



# Desarrollo urbano y cambio climático en el delta del río Perla de China

© iStockphoto/PuiYuen Ng

*Canfei He con Lei Yang*

Las ciudades contribuyen al cambio climático mundial pero, a la vez, son víctimas de dicho cambio. Es bien sabido que, en particular, las ciudades asentadas sobre deltas son extremadamente vulnerables, debido a que están localizadas donde las agresiones a los sistemas naturales coinciden con una intensa actividad humana.

Ciertos efectos del cambio climático pueden afectar a las ciudades asentadas sobre deltas, tales como el aumento de los niveles del mar; los daños en la infraestructura debidos a condiciones climáticas extremas; las implicaciones en la salud pública causadas por la elevación de las temperaturas promedio; alteración en los patrones de consumo de energía; agresiones a los recursos de agua; impacto en el turismo y el patrimonio cultural; reducción de la biodiversidad urbana; y efectos secundarios en la contaminación del aire (IPCC 2007). El cambio climático puede, además, afectar a los bienes físicos que se utilizan en la producción económica y los servicios, así como también a los costos de la materia prima y los insumos, los cuales, a su vez, afectan a la competitividad, el rendimiento económico y los patrones de empleo.

El significativo crecimiento económico de China a partir del período de reforma del país que comenzó en 1978 ha provocado la concentración de una gran parte de la población y de la riqueza a lo largo de la costa, en particular en tres regiones de megaciudades: el delta del río Perla, el delta del río Yangtze y la

región de la capital. Aunque las posibles implicaciones del cambio climático representan un desafío para las comunidades costeras en todo el mundo, la mencionada concentración geográfica de población y actividad económica parece desproporcionada en China.

Entre las regiones costeras y de deltas de China, el delta del río Perla (DRP), en la provincia de Guangdong, es un importante centro económico que abarca las ciudades de Guangzhou y Shenzhen y siete municipios a nivel de prefectura. Junto con Hong Kong y Macao, los alrededores del DRP conforman una de las principales regiones de megaciudades del mundo, aunque su geografía los torna altamente vulnerables al aumento del nivel del mar. El desarrollo económico y urbano sin precedentes, así como los grandes cambios producidos en la utilización del suelo y la cubierta del suelo que han acompañado dicho desarrollo en las últimas tres décadas, han provocado grandes emisiones de CO<sub>2</sub>, lo cual ha redundado en la elevación de las temperaturas y de condiciones climáticas más intensas y extremas (Tracy, Trumbull y Loh 2006). Debido a la importancia de esta región tanto para China como para la economía mundial, estudiaremos con más detenimiento la forma en que el DRP contribuye al cambio climático y los riesgos que este cambio conlleva.

## **Industrialización y urbanización**

A partir del establecimiento de la Zona Económica Especial de Shenzhen y Zhuhai en 1980, el DRP fue una de las primeras regiones chinas en comen-

zar a liberalizar su economía. Sus ventajas institucionales, junto con su proximidad con respecto a Hong Kong y Macao, convirtieron al DRP en la región de más rápido crecimiento del mundo durante las últimas tres décadas. Desde 1979 hasta 2008 el PIB del DRP creció un 15,6 por ciento anual en precios constantes, superando así tanto la tasa nacional del 9,77 por ciento como la tasa provincial de 13,8 por ciento.

Como resultado, el aporte del delta a la participación en el PIB de China se elevó del 2,8 por ciento en 1979 al 9,5 por ciento en 2008. En términos de inversiones fijas totales, inversiones directas del exterior, exportaciones y consumo de energía, el DRP se convirtió en una de las regiones económicas más importantes y dinámicas de China durante este período (ver figura 1).

Este rápido desarrollo fue el resultado del doble proceso de industrialización y urbanización. Las industrias secundaria y terciaria de la región han crecido con rapidez, a la vez que la industria primaria ha disminuido gradualmente en su importancia económica relativa, ya que su aporte al PIB se redujo del 26,9 por ciento en 1979 al 2,4 por ciento en 2008, mientras que el sector terciario

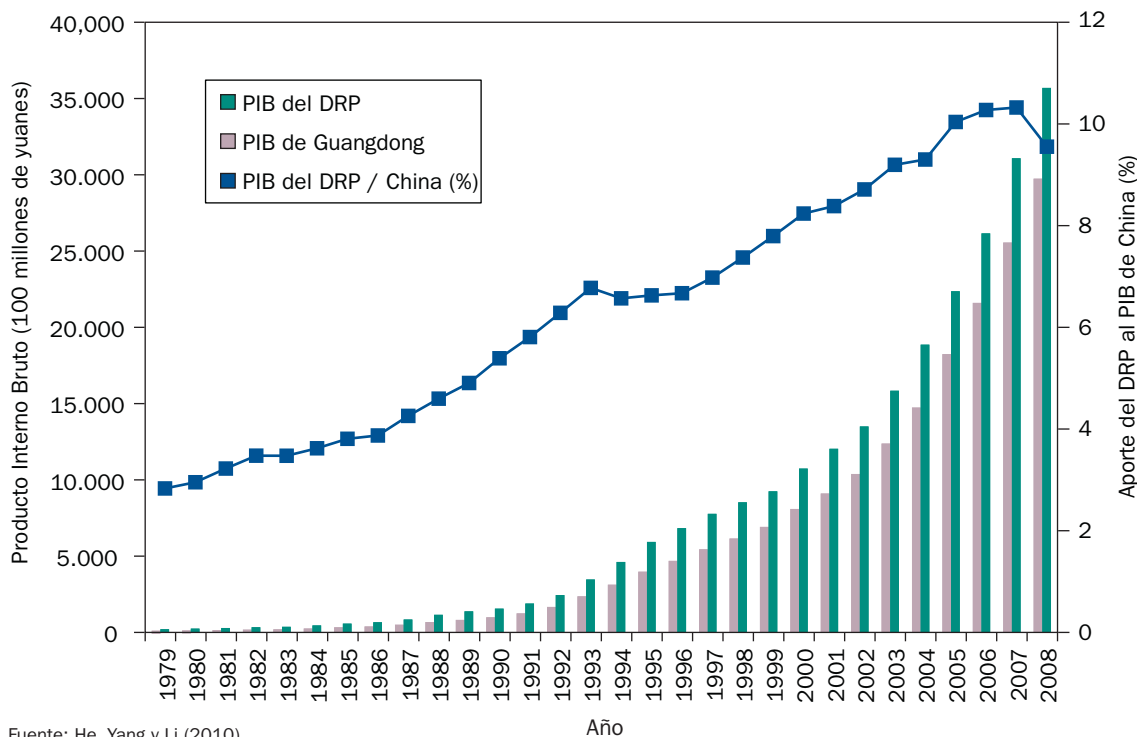
de servicios creció del 27,9 por ciento al 47,3 por ciento.

Durante ese mismo período, la población aumentó de 17,97 a 47,71 millones de residentes, alcanzando una tasa de urbanización del 82,2 por ciento en 2008. En términos de utilización del suelo, las áreas destinadas a uso industrial, residencial y comercial crecieron un 8,47 por ciento anual, es decir, de 1.068,70 km<sup>2</sup> en 1979 a 4.617,16 km<sup>2</sup> en 2008 (ver figura 2).

### Cambio climático

Dados estos cambios radicales en la utilización del suelo y el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero de la región, no es de sorprender que el DRP haya experimentado cambios climáticos regionales evidentes. La Administración Meteorológica de Guangdong (2007) informó que el promedio del aumento de temperatura en la provincia de Guangdong en las últimas cinco décadas ha sido de 0,21°C cada 10 años, en forma similar a la tasa de calentamiento de China a nivel nacional. La región costera de Guangdong, en particular el DRP, que se encuentra altamente urbanizado, experimentó aumentos aún mayores en la temperatura, a un

**FIGURA 1**  
Importancia del PIB en la región del DRP, Guangdong y China, 1979–2008



Fuente: He, Yang y Li (2010).

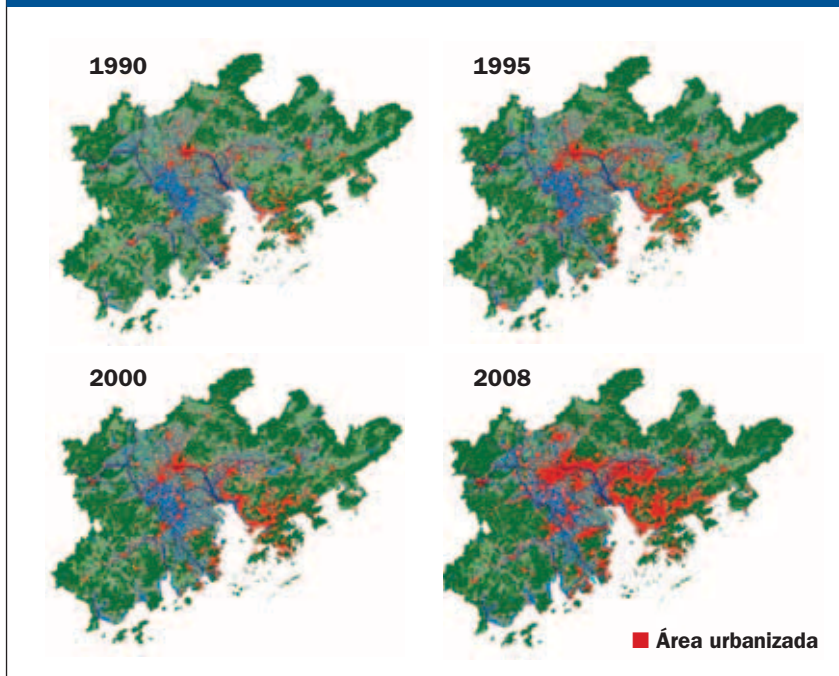
promedio de 0,3°C cada 10 años. Las ciudades de Shenzhen, Dongguan, Zhongshan y Foshan han sufrido un calentamiento de más de 0,4°C cada 10 años.

Después de compilar los datos de 21 estaciones meteorológicas en la región del DRP, calculamos

las temperaturas promedio anuales y estacionales durante el período 1971–2008 y posteriormente las comparamos con las temperaturas anuales en Guangdong. Nuestra investigación reveló que el DRP había experimentado un calentamiento significativo y que había tenido temperaturas más elevadas que el total de la provincia de Guangdong durante el período observado. Desde la década de 1970, el DRP ha sufrido un aumento de la temperatura promedio de aproximadamente 1,19°C, con lo que ha alcanzado los 22,89°C en la última década. Desde 1994, las temperaturas promedio anuales se mantuvieron por encima de la temperatura promedio de la región en 30 años de 22,1°C (ver figura 3).

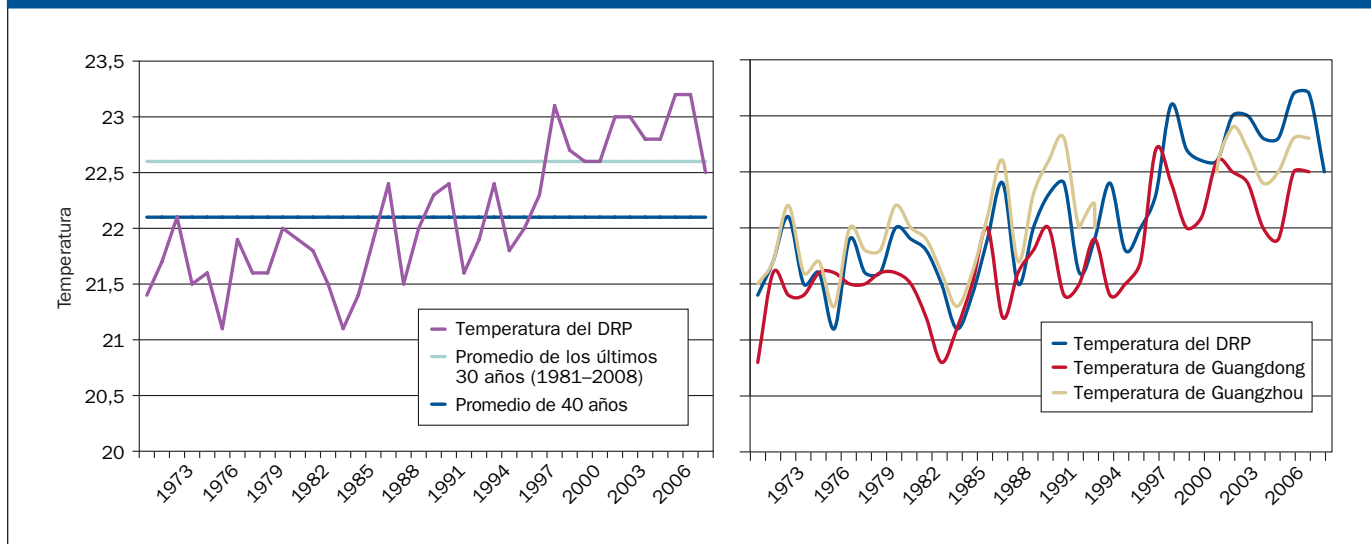
Los aumentos de temperatura más significativos se dieron en invierno y otoño, arrojando un promedio de 24,1°C en otoño y de 15,2°C en invierno entre 1994 y 2007. Dichas temperaturas son significativamente más altas que los promedios de 40 años de 23,5°C y 14,6°C, respectivamente. Aunque no resulten tan significativas, las temperaturas promedio en primavera y verano en el DRP durante el período 1997-2007 también fueron más altas que sus temperaturas promedio de 40 años de 22°C y 28,2°C, respectivamente. Este fenómeno de calentamiento regional también puede observarse, a menor escala, en Guangzhou, una populosa y típica metrópolis del DRP, en donde las temperaturas promedio aumentaron a la par que las de los alrededores de la región del delta.

**FIGURA 2**  
Expansión urbana en los alrededores del delta del río Perla



Fuente: He, Yang y Li (2010).

**FIGURA 3**  
Cambios de temperatura en el delta del río Perla, 1971–2008



Fuente: He, Yang y Li (2010).

**TABLA 1**  
**Efectos del cambio climático en las provincias costeras de China, 2008**

Provincia	Peligros marinos			Nivel del mar por sobre el promedio de 1975-1993 (mm)	Aumento estimado del nivel del mar, 2008-2038 (mm)
	Pérdidas económicas directas (100 millones de yuanes)	Muertes	Erosión (km)		
Liaoning	0,24	27	142	50	78~120
Hebei	0,26		280	45	66~110
Tianjin			34	47	76~150
Shandong	12,89		1.211	69	89~140
Jiangsu	0,38	6	225	76	77~130
Shangai	0,02	2	75	47	98~150
Zhejiang	0,97	8	54	39	96~140
Fujian	17,52	11	90	54	68~110
<b>Guangdong</b>	<b>154,29</b>	<b>73</b>	<b>602</b>	<b>75</b>	<b>78~150</b>
Guangxi	15,82	2	168	60	70~110
Hainan	3,66	23	827	86	80~130
Total	206,05	152	3.708		

Fuentes: Administración Meteorológica de China (2009a; 2009b).

A medida que el clima del DRP se fue calentando con más rapidez que en el resto de la provincia, el elevado ritmo de industrialización y urbanización ha generado una enorme demanda de energía por parte de las industrias manufactureras, el sistema de transporte y los consumidores residenciales, lo que ha dado como resultado mayores emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases de efecto invernadero que están contribuyendo al cambio climático mundial. La concentración cada vez mayor de gases de efecto invernadero, tanto a nivel regional como mundial, representa una gran fuente latente de calentamiento y otros cambios en el futuro.

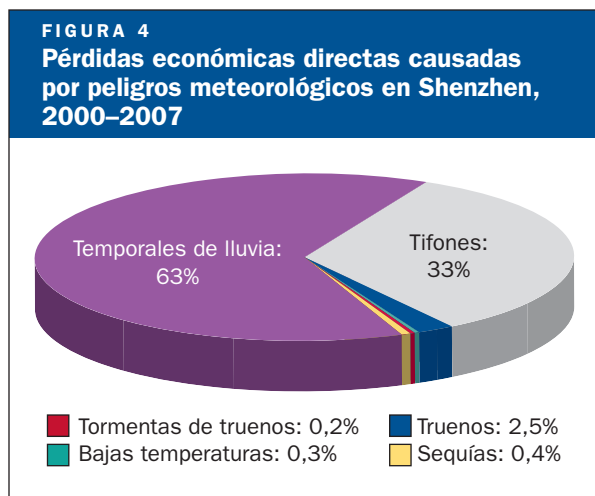
### Efectos del cambio climático

Debido a su geografía costera y a su densidad de población, Guangdong se cuenta entre las provincias litorales más vulnerables de China en cuanto al tipo de catástrofes meteorológicas, cuyo aumento se espera a causa del calentamiento global. En el año 2008, Guangdong sufrió pérdidas económicas directas de 15,43 mil millones de yuanes y 73 muertes, lo que representa el 75 por ciento y el 48 por ciento de los totales nacionales, respectivamente, así como también la pérdida de 602 km de tierras a raíz de la erosión costera (ver tabla 1). Debido a que el nivel del mar en la provincia

aumentó 75 mm durante el período 1975-1993, la predicción de la Administración Meteorológica de China (2009b) de que los niveles del mar crecerán unos 78-150 mm más entre 2008 y 2038 representa una grave amenaza a la infraestructura y a las comunidades costeras del DRP.

Guangdong ha sufrido desde hace tiempo los efectos de peligros marinos tales como lluvias torrenciales, ciclones y marejadas de tempestad que han provocado la muerte de cientos de personas, han causado graves daños en la infraestructura de viviendas y transporte y han afectado a las actividades agrícolas de la provincia. En la década de 1950, la superficie agrícola promedio anual que se vio afectada por los peligros marinos fue de alrededor de 200.000 ha; posteriormente, en la década de 1960 se incrementó a 440.000 ha y, en la década de 1970, 500.000 ha, antes de alcanzar la cifra de 1.411.000 ha en la década de 1990.

Además de una mayor frecuencia de tormentas extremas, las sequías también han ido aumentando en el DRP. En la década de 1950, la superficie agrícola promedio afectada por la sequía en Guangdong fue de 104.000 ha, superficie que ha crecido sostenidamente hasta alcanzar 201.500 ha en la década de 1980; 282.500 ha en la década de 1990; y 426.400 ha en la década de 2000. Debido al



Fuente: Wu y Li (2009).

aumento esperado en la frecuencia de condiciones climáticas extremas, así como también a los aumentos de temperatura y del nivel del mar, se prevé que las actividades agrícolas y de maricultura en el DRP serán cada vez más vulnerables al cambio climático.

Las ciudades ubicadas en el DRP son particularmente susceptibles a las catástrofes naturales y al cambio climático, ya que concentran infraestructura, actividades no agrícolas y población, lo que afecta gravemente a las actividades económicas y la vida diaria. En la región se producen con frecuencia temporales de lluvia y tifones que, por lo general, causan daños muy graves y enormes pérdidas económicas. A modo de ejemplo, durante el período 2000-2007, los temporales de lluvia y los tifones en Shenzhen causaron pérdidas económicas directas acumuladas de 525 millones y 227 millones de yuanes, respectivamente, lo que representa aproximadamente el 63 por ciento y el 33 por ciento de las pérdidas económicas directas totales asociadas con todos los peligros meteorológicos en la ciudad (ver figura 4).

Los peligros meteorológicos también provocan efectos negativos en las instalaciones, infraestructuras y sistemas de transporte. Los temporales de lluvia y los tifones suponen desafíos en relación con los sistemas de alcantarillado urbano y los centros de control de inundaciones, a la vez que los períodos prolongados de temperaturas altas o bajas ejercen una presión en la infraestructura urbana de abastecimiento de energía.

En mayo de 2009, se registró en Shenzhen un temporal de lluvia sin precedentes, durante el cual

algunas partes de la ciudad recibieron una precipitación diaria de más de 208 mm. La tormenta inundó 40 áreas de la ciudad y dejó 11 áreas debajo de al menos 1 metro de agua. Dos años antes, en abril de 2007, los temporales de lluvia provocaron el desbordamiento del río Qinghuhe en Shenzhen, y la inundación dañó diques y derribó cables de alta tensión. En el otro extremo del espectro, en julio de 2004, Guangzhou sufrió una prolongada ola de calor que generó una enorme demanda de electricidad. El uso de energía eléctrica llegó a los 8,45 millones de kilovatios, lo que obligó a muchas empresas a detener la producción con el fin de ahorrar energía.

El transporte es un elemento esencial para la actividad urbana y la producción económica. Debido a que Shenzhen y Guangzhou son dos de los principales centros poblacionales y económicos de China, tienen una importancia especial como nudos de transporte nacional, por lo que cualquier interrupción originada por condiciones meteorológicas extremas, tales como temporales de lluvia, tifones e inundaciones, puede llegar a causar efectos de largo alcance en todo el país.

Cuando la tormenta tropical Fengshen azotó a Shenzhen el 24 de junio de 2008, el puerto marítimo de la ciudad, Yantian, debió cerrarse y cientos de barcos quedaron varados en el puerto, hecho que provocó grandes pérdidas económicas. Durante el año 2008, cuatro tormentas tropicales y un temporal de lluvia causaron la cancelación de 249 vuelos y el retraso de otros 386 vuelos en el aeropuerto internacional de Shenzhen, lo que dejó varados a más de 20 mil pasajeros. En 2009, tres fenómenos meteorológicos de grandes proporciones causaron la cancelación de 176 vuelos y el retraso de 326 vuelos, mientras que 4.151 buques se vieron obligados a refugiarse en el puerto de Yantian. A medida que los viajeros chinos se vayan enriqueciendo y los viajes aéreos aumenten su frecuencia, la vulnerabilidad de estas ciudades ante los efectos negativos de condiciones meteorológicas graves también aumentará.

### Efectos negativos del aumento del nivel del mar

La Administración Meteorológica de China (2009b) identificó al DRP como una de las áreas del país que corre el mayor riesgo de sufrir aumentos del nivel del mar, debido a que posee una media de nivel del mar baja. Según estudios anteriores, los



niveles del mar en el DRP están creciendo y seguirán haciéndolo en un futuro previsible. Se registraron cambios del nivel del mar en tres medidores de mareas (Hong Kong, Zha Po y Shan Tou) durante el período 1958-2001. Hong Kong registró un aumento del nivel del mar de 0,24 cm por año durante dicho período, mientras que Zha Po y Shan Tou registraron aumentos del nivel del mar de 0,21 cm y 0,13 cm por año, respectivamente. Según los registros de mareas obtenidos por seis medidores diferentes en el estuario del río Perla, los niveles del mar han crecido a una tasa acelerada en los últimos 40 años.

En vista del derretimiento de los glaciares a nivel mundial debido al cambio climático, se prevé que los recientes aumentos en el nivel del mar continúen produciéndose e, incluso, acelerándose. Li y Zeng (1998) ofrecieron tres pronósticos sobre el aumento del nivel del mar en el DRP: 100 cm (alto), 65 cm (medio) y 35 cm (bajo) para el año 2010. Estos pronósticos se han reflejado en similares proyecciones realizadas por la Academia de Ciencias de China (1994), que indican que los niveles del mar en el DRP podrían crecer entre 40 cm y 60 cm para el año 2050.

La geografía física y el desarrollo urbano del delta lo vuelven extremadamente vulnerable a los efectos del aumento del nivel del mar y es probable que muchas áreas bajas se inunden (Yang 1996). Según los cálculos del Servicio Nacional de Datos e Información Marina de China, un aumento de 30 cm en el nivel del mar podría inundar una superficie de 1.154 km<sup>2</sup> de costa e islas en marea alta, por lo que Guangzhou, el condado de Doumen y Foshan son los que corren riesgos particularmente altos (Administración Meteorológica de Guangdong 2007).

Las inundaciones costeras y del río en el DRP se encuentran influenciadas por varios factores: lluvias torrenciales, mareas altas, vientos fuertes, tifones y marejadas de tempestad. En ciertas partes del estuario del río Perla es bien conocida la combinación de factores meteorológicos y de mareas que genera un aumento en los niveles de agua de más de tres metros durante los ciclos de marea alta (Tracy, Trumbull y Loh 2006). De acuerdo con Huang, Zong y Zhang (2004), actualmente el rango máximo de mareas aumenta a medida que recorremos el estuario hacia el norte: desde un nivel bajo de 2,34 metros cerca de Hong Kong hasta 3,31



© iStockphoto/PuiYuen Ng

metros en Zhewan, antes de alcanzar los 3,35 metros en Nansha.


El crecimiento de los niveles del mar podría magnificar el efecto de las marejadas de tempestad, que de por sí pueden ser muy graves cuando coinciden los factores meteorológicos y de mareas. Mediante el análisis de registros de 54 medidores de mareas en todo el DRP, Huang, Zong y Zhang (2004) generaron predicciones para el aumento del nivel del agua en diferentes partes del delta según distintos casos posibles de inundación. En el caso de la descarga más baja de agua dulce (2.000 m<sup>3</sup>/s),

### **Rascacielos en Guangzhou**

las simulaciones realizadas por este equipo mostraron que un aumento de 30 cm en el nivel del mar podría afectar a la parte noroeste de la región de manera más grave y a la mayor parte del área de manera significativa. El equipo de investigadores simuló además el impacto que podría tener un aumento de 30 cm en el nivel del mar sobre la distribución de los daños de una inundación según cuatro casos posibles de descarga de agua dulce: a medida que las inundaciones aumentan en gravedad, aumenta también el tamaño de las superficies afectadas.

### Resumen y debate

Las ciudades del delta gozan de ventajas de ubicación que las vuelven atractivas tanto para los residentes como para las empresas y, en consecuencia, muchas regiones asentadas sobre el delta se desarrollan y llegan a ser centros económicos vitales en muchos países. No obstante, las ciudades del delta son particularmente vulnerables a los peligros meteorológicos y corren mayores riesgos que las ciudades del interior de sufrir los efectos, tanto actuales como previstos, del cambio climático. El delta del río Perla ha experimentado aumentos significativos tanto en sus niveles del mar como en sus temperaturas; una mayor variación en las lluvias torrenciales; una mayor frecuencia de condiciones meteorológicas extremas; y un aumento de pérdidas debido a los peligros marinos.

De hecho, los peligros meteorológicos más frecuentes, tales como las inundaciones provenientes de tormentas tropicales y lluvias torrenciales, han causado efectos negativos en el DRP: interrupción de la producción agrícola y de maricultura; daños en las defensas costeras y diques; destrucción de viviendas e instalaciones; cierre del transporte; y pérdida de vidas. El aumento del nivel del mar a raíz del calentamiento global representa otra amenaza y otro desafío en muchas partes de la región. El impacto acumulado de estos fenómenos meteorológicos y climáticos interrelacionados ha aumentado los costos de desarrollo en el DRP de manera significativa. Afortunadamente, los gobiernos provinciales y municipales se han dado cuenta de la importancia que tiene la mitigación y adaptación climática y están observando las experiencias de otras ciudades del mundo asentadas también sobre deltas, con el fin de obtener enseñanzas valiosas en cuanto a la mejor manera de fortalecer la sustentabilidad y resistencia urbanas. 

### SOBRE LOS AUTORES

**CANFEI HE** es profesor de la Facultad de Ciencias Urbanas y Ambientales en la Universidad de Pekín y director asociado del Centro para el Desarrollo Urbano y la Política de Suelos de la Universidad de Pekín y el Instituto Lincoln. Asimismo, es director asociado del Grupo Especializado en Geografía Económica de la Sociedad Geográfica China. Sus campos de interés de investigación son las empresas multinacionales, la ubicación industrial y el agrupamiento espacial de empresas, y la energía y el medioambiente en China. Sus artículos se publican en varias revistas internacionales. Contacto: [hecanfei@urban.pku.edu.cn](mailto:hecanfei@urban.pku.edu.cn).

**LEI YANG** es estudiante de doctorado en la Facultad de Graduados de Shenzhen de la Universidad de Pekín.

### REFERENCIAS

- Administración Meteorológica de China. 2009a. *China marine hazards report 2008*. Beijing.
- . 2009b. *China sea level report 2008*. Beijing.
- Academia de Ciencias de China. 1994. "The impact of sea level rise on economic development of the Pearl River Delta". En *The impacts of sea level rise on China's delta regions*. Beijing: Science Press.
- Du, Yao-dong, Li-li Song, Hui-qing Mao, Hai-yan Tang y An-gao Xu. 2004. "Climate warming in Guangdong province and its influences on agriculture and counter measures". En *Journal of Tropical Meteorology* 10(2): 150–159.
- Administración Meteorológica de Guangdong. 2007. Informe de evaluación sobre el cambio climático en Guangdong. [www.gdemo.gov.cn](http://www.gdemo.gov.cn).
- He, Canfei, Lei Yang y Guicai Li. 2010. "Urban development and climate change in the Pearl River Delta". Documento de trabajo. Cambridge, Massachusetts: Lincoln Institute of Land Policy.
- Huang, Z., Y. Zong y W. Zhang. 2004. "Coastal inundation due to sea level rise in the Pearl River Delta, China". *Natural Hazards* 33: 247–264.
- IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático). 2007. "Climate change 2007: Impacts, adaptation, and vulnerability". Aporte del grupo de trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC. Cambridge, Reino Unido: Cambridge University Press.
- Li, P y Z. Zeng. 1998. "On the climatic and environmental changes in the Pearl River Delta during the last 500 years". En *Quaternary Sciences* 1: 65–70.
- Tracy, A., K. Trumbull y C. Loh. 2006. "The impacts of climate change in Hong Kong and the Pearl River Delta". Hong Kong: Intercambio cívico.
- Wu, Y. y Li, H. 2009. "Meteorological disasters and hazard evaluations in Shenzhen since 2000". En *Guangdong Meteorology*. 31(3): 43-45 (en chino).
- Yang, H. 1996. "Potential effects of sea-level rise in the Pearl River Delta area: Preliminary study results and a comprehensive adaptation strategy". En *Adapting to climate change: An international perspective*, J. N. Smith y otros, editores. Nueva York: Springer-Verlag.