de expertos climáticos, otros expertos (sectoriales) y actores involucrados (información “de abajo hacia arriba”).

¹¹ <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-uncertainty-guidancenote.pdf>

----- Incertidumbre e identificación de medidas de adaptación -----

● Tenga en cuenta que la adaptación al cambio climático no es la única área de planificación afectada por la incertidumbre.

● Trate de identificar actividades de adaptación “sin arrepentimiento” o “poco arrepentimiento” (“no or low regret”). Lo ideal es una situación “ganar-ganar-ganar” en cuanto a la mitigación, adaptación y sostenibilidad.

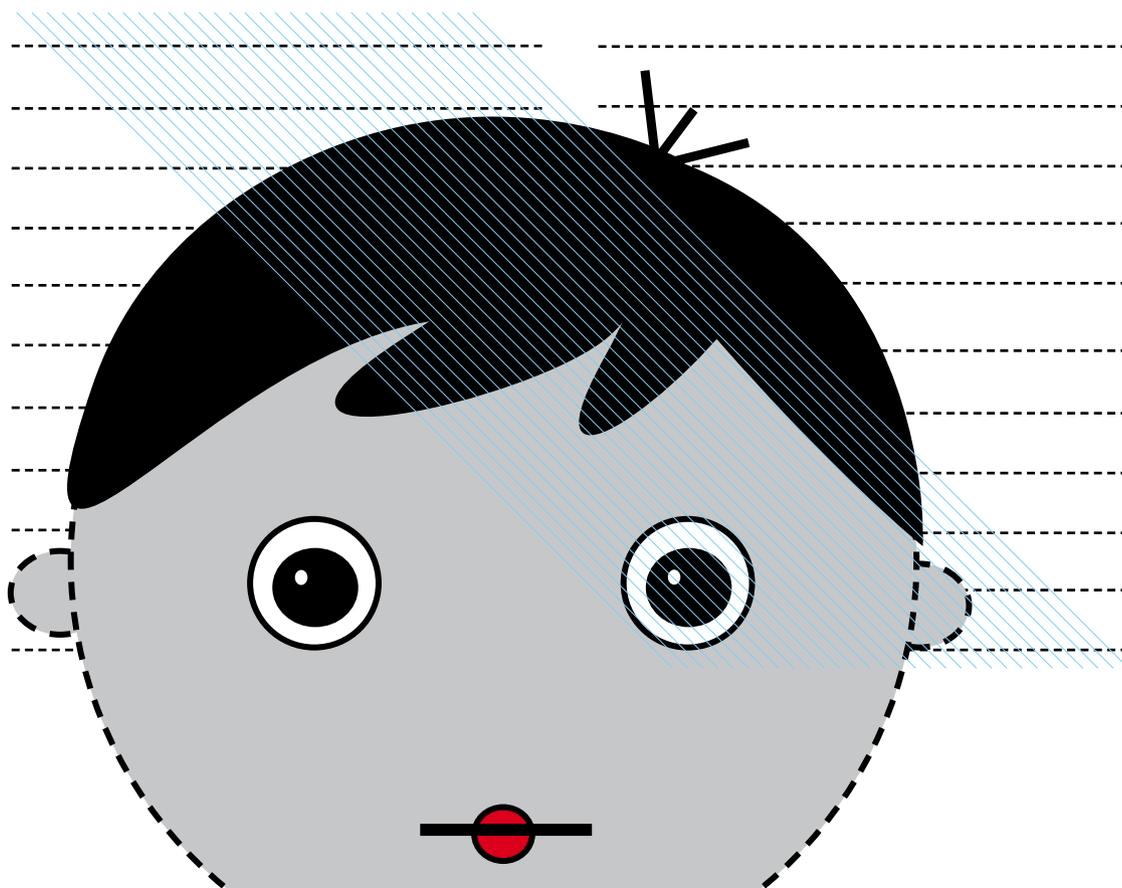
● Intente identificar opciones flexibles y reversibles.

● Si el nivel de incertidumbre en un área es bajo, concéntrese en impactos tangibles (p.ej. las medidas para contrarrestar el desbordamiento de un lago glaciar). Al afrontar una incertidumbre mayor, trate de incrementar las capacidades adaptativas (p.ej. una mayor eficiencia en el uso del agua durante una amenaza de posible sequía).

● Use analogías para identificar regiones con condiciones climáticas similares a las pronosticadas para su región o aprenda de eventos pasados en su región (véase 3.2.5).

● Trate de aplicar un “manejo adaptativo” – un proceso de aprendizaje iterativo (aprendiendo a administrar mientras se administra el aprendizaje). De este modo, usted mejorará continuamente su conocimiento sobre los impactos del cambio climático.

● Tome en cuenta la dimensión temporal de los impactos. ¿Cuándo se espera que ocurran los impactos? ¿Es necesario emprender alguna acción de inmediato?



Parte II

Pasos prácticos



2

Interpretación



3 Difusión de la información sobre el cambio climático

Al comunicar información sobre el cambio climático a otras personas, usted asume una gran responsabilidad. Si los tomadores de decisión basan sus decisiones de adaptación en información que usted ha proporcionado y que resulta ser errónea, no sólo estará afectando su credibilidad, sino que además usted sería la causa de una adaptación inadecuada o de malas inversiones.

Al discutir el cambio climático es fácil volverse alarmista. Después de todo, los tomadores de decisión podrían convencerse más fácilmente del peligro si uno exagera las cosas en lugar de plantear presentaciones diferenciadas. Evite caer en esta trampa. Obviamente, la información que usted proporciona depende mucho del receptor: si se trata de abordar a una persona clave en las decisiones a tomar con apenas 10 minutos de tiempo, es lógico que elija una estrategia distinta a que si le toca dirigirse a actores involucrados en un taller de una jornada completa. Aun así, hay ciertas reglas que usted debería tomar en cuenta cuando comunica información sobre el cambio climático a otras personas:

- Evite el alarmismo: base sus afirmaciones en conclusiones científicas sólidas.

- Subraye la importancia de interpretar el cambio climático y a la vez manejar la incertidumbre: use “rangos de posibilidad” (diversos futuros plausibles y razonables: ésta es la lección más importante que todo tomador de decisión debe aprender).

- Ofrezca información general sobre la ciencia básica del cambio climático, a fin de ayudar a los tomadores de decisión a interpretar la información (tal como se presenta en la Parte I).

- Sea transparente y preciso (y cuando discuta una incertidumbre, ponga en claro cuáles son las principales fuentes de la misma: ¡los escenarios de emisiones más que los modelos!).

- Sea exacto cuando mencione las escalas temporales (un aumento en el nivel del mar de un metro en 2100 o en 2030 puede hacer una gran diferencia).



- Obtenga apoyo de expertos, pues ellos pueden contestar a preguntas más críticas y con ello aumentar la credibilidad.

- Sea consciente del conflicto en el que se encuentra: por un lado, usted puede estar al tanto de su propia incertidumbre y de la insuficiencia de sus conocimientos; por otro lado, usted desea convencer a sus interlocutores.

- Intente usar un lenguaje neutro y evite declaraciones emocionales.

Un argumento muy común que esgrimen los políticos de salón y los estrategas de café es que el cambio climático no es sino una enorme patraña. Si bien esta tesis ha sido absolutamente desmentida por hallazgos científicos incuestionables, todavía es posible que deba hacer frente a tales afirmaciones. La Royal Society de Londres (Real Sociedad para el Avance de la Ciencia Natural) ha publicado una guía muy simple para rebatir los argumentos engañosos más frecuentes contra el cambio climático, que le podría resultar de gran ayuda¹².

¹² <http://royalsociety.org/Climate-change-controversies-a-simple-guide/>

Probabilidad y cambio climático

Los actores de decisión a menudo preguntan cuál es la probabilidad de un escenario futuro. Los escenarios del cambio climático no pueden asociarse con la noción de probabilidad, ya que se trata de futuros hipotéticos basados en argumentos narrativos (storylines) sobre el comportamiento de la humanidad en los próximos 100 años. La probabilidad es un concepto estadístico basado en la frecuencia de los eventos. Tales eventos no están disponibles para los escenarios. No obstante, en base a nuestro entendimiento de las leyes de la física y ciertos supuestos sobre las opciones de desarrollo que elegirán los seres humanos, podemos pronosticar la probable evolución de los hechos en el futuro.

Parte II

Pasos prácticos



3

Difusión

Anexo 1: Argumentos narrativos (storylines) para escenarios de emisiones

A 1

- Rápido crecimiento económico
- Una población global que llega a 9 mil millones en 2050 y luego disminuye gradualmente
- Rápida expansión de tecnologías nuevas y eficientes
- Un nivel global de ingresos y un modo de vida convergente en las distintas regiones. Abundantes interacciones sociales y culturales a nivel mundial

El escenario A1 incluye subconjuntos que dependen del peso de la variable tecnológica:

1. **A1FI** - Mayor énfasis en el uso de combustibles fósiles
2. **A1B** - Peso equilibrado de todas las fuentes de energía
3. **A1T** - Énfasis en fuentes de energía no-fósil

A 2

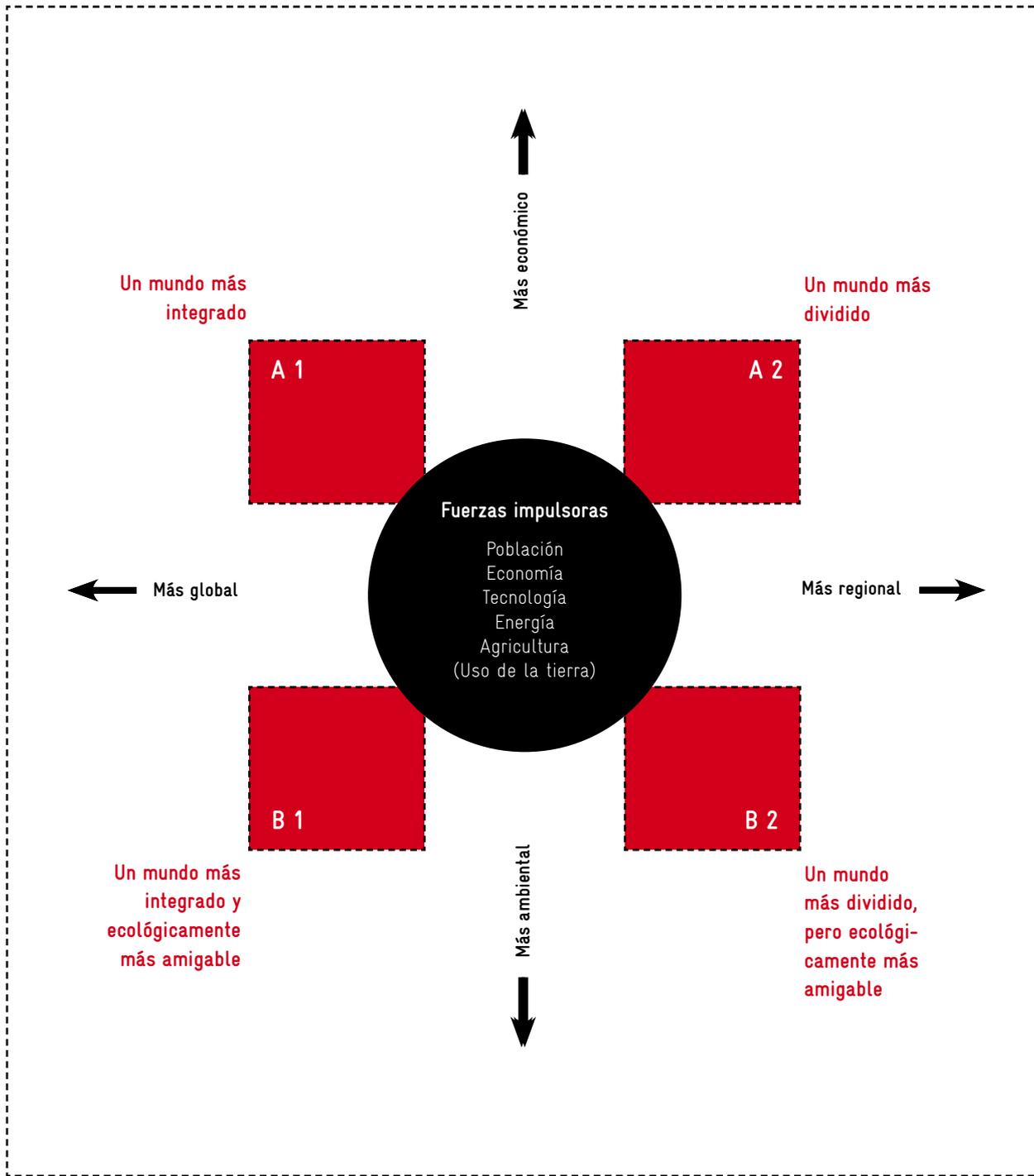
- Un mundo de naciones que operan en forma independiente y autónoma
- Población en constante crecimiento
- Desarrollo económico de orientación regional
- Cambios tecnológicos más lentos y fragmentados y mejoras en el ingreso per cápita

B 1

- Veloz crecimiento económico tal como en A1, pero con rápidos cambios hacia una economía de servicios e información
- Una población que aumenta a 9 mil millones en 2050 y luego disminuye, al igual que en A1
- Reducciones en la intensidad de materiales e introducción de tecnologías limpias y eficientes en el uso de recursos
- Énfasis en soluciones globales para una estabilidad económica, social y ambiental

B 2

- Una población en constante crecimiento, pero a una tasa menor que en A2
- Énfasis en soluciones más bien locales para la estabilidad económica, social y ambiental, y no tanto globales
- Niveles intermedios de desarrollo económico
- Cambio tecnológico menos rápido y más fragmentado que en B1 y A1



Anexo 2: Lista de enlaces a fuentes de información on-line, con comentarios

La lista a continuación es una selección de las fuentes de Internet más importantes. Para una lista de enlaces más exhaustiva, consulte www.gtz.de/climate.

Fuentes de información esenciales

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático)

El Cuarto Informe de Evaluación (AR4) contiene informes de los tres grupos de trabajo (GT) y una síntesis. A consultar bajo el siguiente enlace:

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data_reports.htm

Proyecciones regionales de cambio climático

Fuente: Capítulo 11 Proyecciones regionales del clima, WGI (12 MB, 5-10 páginas por continente)

Evaluación de impactos y vulnerabilidades por cada continente

Fuente: Grupo de trabajo II: Capítulo 9: África (2MB, 36 páginas), Capítulo 10: Asia (1MB, 38 páginas), Capítulo 13: América Latina (1MB, 37 páginas)

National Communications to the UNFCCC

Bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC), los países en desarrollo están obligados a presentar las llamadas Comunicaciones Nacionales. Éstas normalmente incluyen información sobre impactos del cambio climático y adaptaciones en los contextos nacionales particulares. La mayoría de los países ha publicado al menos una Comunicación Nacional.

http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php

Programas de Acción Nacional para la Adaptación

Los Programas de Acción Nacional para la Adaptación constituyen un proceso que permite exclusivamente a los Países Menos Desarrollados identificar actividades prioritarias para atender sus necesidades urgentes e inmediatas relacionadas con la adaptación al cambio climático. Normalmente incluyen información sobre impactos del cambio climático y posibles medidas de adaptación.

http://unfccc.int/cooperation_support/least_developed_countries_portal/submitted_napas/items/4585.php

Fuentes de información adicionales

Perfiles de adaptación por país

Sitio web que ofrece perfiles nacionales de adaptación y una sinopsis de cifras clave del cambio climático, preparados por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).

<http://country-profiles.geog.ox.ac.uk/>

<http://www.adaptationlearning.net/>

World Bank Climate Portal

Portal del Banco Mundial sobre el cambio climático

El Portal del Banco Mundial sobre el cambio climático ofrece una amplia variedad de información sobre el cambio climático específica por país.

<http://sdwebx.worldbank.org/climateportal/>

Mapas de impacto del cambio climático

Una selección de mapas mundiales que muestra los impactos del cambio climático, publicada por el PNUD.

<http://www.undp.org/climatechange/adapt/basics2.html>

WBGU (Consejo Científico del Gobierno Federal para el Cambio Climático, Alemania)

Exploraciones científicas exhaustivas de los temas de mayor envergadura del cambio global y recomendaciones para la acción y la investigación.

http://www.wbgu.de/wbgu_publications.html

AIACC

Siglas en inglés del proyecto “Evaluaciones de Impacto y Adaptación al Cambio Climático” (Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change) en múltiples regiones y sectores, que proporciona amplios datos sobre el cambio climático para 24 países.

<http://www.aiaccproject.org>

<http://sedac.ciesin.columbia.edu/aiacc/>

Fuentes de información sobre desastres naturales

Base de Datos Internacional sobre Desastres de CRED/ OFDA (Centro para la Investigación de la Epidemiología de

los Desastres de Bélgica/Oficina de la Ayuda para Desastres en el Extranjero de los Estados Unidos)

La base de datos EMDAT de estas dos instituciones ofrece estadísticas globales sobre desastres, incluyendo perfiles de desastres a nivel nacional.

<http://www.emdat.be/>

Índice de Riesgo de Desastres

Una herramienta país por país para evaluar el riesgo de desastres, elaborada por el Instituto de Recursos Mundiales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

<http://www.nat-hazards-earth-syst-sci.net/9/1149/2009/nhess-9-1149-2009-supplement.pdf>

Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis (Puntos álgidos de desastres naturales: Análisis global del riesgo)

Una evaluación de desastres naturales a nivel mundial, publicada por el Centre for Hazards and Risk Research at Columbia University (Centro de Investigación de Peligros y Riesgos de la Universidad de Columbia), Estados Unidos.

<http://www.ldeo.columbia.edu/chrr/research/hotspots/>

PreView

Otra herramienta del PNUMA para visualizar los datos sobre desastres naturales en mayor detalle.

<http://www.grid.unep.ch/activities/earlywarning/preview/>

Reliefweb

Una base de datos país por país de casos de emergencia y desastres naturales, publicada por OCAH (Oficina de Coordinación de Asuntos Humanitarios de las Naciones Unidas).

<http://www.reliefweb.int>

Anexo 3: Selección de impactos del cambio climático

Fenómeno y dirección de la tendencia	Probabilidad de que esta tendencia se generará hacia fines del siglo XX	Probabilidad de la tendencia en el futuro	Ejemplos de impactos principales
En la mayoría de las áreas terrestres, días y noches más cálidos; menos días y noches fríos y mayor frecuencia de días y noches calientes	Muy probable	Casi probable	<p>Mayores rendimientos agrícolas en ambientes más fríos, menores rendimientos en ambientes más cálidos</p> <p>Mayor incidencia de plagas de insectos</p> <p>Efectos sobre los recursos hídricos dependientes del derretimiento de las nieves</p> <p>Menor tasa de mortalidad por exposición al frío</p> <p>Degradación de la calidad del aire en las ciudades</p>
En la mayoría de las áreas terrestres, mayor frecuencia de períodos cálidos y olas de calor	Muy probable	Muy probable	<p>Menores rendimientos en las regiones más cálidas debido a los efectos del calor</p> <p>Mayor riesgo de incendios forestales</p> <p>Mayor demanda de agua, problemas de calidad del agua</p> <p>Incremento de la tasa de mortalidad relacionada con el calor, sobre todo en personas mayores, enfermos crónicos, niños pequeños y personas socialmente aisladas</p>

Fenómeno y dirección de la tendencia	Probabilidad de que esta tendencia se generara hacia fines del siglo XX	Probabilidad de la tendencia en el futuro	Ejemplos de impactos principales
En la mayoría de las áreas, mayor frecuencia de precipitaciones torrenciales	Probable	Muy probable	<p>Daños a las cosechas</p> <p>Erosión del suelo</p> <p>Efectos adversos sobre la calidad del agua de superficie y subterránea</p> <p>Podría aliviarse la escasez de agua</p> <p>Mayor riesgo de muertes, lesiones y enfermedades infecciosas respiratorias y cutáneas</p> <p>Trastornos en los asentamientos, el comercio, el transporte y las sociedades debido a inundaciones</p> <p>Presiones sobre la infraestructura urbana y rural</p> <p>Pérdida de propiedades</p>
Mayor número de áreas afectadas por sequías	Probable en muchas regiones desde los años 1970	Probable	<p>Degradación de la tierra</p> <p>Menores rendimientos, daño a las cosechas</p> <p>Mayor mortalidad del ganado</p> <p>Mayor riesgo de incendios forestales</p> <p>Mayor riesgo de escasez de alimentos y agua</p> <p>Mayor riesgo de desnutrición</p> <p>Mayor riesgo de enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos</p> <p>Migración</p>

Fenómeno y dirección de la tendencia	Probabilidad de que esta tendencia se generara hacia fines del siglo XX	Probabilidad de la tendencia en el futuro	Ejemplos de impactos graves
Creciente intensidad de ciclones tropicales	Probable en algunas regiones desde los años 1970	Probable	<p>Daños a cosechas y árboles</p> <p>Interrupciones del abastecimiento de energía eléctrica que causan trastornos al suministro público de agua</p> <p>Mayor riesgo de muertes, lesiones y enfermedades transmitidas por el agua y los alimentos</p> <p>Síndrome de estrés post-traumático</p> <p>Trastornos debido a inundaciones y vientos de alta velocidad</p> <p>Cancelación de las pólizas de seguros de aseguradoras privadas para cobertura de riesgos en áreas vulnerables</p> <p>Migración, pérdida de propiedades</p>
Mayor incidencia de niveles del mar extremadamente altos	Probable	Probable	<p>Salinización del agua para irrigación y los sistemas de agua dulce, menor disponibilidad de agua dulce</p> <p>Mayor riesgo de muertes y lesiones por ahogamiento en inundaciones</p> <p>Repercusiones de la migración sobre la salud</p> <p>Costos de protección costera versus reubicación</p> <p>Potencial reubicación de personas e infraestructura</p> <p>Efectos de ciclones tropicales.</p>

Fuente: IPCC (2007b)

Anexo 4: Potenciales instituciones y fuentes nacionales de información

Potenciales instituciones y expertos con conocimiento y experiencia en contextos nacionales específicos

- Ministerios y agencias gubernamentales de relevancia
- Puntos focales de la UNFCCC¹³
- Lista de expertos de la UNFCCC¹⁴
- Servicios e institutos meteorológicos
- Universidades
- Agencias donantes
- ONGs científicas o de desarrollo
- Autores de las Comunicaciones Nacionales

¹³ <http://maindb.unfccc.int/public/nfp.pl#beg>

¹⁴ <http://maindb.unfccc.int/public/roel/>

¹⁵ http://unfccc.int/national_reports/non-annex_i_natcom/items/2979.php

Posibles fuentes de información nacionales

- Comunicaciones Nacionales¹⁵
- Inventarios, mapas y series de datos sobre eventos naturales y riesgos relacionados con el clima (p.ej. sequías, inundaciones)
- Informes nacionales sobre desertificación
- Planes de preparación, inventarios y reseñas para desastres
- Análisis sectoriales (p.ej. agricultura, recursos hídricos, energía)
- Estudios locales sobre la vulnerabilidad
- Evaluaciones de bienes y servicios ambientales
- Inventarios, mapas y series de datos sobre riesgos climáticos (p.ej. sequías, inundaciones) o patrones socioeconómicos relevantes
- Escenarios regionales del cambio climático
- Documentos sobre Estrategias de Reducción de la Pobreza (DERP)
- Planes de seguridad alimentaria

Anexo 5: Selección de MCR más conocidos:

Modelo Climático Regional	Autor	Comentario/Tipo de modelo
CCRM	Canadian Regional Climate Model, (Modelo Climático Regional Canadiense), Canadá	Dinámico
COAMPS	Marine Meteorology Division of the Naval Research Laboratory (NRL), (División de Meteorología Marina del Laboratorio de Investigación Naval), Estados Unidos	Dinámico, gratuito http://www.nrlmry.navy.mil/coamps-web/web/home
CCLM	Climate Limited Area Modelling Community, (Comunidad por el Modelamiento Climático de Áreas Limitadas) dirigida por el Servicio Meteorológico Alemán (DWD), Alemania	Dinámico, conocido también como COSMO-CLM
DARLAM	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation (CSIRO), (Organización de investigación científica e industrial de la Commonwealth), Australia	Dinámico
NRCM	National Center for Atmospheric Research (NCAR), (Centro Nacional de Investigación Atmosférica), Estados Unidos	Dinámico
HADRM3	Hadley Centre, Reino Unido	Dinámico

Modelo Climático Regional	Autor	Comentario/ Tipo de modelo
HIRHAM	Danish Meteorological Service (DMI), Max Planck Institute for Meteorology (Servicio Meteorológico Danés, Instituto Meteorológico Max Planck), Dinamarca/Alemania	Dinámico
PRECIS	Hadley Centre, UK Met Office, Reino Unido	Dinámico, gratuito para países en desarrollo http://precis.metoffice.com/
RACMO2	Netherlands Weather Service (KMNI) (Servicio Meteorológico de Países Bajos), Países Bajos	Dinámico
RegCM3	International Centre of Theoretical Physics (ICTP) (Centro Internacional de Física Teórica), Italia	Dinámico, gratuito http://users.ictp.it/~pubregcm/RegCM3/
REMO	Max Planck Institute for Meteorology (Instituto Meteorológico Max Planck), Alemania	Dinámico
RCA3	Rossby Centre (SMHI), Suecia	Dinámico
STAR	Instituto de Potsdam para la Investigación de los Impactos del Clima (PIK), Alemania	Estadístico
WETTREG	Climate and Environment Consulting Potsdam (CEC), Alemania	Estadístico

DEFRA (2009): Climate Change Scenarios for India, acceso el 13 de mayo de 2009 http://randd.defra.gov.uk/Document.aspx?Document=GA01021_3560_FRP.pdf

IPCC (2000): Informe Especial sobre Escenarios de Emisiones, editado por N. Nakicenovic y R. Swart, Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de Cambridge (IPCC): Cambridge University Press, Reino Unido.

IPCC (2007a): Climate change 2007: The Physical Science Basis. Informe del Grupo de Trabajo I del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), editado por S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor y H.L. Miller, Cambridge: Cambridge University Press, Reino Unido.

IPCC (2007b): Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Informe del Grupo de Trabajo II del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC); editado por M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden y C. E. Hanson, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido.

Jones, R.G. et al. (2004): Generating high resolution climate change scenarios using PRECIS, Met Office Hadley Centre, Exeter, Reino Unido, 40pp.

Lüdeke, M.K.B. et al. (1999): Rural poverty driven soil degradation under climate change: the sensitivity of disposition towards the Sahel syndrome with respect to climate. *Environmental Modeling and Assessment* 4(4): 295-314.

Meinshausen, M. (2007): Pág. 49 en: *Human Development 2007/2008, Fighting Climate Change: Human Solidarity in a divided world*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Nueva York, Estados Unidos.

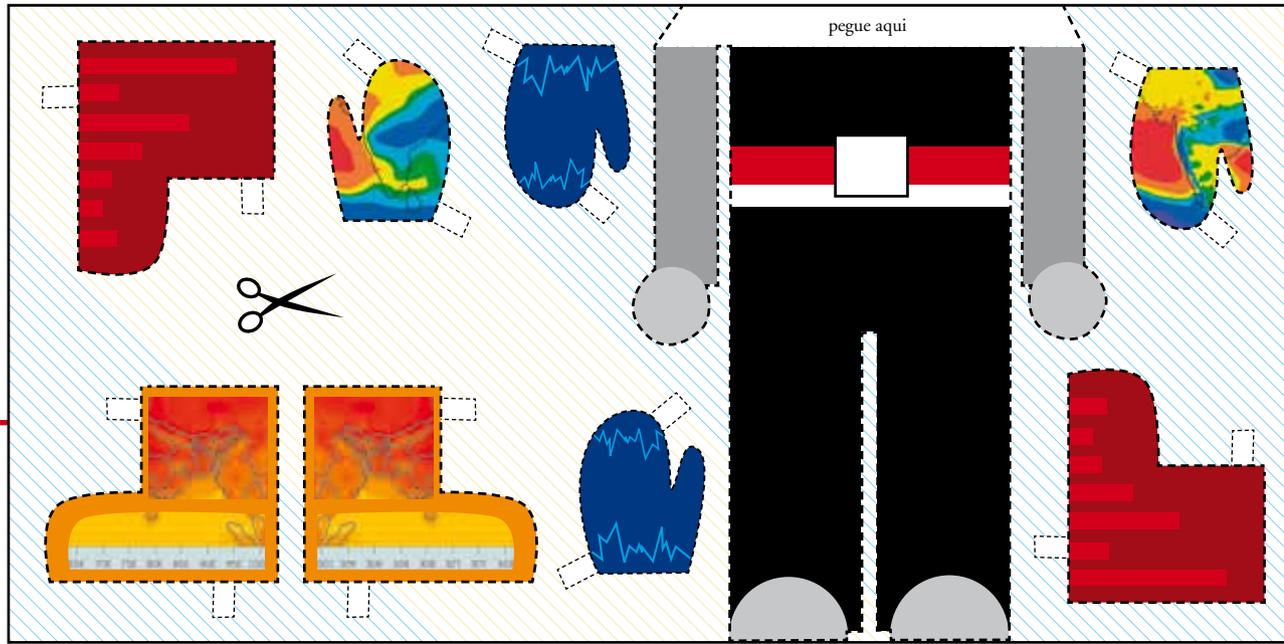
O'Brien, K. et al. (2004): Mapping vulnerability to multiple stressors: climate change and globalization in India, *Global Environmental Change* 14: 303–313.

Raupach, M.R. et al. (2007): Global and regional drivers of accelerating CO₂ emissions. *PNAS* 104 (24): 10288-10293.

Schellnhuber, H.J. et al. (1997): Syndromes of Global Change. *GAIA* 6(1): 19-34.

Schipper, L. (2007): *Climate Change Adaptation and Development: Exploring the Linkages*, Tyndall Centre for Climate Change Research, Working Paper 107, Norwich, Reino Unido.

Stott, P. A. et al. (2004): Human contribution to the European heatwave of 2003. *Nature* 432: 610-613.



Deutsche Gesellschaft für
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

- Cooperación técnica alemana -

Programa Sectorial Protección Climática para Países en Desarrollo

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn/Germany

T +49 61 96 79-0

F +49 61 96 79-11 15

E info@gtz.de

I www.gtz.de

