

SMHN también tendrán que cambiar sus archivos climatológicos a medios y sistemas de gestión de bases de datos más nuevos, según sea necesario, para garantizar que no se pierden en la obsolescencia del hardware y de los sistemas operativos. El Programa Mundial del Clima seguirá ayudando a que los SMHN satisfagan estas necesidades.

Agradecimientos

Los autores dan las gracias por sus útiles comentarios a varios compañeros, en especial al Dr. Paul Llanso (Jefe del Programa Mundial de Datos y Vigilancia del Clima de la OMM), al Dr. Michael Coughlan, a Ian Muirhead y a John Shortridge (del Centro Nacional del Clima del Servicio Meteorológico de Australia)

Referencias

- CLARKSON, N.M., B. TREWIN, D. JONES, N. PLUMMER, R. HUTCHINSON y K. WONG, 2001: Extending the Computerized Australian Climate Archives to Unlock our Climate History—the CLIMARC Project. Decimocuarto Foro Climatológico de Australia y Nueva Zelanda, Darwin, 18-21 de septiembre de 2001, 49 pp.
- 252 SMOC, 2003: Second Report on the Adequacy of the Global Observing System for Climate. Secretaría del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC), Ginebra. (En preparación).
- KARL, T.R., V.E. DERR, D.R. EASTERLING, C.K. FOLLAND, D.J. HOFFMAN, S. LEVITUS, N. NICHOLLS, D.E. PARKER y G.W. WITHEE, 1995: Critical issues for long-term climate monitoring. *Climatic Change*, 31, 185-221.
- KARL, T.R. y D.R. EASTERLING, 1999: Climate extremes: selected review and future research directions. *Climatic Change*, 42, 309-325.
- NICHOLLS, N., 1995: Long-term climate monitoring and extreme events. *Climatic Change*, 31, 231-245.
- National Research Council (EE.UU.), 1999: *Adequacy of Climate Observing Systems*. National Academic Press, EE.UU., 51 pp.
- PETERSON, T.C., M.A. TAYLOR, R. DEMERITTE, D.L. DUNCOMBE, S. BURTON, F. THOMPSON, A. PORTER, M. MERCEDES, E. VILLEGAS, R. SEMEXNT FILS, A.K. TANK, A. MARTIS, R. WARNER, A. JOYETTE, W. MILLS, L. ALEXANDER y B. GLEASON, 2002: Recent changes in climate extremes in the Caribbean region. *Journal of Geophysical Research*, 107, D21, 4601.
- TRENBERTH, K.E., T.R. KARL y T.W. SPENCE, 2002: The need for a systems approach to climate observations. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 83, 1593-1602.
- WMO, 1998: Expert Meeting to review and assess the Oracle-based Prototype for Future Climate Database Management Systems (CDMS), Toulouse, 12-16 de mayo de 1997. PMDVC N.º 34.
- WMO, 1999: Report of the Meeting of the WMO Commission for Climatology Task Group on Future WMO Climate Database Management Systems, Ostrava, República Checa, 10-13 de noviembre de 1998. PMDVC N.º 38.
- WMO, 2000: Meeting of the WMO Commission for Climatology Task Group on Future WMO Climate Database Management Systems, Ginebra, 3-5 de mayo de 2000. PMDVC N.º 46.
- WMO, 2002: Reports of the CLICOM-DARE Workshop (San José, Costa Rica, 17-28 July 2000) and the International Data Rescue Meeting (Geneva, 11-13 September 2001). PMDVC, N.º 49.

DetECCIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Por Francis ZWIERS¹, Howard CATTLE², Thomas C. PETERSON³ y Abdalah MOKSSIT⁴

Introducción

La detección de cambios en el clima frente a su variabilidad es un asunto clave en la investigación climatológica. Como actividad, la detección del cambio climático tiene que aportar respuestas tanto mundiales como regionales a las fuerzas externas del cambio climático, en particular las que se producen por la activi-

dad humana. Necesita, claramente, y debe basarse en ella, vigilancia a largo plazo de las variables climatológicas clave de la atmósfera, el océano y la superficie de la tierra y la cubierta de hielo (criosfera) de todo el mundo. También tiene que aprovechar una amplia serie de datos históricos y comprometerse en el rescate de los mismos, el control de calidad y la homogeneiza-

¹ Servicio Meteorológico de Canadá, Victoria, BC, Canadá; y Copresidente del Equipo de Expertos de la CCI en Detección, Vigilancia e Índices del Cambio Climático (junto con la CLIVAR)

² Oficina Internacional del Proyecto CLIVAR, Southampton, Reino Unido

³ Centro Nacional de Datos Climáticos / NESDIS / NOAA, Asheville, NC, U.S.; y Presidente del GAAP de la CCI para la Vigilancia y el Análisis de la Variabilidad, y el Cambio del Clima

⁴ Dirección de la Meteorología Nacional, Casablanca, Marruecos; y Copresidente del Equipo de Expertos de la CCI en Detección, Vigilancia e Índices del Cambio Climático (junto con la CLIVAR)

ción de los conjuntos de datos. Los índices que caracterizan el cambio y que actúan como indicadores del mismo son herramientas esenciales para los fines de evaluación.

El Grupo Abierto de Área de Programa (GAAP) de la Comisión de Climatología (CCI) de la OMM (véase www.wmo.ch) para la Vigilancia y el Análisis de la Variabilidad y el Cambio del Clima constituye el centro de actividades que incluyen la reunión y catalogación de conjuntos de datos, la vigilancia del sistema climático y la detección del cambio y la variabilidad del clima. Sus Equipos de Expertos aumentan las formas en las que el material en bruto (los datos climatológicos) se transforman en productos por derecho propio (conjuntos de datos climatológicos y evaluaciones) que, a su vez, son los elementos que hay que reunir en otras aportaciones de los servicios climatológicos (sistemas de alerta climatológica, predicciones y aplicaciones que apoyan la protección de la vida y el fomento del desarrollo sostenible). Algunas actividades en marcha incluyen el desarrollo de directrices para los servicios operativos que implican metadatos y homogeneización, la toma y reunión de la novena serie de Registros Meteorológicos Mundiales, y la síntesis y preparación de informes anuales y plurianuales de la OMM sobre el estado del clima mundial. En otros artículos de este número aparece información sobre algunas de estas actividades.

Reconociendo el beneficio mutuo de asociar la investigación con el servicio operativo de la forma apropiada, la CCI se asoció con el Proyecto de Variabilidad y Predictibilidad del Clima ((CLIVAR), véase www.clivar.org) del Programa Mundial de Investigación del Clima (PMIC) para crear un Equipo de Expertos conjunto en Detección, Vigilancia e Índices del Cambio Climático (EE/DVICC). Este artículo describe las actividades planificadas de este Equipo de Expertos conjunto y los logros de su predecesor, el Grupo de Trabajo conjunto de la CCI y el CLIVAR sobre Detección del Cambio Climático. Presidido por T. Peterson (de los EE.UU.), el objetivo principal de este Grupo de Trabajo era aumentar la disponibilidad de la información necesaria para detectar el cambio climático en regiones con pocos datos. Se hizo mediante el fomento de seminarios de cambio climático regional que implicaban análisis práctico de datos de índices climáticos para su uso en estudios de detección. Los seminarios crearon capacidades en Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales de países en vías de desarrollo que son útiles de forma inmediata para el estudio de sus climas y para su suministro de servicios de vigilancia del clima.

El EE/DVICC consta de cuatro representantes de la CCI: A. Mokssit (de Marruecos), C. Folland (del Reino

Unido), S. Sensoy (de Turquía) y L. Molion (de Brasil) y cuatro representantes del CLIVAR: F. Zwiers (de Canadá), N. Bindoff (de Australia), P. Jones (del Reino Unido) y D. Karoly (de los EE.UU.). A. Mokssit y F. Zwiers son los Copresidentes del Equipo de Expertos. El equipo tiene previsto centrar sus esfuerzos en cinco áreas:

- Seguir desarrollando y dando publicidad a índices e indicadores del cambio y la variabilidad del clima, con especial atención a la creación de índices de extremos diarios a estacionales que abarquen la superficie terrestre mundial utilizando paquetes de software normalizados.
- Seguir desarrollando otros índices útiles para el Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), relacionados con los cambios en el clima medio y su variabilidad desde la subsuperficie de los océanos a la estratosfera.
- Ofrecer aportaciones sobre índices a las publicaciones de la OMM, como la Declaración Anual sobre el Estado del Clima Mundial.
- Comparar índices modelizados y observados, e informar de dichas comparaciones, con atención a los extremos en cambio.
- Colaborar con otros grupos y ofrecerles aportaciones, en especial a los que se han creado bajo los auspicios del IPCC, en relación con la idoneidad del Sistema Mundial de Observación y el desarrollo de índices.

Actividades pasadas

El EE/DVICC continúa con las empresas de su predecesor para aumentar la disponibilidad de la información necesaria para detectar el cambio climático en regiones con pocos datos a través de seminarios dedicados al cambio climático. Bajo los auspicios del anterior Grupo de Trabajo, se celebraron dos seminarios: en el Caribe (en la Universidad de las Indias Occidentales de Mona, en Jamaica, del 8 al 12 de enero de 2001, Taylor, 2001; Peterson y otros, 2002), y en África (en la Dirección Nacional de Meteorología, en Casablanca, Marruecos, del 18 al 23 de febrero de 2001, Mokssit, 2003; Eastering y otros, 2003). Aquí se presenta un breve resumen del resultado de ambos seminarios. Se le indican al lector referencias para obtener más detalles.

El Seminario del Caribe

Este seminario reunió a científicos y datos de todo el Caribe y se hicieron análisis de extremos obtenidos a partir de observaciones meteorológicas diarias de la región. Celebrado en Kingston, en Jamaica, el seminario convocó a participantes de 18 de los 21 Servicios Meteorológicos. Los participantes trajeron datos consigo y el tiempo se dividió entre clases, seminarios y charlas y análisis práctico en el centro de informática de la Universidad de las Indias Occiden-

Porcentaje de días en los que la temperatura > percentil 90

Basado en los percentiles calculados durante el período base de 1977 - 1997

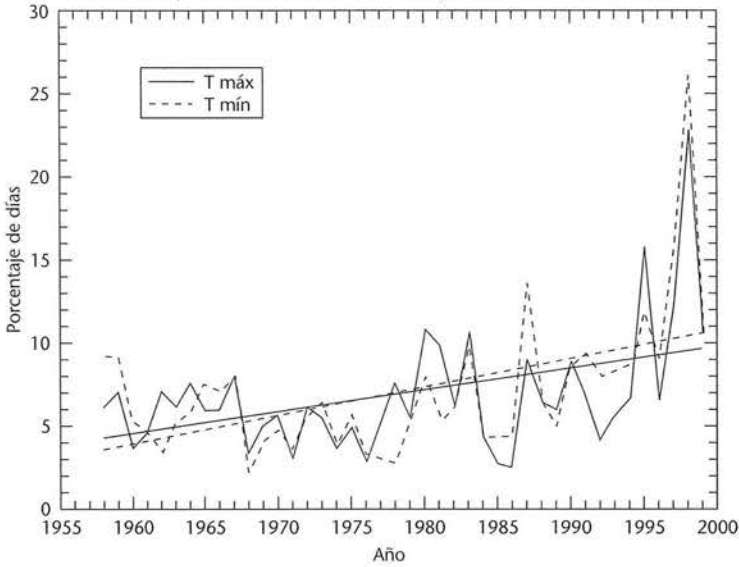


Figura 1 — Resultados del seminario del Caribe: cambios en el número de días cálidos y noches cálidas (de Peterson y otros, 2002)

254

tales. Además de ofrecer un análisis preliminar de los datos, el seminario fomentó un interés y un entusiasmo importantes por el análisis y la arqueología de los mismos.

Se utilizaron datos de 30 estaciones, sobre todo de las islas del Caribe. Sin embargo, se utilizó una estación costera de Florida y cuatro estaciones de Belice. Los datos se sometieron a una amplia y bastante exhaustiva variedad de pruebas de control de calidad similares a los descritos en Peterson y otros (1998). Después del control de calidad y de las pruebas de homogeneidad, se calcularon distintos índices importantes para el Caribe siguiendo las descripciones del sitio Web de índices del Real Instituto Meteorológico de los Países Bajos (<http://www.knmi.nl/samenw/eca/htmls/index2.html>).

A través de este análisis se comprendieron mejor algunas cosas. Una de ellas es que el clima del Caribe ha cambiado. El intervalo de temperatura anual extrema ha disminuido y el número de días y de noches muy cálidas ha aumentado de forma espectacular (Figura 1), mien-

tras que el número de días y de noches muy frías ha disminuido (Figura 2). El número máximo de días muy secos consecutivos también ha disminuido (Figura 3) y el número de episodios de precipitación fuerte ha aumentado. Estos cambios son similares a los descubiertos en un análisis mundial por Frich y otros (2002). Los índices de algunas de estas variables muestran relaciones con huracanes y con temperaturas de la superficie del mar, pero no domina ningún factor en todos los cambios observados.

En el proceso de realización del análisis, se comprendió mejor el valor de los registros digitales del tiempo y, como resultado, se iniciaron mayores esfuerzos para digitalizar los archivos disponibles en papel en varios

países caribeños, algunos de los cuales se utilizaron en un análisis posterior después del seminario (Peterson y otros, 2002). Gracias a los acuerdos de todos los servicios meteorológicos participantes, se están facilitando a los investigadores de todo el mundo todos los datos utilizados en este análisis regional, a través de la Universidad de las Indias Occidentales.

Porcentaje de días en los que la temperatura < percentil 10

Basado en los percentiles calculados durante el período base de 1977 - 1997

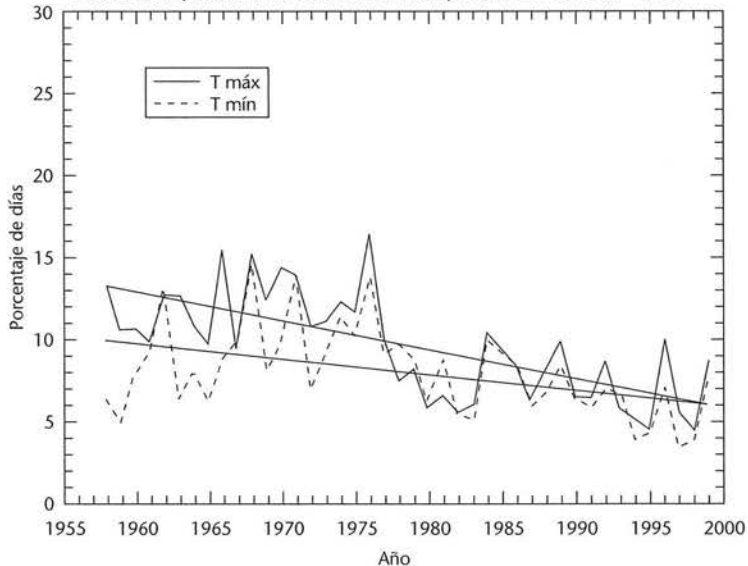


Figura 2 — Resultados del seminario del Caribe: cambios en el número de días fríos y noches frías (de Peterson y otros, 2002)

Número máximo de días secos consecutivos

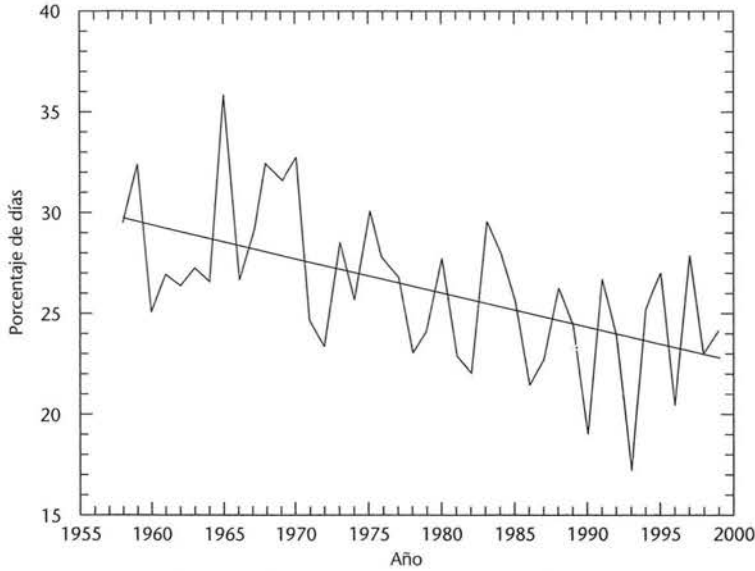


Figura 3 — Resultados del seminario del Caribe: cambios en el número máximo de días secos consecutivos (de Peterson y otros, 2002)

El Seminario de Casablanca

Este seminario siguió casi el mismo formato que el del Caribe y de hecho se celebró sólo unas pocas semanas más tarde. También pretendía crear capacidades y convocó a 28 participantes de 23 países africanos y de España. Estuvo dirigido por un equipo de investigación del Met Office, el Centro de Hadley, del Reino Unido, el Centro Nacional de Datos Climatológicos de la NOAA, de los EE.UU., el Centro Nacional de Investigación Meteorológica de la DNM de Marruecos y la OMM. El seminario utilizó datos diarios de 23 archivos nacionales de África para crear índices climáticos relevantes a partir del sitio Web del KNMI.

En conjunto, los resultados demostraron tendencias positivas en las temperaturas nocturnas cálidas extremas, incluidas las de Madagascar y las Seychelles, excepto en la costa más oriental de la República de Tanzania (Figura 4). Se encontraron resultados similares para las temperaturas diarias máximas pero en este caso la costa oriental de Tanzania mostraba resultados similares a los del resto de países (Figura 5). Hay pruebas de calentamiento en casi todos los países, siendo el calentamiento encontrado estadísticamente significativo en la mayor parte de los casos.

A diferencia de la temperatura, los índices de precipitación mostraron tendencias muy distintas de un lugar a otro, dificultando una evaluación de los resultados del análisis de forma regional. Parece que los episodios extre-

mos de precipitación han aumentado en algunos lugares y han disminuido en otros, a veces muy cercanos a los que muestran aumento.

Estos seminarios, y otros que los precedieron, como los organizados por la Red del Pacífico Asiático de la Oficina Australiana de Meteorología, son una forma muy eficaz de involucrar a científicos locales en el control de calidad, la homogeneización y el análisis de los datos recogidos en sus países. Crean investigación y capacidad de análisis, y ofrecen medios para que los resultados fiables sobre el cambio climático regional puedan contribuir al creciente cuerpo de conocimiento sobre el cambio

secular de nuestro clima. Debajo se describen planes para otros seminarios bajo los auspicios del EE/DVICC en Sudamérica y el sur de África.

Actividades recientes

Después de su reconstitución, el trabajo del Equipo de Expertos ha empezado con un examen de los desarrollos relacionados con sus actividades. Uno de esos desarrollos es la importante cantidad de trabajos que

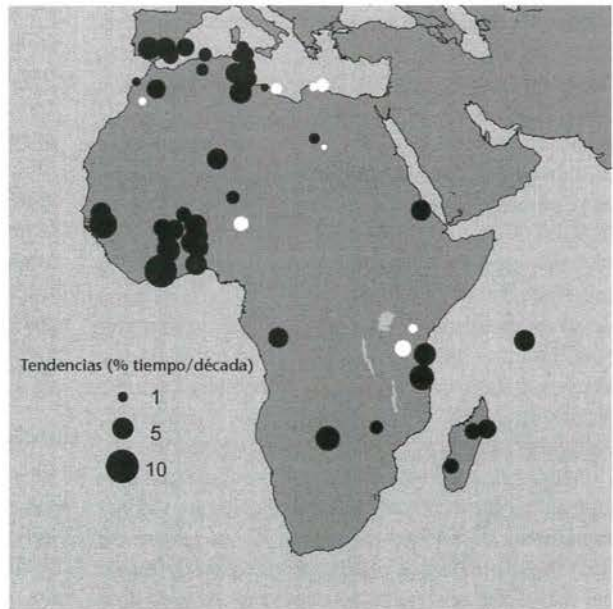


Figura 4 — Resultados del seminario de Casablanca: cambios en el número de noches cálidas. Los círculos oscuros representan calentamiento y los blancos enfriamiento (De Easterling y otros, 2003)

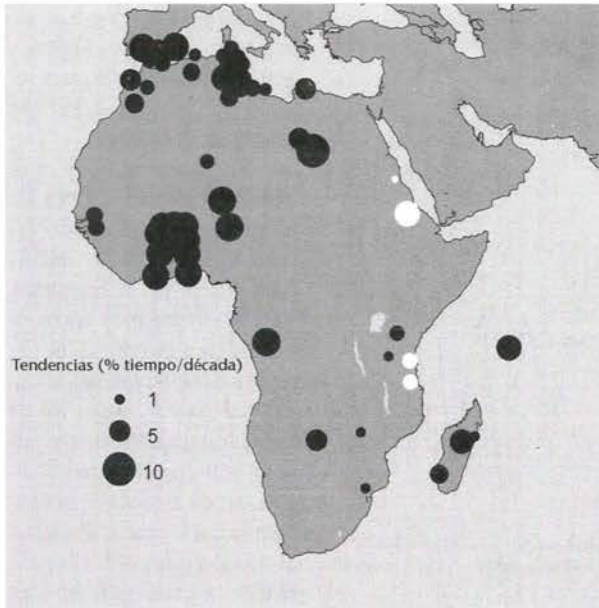


Figura 5 — Resultados del seminario de Casablanca: cambios en el número de días cálidos. Los círculos oscuros representan calentamiento y los blancos enfriamiento. De Easterling y otros, 2003

256

usan índices climáticos que han aparecido recientemente en la bibliografía o que están en camino. Entre ellos se incluye el Informe de Evaluación del Clima Europeo (Klein-Tank y otros, 2002), que ofrece una evaluación exhaustiva basada en los cambios de los índices que describen tanto el clima medio como los extremos climatológicos. También ha habido un número cada vez mayor de artículos que aparecen en la bibliografía que basan sus conclusiones en índices del clima medio y extremo (p. ej., Folland y Anderson, 2002; Frich y otros, 2002; Braganza y otros, 2003; Karoly, 2003; Kiktev y otros, 2003). Además, a través de proyectos de financiación de la Comisión Europea (CE) se están coordinando una cantidad importante de trabajos que utilizan y desarrollan índices climáticos. Entre ellos se incluyen el Proyecto MICE (Modelización de los Efectos de los Extremos Climatológicos —<http://www.cru.uea.ac.uk/projects/mice/index.html>—), el Proyecto STARDEX (reducción de escala estadística y dinámica regional de extremos para Europa —<http://www.cru.uea.ac.uk/projects/star-dex/>—), y el Proyecto EMULATE (variabilidad diaria a pluridecenal del clima europeo y noratlántico —<http://www.cru.uea.ac.uk/cru/projects/emulate/>—).

Directamente relacionada con el trabajo del Equipo está la renovación por parte de la NOAA y del Departamento de Energía de los EE.UU. del grupo “Ad Hoc” de detección que estaba dirigido anteriormente por el Dr. T. Barnett. El grupo recién reconstituido, dirigido ahora por el Dr. T. Crowley y el Dr. G. Hegerl (ambos de la Universidad de Duke, en Carolina del Norte) fomenta el intercambio de datos entre los principales

centros de modelización del clima y está trabajando activamente en la detección del cambio antropogénico a escalas regionales y en extremos climáticos.

El Equipo de Expertos está estudiando varios enfoques a la detección regional. Algunos primeros resultados incluyen los de Zwiers y Zhang (2003), que utilizan un formalismo normalizado de detección óptima y que son capaces de detectar una señal antropogénica en los datos de temperatura del aire en superficie de América del Norte y Eurasia. Karoly (2003), que utiliza una combinación de índices de cambio climático para América del Norte, concluye también que hay fuertes evidencias de influencia antropogénica. Utilizando un enfoque general de modelo lineal y un diseño experimental adecuado, Sexton y otros, (2003) muestran la capacidad de un modelo de circulación atmosférica general forzado con la temperatura observada de la superficie del mar y distintos forzamientos antropogénicos para detectar muchas señales antropogénicas regionales por debajo de la escala de la rejilla del modelo.

También se están detectando pruebas de cambio antropogénico en otras partes del sistema climático. Por ejemplo, se están observando cambios en los océanos mundiales que son consistentes con el forzamiento antropogénico del sistema climático (p. ej., Barnett y otros, 2001; Reichert y otros, 2002; Banks y Bindoff, 2003; Pielke, 2003). También se ha detectado una señal antropogénica en los datos de presión a nivel del mar (Gillett y otros, 2003) y en los cambios en la altura de la tropopausa (Santer y otros, 2003 a, b). Aunque todavía no se ha detectado cambio antropogénico en datos de precipitación, están surgiendo pruebas de que el efecto del forzamiento externo natural (variaciones en la emisión solar y en la actividad volcánica) puede detectarse (Allen e Ingram, 2002). Además, cada vez hay más interés en el tema de si ha habido una influencia antropogénica sobre los cambios observados en los extremos de precipitación y temperatura y, por lo tanto, ha habido algún trabajo preliminar sobre la detección de dichos cambios (p. ej., Hegerl y otros, 2003).

Actividades futuras

Un avance importante del EE/DVICC durante el próximo año será desarrollar seminarios adicionales sobre índices de cambio climático para regiones con escasez de datos. El EE/DVICC está desarrollando planes para dos seminarios regionales adicionales sobre cambio climático que están diseñados para aumentar la capacidad de los científicos de países en vías de desarrollo para que controlen la calidad de sus datos climatológi-

cos y para que contribuyan con índices calculados a partir de esos datos a los estudios mundiales y regionales de detección. También reconoce la necesidad de seguir desarrollando y de publicitar índices e indicadores del cambio y la variabilidad del clima y de facilitar paquetes asociados normalizados de software.

La prioridad principal es organizar un seminario regional sobre cambio climático en América del Sur que ayude a llenar el gran hueco de datos que existe en la actualidad en esa parte del mundo. Se está contactando con numerosos científicos regionales para explorar posibles sedes, establecer los participantes potenciales y buscar financiación.

Como segunda prioridad, el equipo prevé también aprovechar una oportunidad en el sur de África para celebrar un seminario junto a la 9.^a Reunión Internacional sobre Climatología Estadística, que se celebrará en Ciudad del Cabo, en Sudáfrica, del 25 al 28 de mayo de 2004. Esta sede ofrecerá una oportunidad excelente para reunir a científicos regionales del sur de África y a climatólogos estadísticos de otras partes del mundo y para mejorar la cobertura de índices de cambio climático del sur de África.

El EE/DVICC mantendrá una visión de conjunto activa de las actividades de vigilancia del clima y de la investigación de la detección del cambio climático. Para más información sobre la vigilancia del clima, véase el artículo de este número del *Boletín de la OMM* "El clima de la Tierra desde una perspectiva histórica: un clima en cambio continuo". El EE/DVICC pretende participar activamente en el "Grupo de Detección Ad Hoc" de la NOAA y el DE de los EE.UU., en el proyecto del CLIVAR recién creado Clima del siglo XX (Folland y otros, 2002) y asociarse con el Grupo de Trabajo sobre Modelización del Clima (GTMC). El equipo seguirá evaluando y fomentando el uso de índices para la detección del cambio climático y está planificando ofrecer aportaciones al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. También prevé participar en el desarrollo de un sitio Web conjunto del Sistema Mundial de Observación del Clima (SMOC) y del EE/DVICC que actualice los índices del cambio y la variabilidad del clima en tiempo casi real.

Al EE/DVICC le gustaría recibir información de otros equipos, grupos especiales y grupos de trabajo interesados en la mejora y la ampliación retrospectiva de los conjuntos de datos históricos mundiales y en los desarrollos en áreas relacionadas con el trabajo del EE. Entre los temas de interés particular se incluyen la arqueología de datos, el uso de datos indirectos y la ampliación homogénea de dichos conjuntos de datos en el futuro, a veces utilizando tecnología nueva (p. ej., satélites). El equipo también está interesado en escuchar a los científicos y a las organizaciones interesadas en seminarios regionales sobre cambio climático.

Por último, hay muchos aspectos del trabajo del EE/DVICC que están relacionados con las aplicaciones y la política. Las contribuciones del colectivo de detección del cambio climático serán extremadamente importantes para el Cuarto Informe de Evaluación del IPCC, y la síntesis política que se derive de esa evaluación tendrá una influencia enorme en el establecimiento de políticas gubernamentales sobre el clima en todo el mundo. Estas contribuciones influyen en general a través de un amplio espectro de la ciencia, incluyendo la vigilancia del cambio climático, los efectos y la investigación de adaptación, la validación de modelos climatológicos, la detección del cambio antropogénico a través de un amplio espectro de indicadores y regiones climatológicas y la proyección del cambio futuro.

Referencias

- ALLEN, M.R. y W.J. INGRAM, 2002: Constraints on future changes in climate and the hydrologic cycle. *Nature*, 419, 224-232.
- BANKS, H.T. y N.L. BINDOFF, 2003: Comparison of observed temperature and salinity changes in the Indo-Pacific with results from the coupled climate model HadCM3: processes and mechanisms, *Journal of Climate*, en imprenta.
- BARNETT, T.P., D.W. PIERCE y R. SCHNUR, 2001: Detection of anthropogenic climate change in the world's oceans. *Science*, 292, 270-274.
- BRAGANZA, K., D.J. KAROLY, A.C. HIRST, M.E. MANN, P. STOTT, R.J. STOUFFER y S.F.B. TETT, 2003: Simple indices of global climate variability and change: Part I-Variability and correlation structure. *Climate Dynamics*, DOI 10.1007/s00382-002-0286-0, en imprenta.
- EASTERLING, D.R., L.V. ALEXANDER, A. MOKSSIT y V. DETEMMERMAN, 2003: Workshop Summary: CCI/CLIVAR Workshop to develop Priority Climate Indices for Africa, *Bull. Amer. Met. Soc.*, en imprenta.
- FOLLAND, C.K. y C.W. ANDERSON, 2002: Estimating changing extremes using empirical ranking methods. *J. Climate*, 15, 2954-2960.
- FOLLAND, C.K., J. SHUKLA, J. KINTER y M.J. RODWELL, 2002: C20C: The Climate of the Twentieth Century Project. CLIVAR Exchanges, 23, 37-39.
- FRICH, P., L.V. ALEXANDER, P. DELLA-MARTA, B. GLEASON, M. HAYLOCK, A.M.G. KLEIN-TANK y T. PETERSON, 2002: Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19, 193-212.
- GILLET, N.P., F.W. ZWIERS, A.J. WEAVER y P.A. STOTT, 2003: Detection of human influence on sea level pressure, *Nature*, 422, 292-294.
- HEGERL, G.C., F.W. ZWIERS, V.V. KHARIN y P.A. STOTT, 2003: Detectability of anthropogenic changes in temperature and precipitation extremes. Enviado a *Journal of Climate*.
- KAROLY, D.J., 2003: Detection of anthropogenic climate change in the North American region. 14.^o Simposio sobre Cambio Climático de la AMS, Long Beach, California, 9-13 de febrero de 2003.
- KLEIN-TANK, A., J. WIJNGAARD y A. VAN ENGELEN, 2002: Climate of Europe-Assessment of observed daily temperature and precipitation extremes. KNMI, De Bilt, Países Bajos. 36

pp. Disponible en formato electrónico en <http://www.knmi.nl/samenw/eca/index.html>.

- KIKTEV, D., D. SEXTON, L. ALEXANDER y C. FOLLAND, 2003: Comparison of modeled and observed trends in indices of daily climate extremes. Enviado a *Journal of Climate*.
- MOKSST, A., 2003: Development of priority climate indices for Africa: A CCI/CLIVAR Workshop of the World Meteorological Organization. En: Bolle, Hans-Jürgen (Ed.), *Mediterranean Climate Variability and Trends*, Springer, Berlín, 115-123.
- PETERSON, T.C., R.S. ROSE, R. SCHMOYER y V. RAZUVYEV, 1998: GHCN quality control of monthly temperature data. *Inter. J. Climatol.*, 18, 1169-1179.
- PETERSON, T.C., M.A. TAYLOR, R. DEMERITTE, D.L. DUNCOMBE, S. BURTON, F. THOMPSON, A. PORTER, M. MERCEDES, E. VILLEGAS, R.S. FILS, A. KLEIN TANK, R. WARNER, A. JOYETTE, W. MILLS, L. ALEXANDER y B. GLEASON, 2002: Recent Changes in Climate Extremes in the Caribbean Region. *J. Geophys. Res.-Atmospheres*, 107, N.º D21, 4601.
- PIELKE, R.A., Sr., 2003, Heat Storage within the earth system. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 84, 331-335.
- REICHERT, K.B., R. SCHNUR y L. BENGTSOON, 2002: Global ocean warming tied to anthropogenic forcing. *Geophys. Res. Lett.*, 29 (11), DOI 10.1029/2001GL013954.
- SANTER, B.D., R. SAUSEN, T.M.L. WIGLEY, J.S. BOYLE, K. ACHUTARAO, C. DOUTRIAUX, J.E. HANSEN, G.A. MEEHL, E. ROECKNER, R. RUEDY, G. SCHMIDT y K.E. TAYLOR, 2003a: Behavior of tropopause height and atmospheric temperature in models, reanalyses and observations. Part I: Decadal changes. *Journal of Geophys. Res.*, 108, doi: 10.1029/2002JD002258.
- SANTER, B.D., M.F. WEHNER, T.M.L. WIGLEY, R. SAUSEN, G.A. MEEHL, K.E. TAYLOR, C. AMMANN, J. ARBLASTER, W.M. WASHINGTON, J.S. BOYLE, W. BRUGGEMANN, 2003b: Contributions of Anthropogenic and Natural Forcing to Recent Tropopause Height Changes. *Science*, en imprenta.
- SEXTON, D.M.H., H. GRUBB, K.P. SHINE y C.K. FOLLAND, 2002: Design and analysis of climate model experiments for the efficient estimation of anthropogenic signals. *Journal of Climate* (en imprenta).
- TAYLOR, M.A., 2001: The Caribbean Climate Data Workshop- "A workshop on enhancing Caribbean climate data collection and processing capability and the dissemination of derived global climate change information for the region". CLIVAR Exchanges, 6, 34-35.
- ZWIERS, F.W. y X. ZHANG, 2003: Toward regional-scale climate change detection. *Journal of Climate*, 16, 793-797.

El Grupo Abierto de Área de Programa de la Comisión de Climatología sobre Servicios de Aplicaciones, Información y Predicción del Clima

Por Mike HARRISON¹ y Pierre BESSEMOULIN²

Introducción

Una de las áreas más activas de los últimos años en la tecnología meteorológica en progreso, tanto en investigación como en el desarrollo de usos prácticos, ha sido el campo de la predicción meteorológica a largo plazo y de la climatológica a corto plazo, en otras palabras, a escalas temporales superiores al plazo medio y de hasta una o quizás más estaciones. Con una historia de predicción fenológica que se remonta a muchos siglos atrás y de predicciones empíricas que abarcan casi 100 años, la predicción estacional en particular ha

progresado de forma importante a lo largo de la última década con la conclusión de la serie de boyas fijas TAO y la introducción de predicciones numéricas globales por conjuntos (Harrison, 2003). En términos de este progreso, han jugado papeles importantes el desarrollo de modelos oceánicos globales y la creación de métodos robustos para acoplar los modelos de atmósfera y de océano. El progreso en la modelización se ha producido en numerosos centros, incluidos los que tienen capacidades mundiales, con asesoramiento dentro del Proyecto de Variabilidad y Predicción del Clima

¹ Jefe de la Unidad de Apoyo Técnico del Grupo de Trabajo II del Grupo Intergubernamental sobre Cambio Climático y Jefe del Grupo Abierto de Área de Programa, Centro de Hadley, Servicio Meteorológico Nacional del Reino Unido, Bracknell, Berkshire, Reino Unido RG12 2SY

² Director de Climatología y Copresidente del Grupo Abierto de Área de Programa, Dirección de Producción, 42 Avenue G. Coriolis, F-31057 Toulouse Cedex 1, Francia