

Impactos relacionados con el tiempo y el clima sobre la salud en las megaciudades



Por U. S. DE * y K. C. SINHA RAY **

Introducción

El cambio climático global a lo largo de las próximas décadas puede tener diversos efectos sobre la salud de la población humana (OMS, 1990). Aunque, a escala global, los cambios en los patrones de precipitaciones y temperatura están actualmente bien establecidos, los impactos a escala regional y local son más complejos. La conservación de la salud humana depende en gran medida de la calidad del medio ambiente de la Tierra. Los factores medioambientales incluyen el clima, los episodios meteorológicos y estacionales, los cambios en el nivel del mar y en el suministro de agua, así como la naturaleza del ecosistema que constituye el hábitat humano. La importancia de los impactos en la salud depende en alguna medida de la población. Para áreas con enclaves humanos muy poblados, la degradación medioambiental local añade vulnerabilidad. En consecuencia, las diferencias regionales en el cambio climático y los patrones demográficos darían lugar a un diferente impacto espacial.

El tiempo y el clima tienen una enorme influencia sobre la salud humana. La calidad del aire que respiramos y del agua que consumimos afecta a nuestra salud directa o indirectamente. A lo largo de los siglos, los seres humanos se han adaptado al tiempo y al clima tratando de que su cobijo, ropas y estilo de vida estuvieran en armonía con las condiciones climáticas y medioambientales. Sin embargo, las recientes previsiones de cambios significativos en el clima durante los próximos cien años han orientado nuestra preocupación hacia las consecuencias del clima y el tiempo sobre la salud. Los seres humanos responden fisiológicamente a una serie de condiciones atmosféricas, que incluyen temperatura, humedad, viento, radiación solar y polución del aire. La comodidad humana depende de la temperatura tanto como de la humedad o el viento. Aunque los seres humanos tienen una gran capacidad para adaptarse a muy variados climas y en-

tornos, se vuelven sin embargo vulnerables cuando las condiciones meteorológicas circundantes cambian considerablemente, por ejemplo, la exposición a temperaturas extremadamente cálidas puede dar lugar a un golpe de calor.

Problemas de los asentamientos urbanos

Se espera que la población mundial aumente hasta alrededor de 11 000 millones en 2100. Asia tropical es actualmente la región más poblada del mundo y seguirá sufriendo un gran aumento de población durante el siglo XXI. Algunas de las crecientes megaciudades urbanas, como Bombay (Mumbai), Calcuta, Delhi, Dhaka y Bangkok, aumentarán más su población y experimentarán graves tensiones por la carencia de recursos en las próximas décadas.

La urbanización modifica el clima de una ciudad en gran medida. La mayoría de los parámetros meteorológicos se ven afectados por la urbanización. La anómala elevación de temperatura del área edificada con respecto al campo, conocida como isla de calor urbano, tiene una extensión vertical limitada y es más intensa durante las noches en calma de invierno. Un estudio detallado de este fenómeno para diferentes ciudades en la India ayudará a una mejor planificación urbana así como a la evaluación de la dispersión probable de los contaminantes de la ciudad. Las ciudades incluidas en este estudio son Bombay, Calcuta, Delhi y Madrás (Chennai), todas ellas muy densamente pobladas.

El cambio climático tendrá lugar simultáneamente con otros factores no climáticos y socioeconómicos. Estos factores y sus impactos dependerán de las condiciones locales. Con referencia a las grandes ciudades, los asentamientos precarios que suelen crecer en los márgenes serán probablemente los más afectados.

El aumento de la población global y el crecimiento de la urbanización conducen a la degradación medioambiental debido al excesivo uso de combustibles fósiles y otros recursos. En recientes estudios se ha encontrado que la carga de partículas sólidas en suspensión y la cantidad de partículas respirables están, en la mayoría de las megaciudades, por encima de los límites recomendados. Análogamente, los estudios de todas las estaciones de la India, dentro de la Red de Control de la

* Director General Adjunto de Meteorología (Investigación), Departamento Meteorológico de la India, Pune.

** Director, Investigador, Departamento Meteorológico de la India, Pune.

Contaminación General Atmosférica (BAPMoN) llevados a cabo por el Departamento Meteorológico de la India, muestran una tendencia creciente en la acidez de las partículas de polvo atmosféricas y en el pH del agua de lluvia sobre varias megaciudades. Además, el aumento de los casos de aparición de niebla está dificultando el buen funcionamiento de las operaciones aéreas, especialmente en los aeropuertos internacionales situados en las megaciudades. En años recientes, el aeropuerto de Nueva Delhi ha experimentado muchos días de niebla con humo debido a un aumento de la cantidad de contaminantes industriales, que afecta negativamente no sólo a las operaciones aéreas, sino también a la salud humana.

Principales tendencias en la salud mundial

Estudios actuales sobre el comportamiento de la salud mundial reflejan:

- Un aumento general de la expectativa de vida.
- Una reducción de la mortalidad infantil, bebés y niños.
- Reducción de enfermedades como la polio, que pueden controlarse mediante vacunas.
- Aumento de enfermedades crónicas no infecciosas en adultos, por ejemplo diabetes, cáncer y enfermedades cardiovasculares, en poblaciones urbanas.
- Un aumento destacable en el número de casos de infección por VIH.

Los estudios de Levines y otros (1994) indican que los cambios medioambientales y demográficos en el mundo, junto con la resistencia a medicamentos, pesticidas, etc., han llevado al resurgimiento de enfermedades como el dengue, la malaria y enfermedades transmitidas por roedores como las plagas. Muchas de ellas son debidas a la falta de agua potable, a una higiene inadecuada y a la mala calidad del aire en las áreas urbanas.

Los episodios de El Niño causan un gran cambio en el sistema climático global, asociado con un extenso calentamiento de la capa superior oceánica al este del Pacífico tropical con una duración de varios meses. Los episodios de El Niño están ligados a precipitaciones y temperaturas extremas en ciertas regiones del mundo y son la mayor causa de variabilidad climática interanual. Las sequías son más frecuentes durante y a continuación de los episodios de El Niño en Australia, Brasil y Sudáfrica, estando también relacionados con el déficit de lluvias en la India, aunque no hay un nexo directo. Las precipitaciones extremas asociadas con El Niño pueden afectar adversamente a las sociedades humanas provocando escasez de alimentos, inundaciones y corrimientos de tierras. El Niño se ha ligado a las crisis alimentarias mundiales porque afecta a muchos países a la vez. Las inundaciones relacionadas con El Niño en

Perú en 1983 condujeron a problemas de salud como el aumento de casos de diarrea aguda y enfermedades respiratorias. Durante el fenómeno de El Niño más fuerte de 1997/1998, los desastrosos incendios forestales en Indonesia (especialmente en Kalimantan) y la contaminación del aire asociada dieron como resultado graves problemas sanitarios. La sequía relacionada con El Niño dio como resultado la que fue probablemente la peor hambruna del siglo XX en Papúa Nueva Guinea. Los estudios del ciclo El Niño/Oscilación Austral en relación con los brotes de malaria y, en menor medida, fiebre dengue, han revelado una fuerte correlación en ciertas regiones del mundo. Los efectos del cambio climático sobre la salud han sido divididos por los científicos en dos categorías: los efectos directos, es decir la pérdida de vidas por los golpes de calor, y los efectos indirectos, como son una mayor incidencia de cólera, malaria o plagas. El aumento del calor implica que las enfermedades tropicales pueden desplazarse al norte y al sur, hacia poblaciones previamente inmunes situadas en regiones templadas.

Los efectos directos del cambio climático sobre la salud dependen de los cambios en los parámetros climáticos y de los extremos meteorológicos a corto plazo que afectan directamente a la biología humana. Muchos estudios en países templados han mostrado que la tasa de mortalidad es baja cuando las temperaturas se mantienen en un intervalo confortable. Un aumento en la temperatura externa diaria hace crecer la tasa de mortalidad. La incomodidad frente a la carga de calor difiere de una región a otra y la mortalidad depende de las condiciones socioeconómicas, al menos en los países desarrollados. Las personas sanas tienen un mecanismo de regulación del calor eficiente. Los ancianos y niños pequeños tienen una capacidad limitada de adaptarse. A partir de estudios realizados en los EE.UU., sabemos que el aumento de la protección ante el estrés térmico por el uso del aire acondicionado no está muy claro (Rogot y otros, 1992). En general, la gente que trabaja en el exterior y al aire libres más vulnerable al estrés térmico. Un mal alojamiento, el efecto isla de calor y la falta de aire acondicionado son las causas principales de mortalidad en las megaciudades en general, y en particular en la India. Un estudio desarrollado por De y Mukhopadhyay (1998) ha mostrado que, durante 1998, una grave ola de calor causó en mayo y junio la pérdida de 1 500 vidas. La mayoría de las muertes ocurrieron en Orissa, más que en los estados del norte de la India, debido a las malas condiciones socioeconómicas. La cuestión que surge es si el impacto del golpe de calor/estrés térmico persiste después del fenómeno o no. Diversos análisis de "series temporales" en los EE.UU. han mostrado una disminución del número de muertes diarias durante más de un mes después de los golpes de calor.

En el verano de 1995, en Chicago y sus distritos circundantes, se dice que alrededor de 720 personas murieron directamente como resultado de una corta ola de calor de verano. Los científicos predicen que este efecto aumentará y que en megaciudades de América del Norte, Europa, norte de África y Asia Oriental se producirán anualmente miles de muertes más. Trabajos llevados a cabo en Atlanta, Georgia, en los EE.UU., han mostrado que muere una media de más de 78 personas al año por golpes de calor. Para 2020 este número se espera que aumente hasta 191 y hasta 293 para 2050, como resultado del calentamiento global.

De forma similar, las temperaturas bajas extremas causan la muerte durante la estación invernal. Kilbourne (1992) ha mostrado que las tasas de mortalidad estacional en los países desarrollados son máximas en invierno. La Tabla I muestra el número total de muertes por golpes de calor y olas de frío en la India durante 1978-1999.

En general, una parte sustancial de las muertes relacionadas con el invierno podrían ser por enfermedad cardiovascular (Langford y Bentham, 1995). Se cree que el calentamiento global está relacionado también con la variabilidad meteorológica que produce cambios en la frecuencia y gravedad de fenómenos extremos como sequías, inundaciones, tormentas y corrimientos de tierras. La aparición de riadas repentinas, corrimientos de tierras y tormentas puede causar directamente daños y mortalidad y, a través de la erosión e intrusión salina, reducción en la calidad y cantidad de la producción agraria.

Ciertas enfermedades transmitidas a través de portadores, como la malaria, el dengue y la fiebre amarilla, dependen de condiciones meteorológicas como la temperatura, presencia de agua superficial, humedad del aire y del suelo. El cambio climático previsto que afecta a estos parámetros meteorológicos es de crucial importancia. En los países tropicales, las enfermedades transmitidas a través de portadores son la causa principal de enfermedad y muerte. Las enfermedades transmitidas por los portadores en el agua y la comida probablemente suponen también un riesgo para la salud general. Tanto las grandes inundaciones, por el aumento de precipitaciones, como la escasez de agua, pueden causar epidemias de cólera, disentería y diarrea. Muchos de los organismos que causan estas epidemias pueden sobrevivir en el agua durante meses, especialmente en temperaturas más cálidas. El aumento de las precipitaciones, los malos drenajes y el agua estancada pueden tener impacto sobre la salud. La humedad y las altas temperaturas pueden provocar también casos de envenenamiento de la comida, al igual que las condiciones atmosféricas que permiten la supervivencia y proliferación de bacterias y moscas.

Los efectos indirectos del cambio climático sobre la salud incluyen la desnutrición, por cosechas dañadas o producción reducida. Según una encuesta global, sólo en África, más de cien millones de personas se enfrentan a este riesgo. La inundación de las áreas costeras de baja altura subsiguiente al aumento del nivel del mar, puede conducir a la emigración de las poblaciones costeras y los riesgos asociados de enfermedades infecciosas y peligros para la salud. Las incidencias de enfermedades respiratorias están causadas principalmente por polvo y gases contaminantes en la atmósfera. Estas condiciones dependen de la estación y se agravan generalmente en el invierno. Las personas con bronquitis crónica y asma sufren una gran incomodidad en invierno. En los trópicos, el asma aparece frecuentemente en la estación húmeda. Es bien conocido que la exposición a la contaminación atmosférica tiene graves consecuencias sobre la salud. En entornos urbanos, la combinación de altas concentraciones de contaminantes del aire, baja velocidad del viento y alta humedad, provocan que la contaminación quede atrapada. Los estudios revelan que, en muchos enclaves urbanos, la muerte por enfermedad cardiovascular y respiratoria es un efecto combinado de la temperatura y la polución del aire. El ozono estratosférico protege la superficie de la Tierra de la radiación ultravioleta (UV) incidente que es perjudicial para animales y plantas. La reducción de la capa de ozono puede, por lo tanto, tener graves implicaciones para la salud. Muchos estudios han mostrado que el aumento de radiación UV puede producir cáncer de piel en los seres humanos. La reducción del ozono estratosférico —especialmente en las latitudes altas— puede dañar el tejido de la piel y desencadenar procesos cancerígenos. El aumento de radiación UV debido a la reducción del ozono en la estratosfera puede provocar también cataratas oculares.

Además de la incomodidad para el hombre, Bentham y Langford (1995) han mostrado que la incidencia de envenenamiento de la comida aumentaba durante el verano. El envenenamiento de la comida y las infecciones transmitidas por la misma pueden por tanto aumentar si tiene lugar el aumento general de temperatura en verano como se ha pronosticado. Un gran número de casos de envenenamiento de comida en 1989 en Inglaterra y Gales fueron parcialmente el resultado de un verano inusualmente largo y caluroso ese año. El almacenamiento, la temperatura ambiente, y unas prácticas de enfriado y procesamiento adecuadas son factores importantes para la calidad de la comida preparada.

Aunque temperaturas extremadamente altas en Gran Bretaña podrían ser fatales, existe sin embargo, desde hace mucho tiempo, una tendencia al creci-

TABLA I

(a) Número total de olas de calor asociadas con pérdida de vidas humanas (1978-1999)^{1,2}

Estado	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
Andra Pradesh	-	7 (21)	8 (447)	3 (7)	-	18 (475)
Assam	-	1 (-)	1 (-)	1 (26)	-	3 (26)
Bihar	-	5 (112)	9 (182)	14 (477)	-	28 (771)
Gujarat	2 (-)	1 (10)	4 (24)	-	-	7 (34)
Haryana	1 (-)	1 (-)	1 (5)	7 (31)	2 (1)	12 (37)
Himachal Pradesh	-	-	1 (-)	-	-	1 (-)
Karnataka	-	1 (2)	1 (3)	-	-	2 (5)
Madhya Pradesh	1 (-)	1 (-)	5 (121)	6 (44)	-	13 (165)
Maharashtra	2 (-)	6 (12)	23 (110)	4 (121)	-	35 (243)
Orissa	-	1 (7)	10 (430)	4 (92)	-	15 (529)
Punjab	-	1 (-)	7 (22)	7 (92)	2 (-)	17 (114)
Rajasthan	1 (-)	5 (8)	16 (733)	19 (882)	1 (2)	42 (1625)
Tamil Nadu	-	-	1 (20)	1 (3)	-	2 (23)
Uttar Pradesh	1 (-)	3 (23)	8 (167)	10 (496)	1 (-)	23 (686)
Bengala Occidental	-	10 (51)	12 (24)	6 (83)	-	28 (158)
Delhi	-	-	1 (24)	3 (25)	-	4 (49)
Chandigarh	-	-	2 (1)	1 (1)	-	3 (2)

385

(b) Número total de olas de frío asociadas con pérdida de vidas humanas (1978-1999)²

Estado	Enero	Febrero	Marzo	Diciembre	Total
Andra Pradesh	-	-	-	-	-
Assam	-	-	-	-	-
Bihar	39 (1 640)	5 (145)	1 (0)	22 (520)	-
Gujarat	3 (3)	1 (0)	-	2 (84)	-
Haryana	5 (7)	1 (1)	-	2 (1)	-
Himachal Pradesh	14 (42)	1 (0)	1 (0)	2 (0)	-
Karnataka	-	-	-	-	-
Madhya Pradesh	4 (6)	2 (0)	1 (0)	5 (13)	-
Maharashtra	7 (4)	4 (0)	2 (0)	5 (3)	-
Orissa	-	-	-	-	-
Punjab	10 (21)	2 (2)	0 (0)	7 (13)	-
Rajasthan	22 (69)	2 (1)	4 (0)	25 (71)	-
Tamil Nadu	-	-	-	-	-
Uttar Pradesh	22 (687)	4 (33)	2 (0)	19 (237)	-
Bengala Occidental	23 (116)	-	-	5 (13)	-
Delhi	2 (3)	2 (2)	-	1 (2)	-
Chandigarh	2 (2)	-	-	-	-
Jammu y Kashmir	6 (44)	-	-	9 (43)	-

¹ Chaudhary y otros, 2000.² Los números entre paréntesis indican el número de vidas perdidas.

miento de las tasas de mortalidad durante los meses de invierno (Langford y Bentham, 1995). Anderson (1985) encontró que la calefacción central y la reducción de la contaminación del aire en las megaciudades del Reino Unido habían reducido globalmente las muertes en invierno durante los pasados 25 años. El patrón de muertes invernales entre los ancianos, sin embargo, no parecía haber cambiado. Keatinge y otros

(1989) concluyeron que la exposición a condiciones frías puede ser la causa real. La gripe, bronquitis y neumonía son causas significativas de mortalidad invernal. Davis (1988) encontró que la mortalidad en conjunto durante 2000-2010 (mayo-septiembre) será de alrededor de 3 310 personas menos como resultado de un aumento de la temperatura mensual entre 0,7 y 0,9°C. En general, se evitará un mayor número de

muerdes como resultado del aumento de la temperatura invernal. Sin embargo, el factor simultáneo de la calidad del aire debe tenerse en cuenta, ya que una mala calidad del aire podría seguir creando problemas respiratorios, incluso en un invierno más cálido. En invierno, además de las afecciones respiratorias, las enfermedades cardioisquémicas y cerebrovasculares tienen un ciclo anual de mortandad que se ajusta estrechamente al de las enfermedades respiratorias. En consecuencia, las poblaciones de las megaciudades con inviernos extremos tienen riesgo de los tres tipos de enfermedad. Un estudio reciente de Aikman (1997) sugiere que el aumento de humedad y la reducción de la temperatura tienden a agravar el dolor artrítico y la rigidez de las articulaciones. De esta manera, los días de invierno fríos y húmedos son también una fuente de incomodidad para las personas con estas afecciones.

Clima urbano en la India

Oke (1994) ha analizado la naturaleza del clima urbano en una ciudad de latitud media. Los efectos urbanos incluyen más flujo de calor, menor velocidad del viento y menor visibilidad. Aunque el trabajo sobre climas de ciudades tropicales empezó hace algunas décadas, la información disponible es extremadamente escasa. Un estudio de Padmanabhamurty (1984) documenta la existencia de islas de calor en cinco ciudades de la India: Delhi (28°35'N, 77°12'E), Bombay (18°54'N, 72°49'E), Calcuta (22°32'N, 88°20'E), Pune (18°32'N, 73°51'E) y Visakhapatnam (17°43'N, 83°14'E).

Las tres primeras entran dentro de la categoría de megaciudades. Las intensidades de la isla de calor de estas ciudades son de 6,0°, 9,5°, 10,5°, 4,0° y 0,6°C, respectivamente. En la Tabla II se presenta la intensidad de la isla de calor mensual para Delhi. El efecto de isla urbana de calor causa un aumento en la temperatura mínima que, a su vez, aumenta la capacidad de retención del agua en la época de mínima temperatura. Si están disponibles fuentes de humedad o hay una advección de viento húmedo, pueden formarse nieblas más frecuentemente. Un estudio de De y otros (2000) ha mostrado que en la mayoría de los aeropuertos del norte de la India, la frecuencia de la aparición de baja visibilidad (< 2 000 m) ha aumentado drásticamente a lo largo de las últimas tres décadas.

A comienzos del siglo XX, la India tenía sólo una ciudad con más de 1 millón de habitantes. El número de tales ciudades es ahora de más de 20. La proporción de porcentaje relativo de población rural y urbana en la India era de 89,2 y 10,8 en 1901, mientras que en 1991 las cifras respectivas eran de 74,3 y 25,7. Se ha producido un aumento pronunciado en el porcentaje

TABLA II
Intensidades medias de la isla de calor (°C) en los momentos de las épocas de máxima y mínima temperatura en Delhi

Mes	Intensidad de la isla de calor (°C)	
	Máximo	Mínimo
Enero	4	6
Febrero	3	4
Marzo	4	6
Abril	3	6
Mayo	4	5
Junio	2	3
Julio	2	5
Agosto	2	4
Septiembre	2	3
Octubre	4	6
Noviembre	2	6
Diciembre	3	6

de población urbana en los últimos 50 años. Actualmente, casi 220 millones de personas en la India viven en ciudades. La industria, automóviles, consumo de combustible doméstico y el uso de electrodomésticos contribuyen a las emisiones, mientras que los gases de los basureros se añaden al deterioro de la calidad del aire y al calentamiento del entorno de la ciudad. Los factores socioeconómicos conducen también al deterioro de la calidad atmosférica. Estos factores incluyen:

- Población emigrante
- Aumento del consumo de energía de la población creciente
- Aumento de la carga de tráfico
- Aumento de la actividad industrial
- Falta de planificación urbana

Con más oportunidades de trabajo, los centros urbanos seguirán atrayendo la emigración de las áreas circundantes. Las actividades humanas en las megaciudades son una de las causas primarias de la isla local de calor que se produce en ellas. Estas actividades incluyen:

- Emisión de calor de sistemas de producción de energía
- Emisión de partículas y gases traza a la atmósfera
- Liberación de CO₂ en la atmósfera a través del mayor uso de combustibles fósiles
- Deforestación y agotamiento de la cubierta forestal alrededor de las ciudades en crecimiento
- Liberación de productos de desecho a la atmósfera e hidrosfera

A continuación expondremos brevemente las condiciones medioambientales de las siguientes ciudades:

Calcuta

La Corporación Municipal de Calcuta tiene un área de 185 km² con una población de 4,3 millones de habitantes (Samanta, 1998). El Área Metropolitana de Calcuta mide 1 350 km² con una población de 11,9 millones. El núcleo de la ciudad está densamente poblado con alrededor de sólo el 4 por ciento del área urbana, pero soportando cerca del 23 por ciento de la población urbana. Un gran porcentaje de la población de Calcuta vive en estructuras temporales y refugios. Según el informe de las NU de finales de enero de 1994, Calcuta, Bombay y Delhi estaban entre las ciudades más contaminadas del mundo. La OMM informó en 1995 que cinco de las siete ciudades más contaminadas estaban en Asia, en concreto Calcuta, Delhi, Pekín, Yakarta y Shenyang. Sin embargo, el clima de Calcuta es tal que durante las fuertes lluvias de la estación húmeda, el aire está comparativamente limpio. Fuertes vientos alejan los contaminantes y la polución del aire no es tan grave como para causar peligros para la salud. La calidad del aire de Calcuta se deteriora en invierno (de noviembre a febrero) debido a las partículas en suspensión. Un estudio de Chakraborti y otros (1962) indica que el riesgo de cáncer por esta mala calidad del aire, principalmente por la presencia de hidrocarburos aromáticos polinucleares y otros compuestos orgánicos cancerígenos, es alta comparada con los países occidentales. El tráfico denso, el uso de gasolina con plomo y el mal estado de los automóviles son a menudo citados como las causas. Durante el invierno en Calcuta, la inversión a bajo nivel y la alta humedad provocan nieblas frecuentes que, asociadas con los contaminantes, constituyen un peligro para la salud. El aeropuerto, que está a corta distancia de la ciudad, en el nordeste, ha mostrado recientemente, sin embargo, una tendencia decreciente en la frecuencia de fenómenos de baja visibilidad (De y otros, 2000). Aunque la razón exacta de esto no es conocida, la construcción de casas en tierra pantanosa alrededor del aeropuerto podría ser la respuesta.

Bombay (Mumbai)

Situada en la costa occidental de la India, Bombay es la capital de Maharashtra, con un área de unos 600 km², incluyendo los suburbios, y una población de alrededor de 9,8 millones de habitantes. Un gran centro de industria y comercio, la polución industrial y de los vehículos, ha provocado que la calidad del aire disminuya. En 1991, las autoridades médicas informaron de casos crónicos de bronquitis, asma y enfermedades respiratorias. Situada cerca de la costa, Bombay tiene

un clima moderado con una estación seca pronunciada de octubre a mayo. No experimenta veranos ni inviernos extremos y la aparición de olas de calor y frío es casi inexistente. Sin embargo, las fuertes precipitaciones y corrimientos de tierra durante la estación del monzón de verano (junio-septiembre) afectan a las viviendas de los barrios bajos. Según Habitat, el porcentaje de habitantes en los barrios bajos de Calcuta, Bombay y Delhi en 1976 era de alrededor del 70, 40 y 40 por ciento, respectivamente. La lluvia intensa en Bombay da lugar a frecuentes inundaciones de las calles y alteración del tráfico. La calidad de los desagües está degradada por la contaminación atmosférica y por la falta de gestión en la eliminación de basuras. Bombay tiene también un problema de alta humedad que da lugar a un tiempo muy bochornoso. Los vientos costeros de la tarde (brisa marina), sin embargo, tienden a mejorar el confort humano. Se ha informado también de enfermedades transmitidas por el agua, como hepatitis, disentería y cólera, durante la estación húmeda. El aumento de las fuertes precipitaciones es un factor crítico para la ciudad de Bombay.

Delhi

Delhi es la capital del país con un área de 1 483 km² y una población estimada de 9,4 millones de habitantes. Delhi tiene muchas industrias de pequeña y mediana escala y es también el centro comercial del norte de la India. Recientemente, ha habido una gran preocupación por hacer las industrias no contaminantes. El río Yamuna tiene una mala calidad del agua, los efluentes del alcantarillado de las ciudades de las riveras del río crean las tres cuartas partes de la polución del agua. Por ello, se informa habitualmente de enfermedades como gastroenteritis, diarrea, disentería, tífus y hepatitis. Una encuesta de la OMS realizada en 1985 mostró que en promedio, los niños indios de menos de 5 años sufren 3,3 episodios de diarrea cada año. En 1995-1996, 21 300 personas desarrollaron ictericia después de beber agua contaminada. Los fenómenos de calentamiento significativo tienen lugar en la mayor parte de la India peninsular y son más destacados en invierno. Muchas partes del noroeste de la India, especialmente Delhi, muestran una tendencia al enfriamiento. Un estudio reciente de Prakasa Rao y otros (2000) ha indicado una tendencia creciente a la aparición de temperaturas extremas (máximas) por encima del valor umbral en los estados peninsulares, mientras que en el norte de la India la tendencia es, contrariamente, descendente.

Madrás (Chennai)

Situada en el sudeste de la península, Madrás tiene un área de 174 km² y una población de 3,8 millones de habitantes. Tiene varias industrias y es un centro educa-

tivo y comercial importante. Su clima es generalmente suave con una temperatura mínima media por encima de 20°C a lo largo del año. La temperatura máxima media a lo largo del año está por encima de 28°C, con una humedad entre el 70 y el 80 por ciento. Por término medio, el calor es opresivo durante el verano debido a la alta humedad, aunque la temperatura máxima media no aumenta mucho comparada con las estaciones del norte. Las olas de frío no afectan a la ciudad. Las olas de calor incómodas y las situaciones de alta humedad se desarrollan durante la estación premonzónica. Un reciente estudio de De y Mukhopadhyay (1998) indicaba una grave ola de calor del 15-31 de mayo de 1998, cuando la temperatura máxima diaria permaneció por encima del valor normal durante dos semanas. La segunda temperatura máxima más alta del siglo XX, 44°C, se registró el 24 de mayo de 1998 y fue 8°C por encima de lo normal. La temperatura más alta jamás registrada fue 45°C el 21 de mayo de 1910. Un estudio de Tsetlidaki y otros (1995) ha mostrado que la mortalidad y morbilidad dependen de un índice termohigrométrico complejo:

$THI = T_{m\acute{a}x} - [(0,55 - 0,0055 \text{ H.R.}) (T_{m\acute{a}x} - 14,5)]^{\circ}C$.
Un THI > 28,5 está asociado habitualmente a sensación de incomodidad. Así, en Madrás, una temperatura máxima de 36,5°C con una humedad relativa del 75 por ciento significa un valor de THI por encima de

34°C, que es mucho mayor que el nivel de incomodidad de 28,5°C. De esta manera, las megaciudades costeras en verano tienen un grado de incomodidad mayor comparado con la situación en el interior.

Handa (1982) observó que la aparición de lluvia ácida es probable que esté confinada a las megaciudades o cerca de una fuente de emisión de azufre. Mukhopadhyay y otros (1992) han mostrado a partir del análisis de datos de las estaciones BAPMoN que las precipitaciones sobre la mayoría de las estaciones industriales son de naturaleza ácida, lo que tiene un efecto perjudicial sobre la agricultura, así como sobre los monumentos arqueológicos.

La variación estacional de la mortalidad en la región tropical no ha sido estudiada tan extensamente como en latitudes más altas. Un estudio realizado en Sri Lanka por Motohashi y otros (1996) analizó la variación estacional de la mortalidad desde 1976 a 1980 en Sri Lanka. Puesto que la temperatura en las áreas bajas de Sri Lanka es casi constante a lo largo del año, las cifras de mortalidad mostraron mejor ajuste con las precipitaciones que con la temperatura. La correlación entre mortalidad y precipitaciones en Sri Lanka (Colombo y Nuwara-eliya) era parcialmente explicada por el tipo dominante de enfermedades en Sri Lanka. La abundancia de precipitaciones y el aumento de la humedad con altas temperaturas tenían un impacto

ALGUNOS FENÓMENOS METEOROLÓGICOS MORTALES Y MEGACIUDADES EN LA INDIA

Olas de frío

- Delhi experimentó una ola de frío del 15-24 de diciembre de 1981, que produjo la muerte a dos personas.
- Calcuta registró una ola de frío el 1 y 2 de enero de 1992 que causó la muerte a 16 personas.

Golpes de calor

- Bombay experimentó una temperatura máxima de 40,2°C el 28 de marzo de 1982, la más alta desde 1955.
- Delhi experimentó un golpe de calor del 22-31 de mayo de 1988 que causó la muerte de 24 personas.
- Madrás registró una temperatura de 44°C, la segunda mayor temperatura máxima del siglo XX, el 24 de mayo de 1998, que causó la muerte de dos personas.

Lluvias/Tormentas

- Calcuta padeció una fuerte riada repentina del 3 al 6 de junio de 1984. Diecinueve personas perdieron su vida en las inundaciones y muchas otras perdieron sus viviendas.
- Del 15 al 17 de junio de 1990, Bombay registró sus precipitaciones más altas de los últimos 104 años, 37 personas murieron como resultado de un corrimiento de tierra.
- Madrás registró precipitaciones de 35 cm el 14 de junio de 1996, que produjeron la muerte a catorce personas.
- Bombay registró precipitaciones de 35 cm el 13 de julio de 2000. Setenta personas murieron en un corrimiento de tierra.
- Un tornado inusual devastó Delhi el 17 de marzo de 1978, provocando la muerte de 30 personas, hiriendo a 1 000 más y causando daños por valor de 10 millones de rupias.

sobre las condiciones sanitarias, la deficiente eliminación de aguas residuales, la contaminación de agua potable, etc. Esto aumenta el riesgo de infecciones y enfermedades gastrointestinales. Diversos estudios realizados en Calcuta, en áreas rurales de Bangladesh y en el sudeste de Nepal han mostrado una tasa de mortalidad superior durante el monzón. Se sugirió que el aumento de la humedad relativa proporciona también condiciones favorables para el crecimiento de bacterias, virus, mosquitos y otros artrópodos portadores. Otras megaciudades de la zona tropical, en particular Delhi, Bombay, Madrás, Shangai, Yangon y Bangkok pueden tener una estacionalidad similar de la mortalidad en relación con las precipitaciones.

En las megaciudades del mundo en desarrollo son necesarios un agua potable de garantía, una higiene adecuada, una eficiente eliminación de basuras y un plan urbanístico bien diseñado. Debe tenerse como objetivo una menor dependencia de los combustibles fósiles para contener las emisiones de CO₂. La consideración del confort humano debería incorporarse también a la planificación básica de los asentamientos urbanos. Para un lugar con un invierno seco (por ejemplo Delhi), la incomodidad aumenta debido a una baja humedad relativa. Esto puede compensarse instalando grandes parques y extensas masas de agua entre los focos de alta densidad de población, lo que ayudaría también a hacer las noches de verano más cómodas. El efecto del aumento de humedad puede, sin embargo, desplazar el índice de comodidad de forma adversa durante los días de verano, exigiendo así la necesidad de optimizar este factor. Para un lugar con un clima húmedo, la única alternativa es permitir una ventilación apropiada mediante aire suburbano.

Conclusiones

- El clima de las ciudades difiere del de las áreas rurales circundantes. La urbanización produce cambios en el clima local, dando lugar a lo que se define como clima urbano.
- Los edificios y estructuras de la ciudad cambian las características de su superficie y de la población humana, provocando cambios que tienen efectos directos a corto y largo plazo.
- En la mayoría de la megaciudades tropicales existe riesgo de inundaciones debido a fuertes lluvias, corrimientos de tierra y otros peligros durante la estación de las lluvias.
- La contaminación del agua potable, sistemas de desagüe inadecuados y el crecimiento de bacterias y virus en aguas estancadas y basureros aumenta el riesgo para la salud.
- En los climas más fríos de latitudes más altas, las temperaturas bajas extremas y la exposición a

condiciones frías muestran un ciclo estacional con un pico de mortalidad durante el invierno.

- El estrés térmico, el calor sofocante y el golpe de calor son causas comunes de incomodidad y mortalidad. La falta de ventilación y el amplio uso de hormigón son dos factores que aumentan la incomodidad en el verano de las megaciudades, incluso en países desarrollados. Por ejemplo, una intensa ola de calor en 1995 dio como resultado la muerte de 726 personas en Chicago, EE.UU. El calentamiento global es probable que empeore la situación.
- Las temperaturas mínimas en las áreas urbanas tienden a permanecer altas durante la noche comparadas con las áreas rurales. Este factor hace más incómodo el verano en las megaciudades.
- En general, tanto el invierno, como el verano y las lluvias fuertes tienden a afectar más a los niños pequeños (0-4 años) y a los ancianos (más de 70 años), que son más vulnerables al tiempo y al cambio climático en las megaciudades.
- Ungar (1999), citando un informe de la oficina de seguros de Canadá, ha afirmado que los desastres naturales de la última década han causado pérdidas por más de 1 000 millones de dólares de EE.UU. en 18 ocasiones. Dado que antes de 1987 no hubo ningún desastre natural de esta magnitud, al menos una parte de esta cifra es atribuible al aumento de las pérdidas provocadas por los fenómenos extremos en las megaciudades, cuyo número es creciente.

Referencias

- ALDERSON, M. R., 1985: Season and Mortality. *Health trends*, 17, 87-96.
- AIKMAN, H., 1997: The association between arthritis and the weather. *Int. J. of Biometeorology*, 40, 192-99.
- BENTHAM, G., and I. H. LANGFORD, 1995: Climate change and the incidence of food poisoning in England and Wales. *Int. J. of Biometeorology*, 39, 81-86.
- CHAKRABORTI, M. K., and M. N. RAO, 1962: *Indian J. Med. Research*, 50, 295-301.
- CHAUDHARY, S. K., J. M. GORE and K. C. SINHA RAY, 2000: Impact of heat waves over India. *Current Science*, 79, 2, 25 July 2000, 153-155.
- CHABRA, B. M., G. S. PRAKASA RAO and U. R. JOSHI, 1997: A comparative study of differences in the averages of temperature and rainfall over the Indian stations during the periods 1931-60 and 1961-90. *Mausam*, 48, 65-70.
- DE, U. S. and R. K. MUKHOPADHYAY, 1998: Severe heat wave over Indian subcontinent in 1998 in a perspective of global climate. *Current Science*, 75, 12, 1308-1311.
- DE, U. S., G. S. PRAKASA RAO and A. K. JASWAL, 2000: A study of visibility over Indian cities. (Propuesta su publicación en *Mausam*).
- DAVIS, I., 1986: The planning and maintenance of human settlements to resist extreme climatic forces. *Proceedings of*

- Technical Conference on Urban Climatology*, Mexico City. OMM N.º 652, 277-312.
- HANDA, B. K., 1982: Chemical composition of rain water over Lucknow in 1980. *Mausam*, 33, 485-488.
- KEATINGE, W. R., SPK. COLESHAW and J. HOLMES, 1989: Changes in seasonal mortalities with improvements in home heating in England and Wales from 1964 to 1984. *Biometeorology*, 33, 71-76.
- KILBOURNE, E. M., 1992: Illness due to thermal extremes. In public health and preventive medicine [J. M. Last and R. B. Wallace (Eds.)], 13th ed., 491-501.
- LANGFORD, I. H. and G. BENTHAM, 1995: The potential effects of climate change on winter mortality in England and Wales. *Int. J. Biometeorology*, 38, 141-147.
- LEVINES, R, T. AWERBUCH, U. BRINKMAN, I. ECKHARDT, P. R. EPSTEIN, N. MAKHOUL, C. ALBUQUERQUE DE POSSAS, C. PUCCIA, A. SPIELMAN and M. E. WILSON, 1994: The emergence of new diseases. *American Scientist*, 82, 52-60.
- LLANSO, P. D., L. S. KALKSTEIN and S. C. SHERIDAN, 1999: The showcase projects on health/health warning systems: International collaboration within the climate agenda. (Propuesta su publicación en *Int. J. Biometeorology*).
- MOTOHASHI, Y., T. TAKANO, K. NAKAMURA, K. NAKATA and M. TANAKA, 1996: Seasonality of mortality in Sri Lanka: Biometeorological consideration. *Int. J. of Biometeorology*, 39, 121-126.
- MUKHOPADHYAY, B., S. V. DATAR and H. N. SRIVASTAVA, 1992: Precipitation chemistry over the Indian region. *Mausam*, 43, 3, 249-258.
- OKE, T. R., 1994: Global change and urban climate. *Proceedings of the Thirteenth International Congress of Biometeorology*. Calgary, Canadá, 12-18 de septiembre de 1993. Parte II, Vol. I. (Artículos presentados en el Seminario Internacional sobre Arquitectura Solar y Planificación, Calcuta, India, 8-10 septiembre de 1995).
- PADMANABHAMURTY, B., 1986: Some aspects of the urban climates of India. *Proceedings of the Technical Conference on Urban Climatology and its Application with Special Regard to Tropical Areas*, OMM, Núm. 652, 136-165.
- PRAKASA RAO, G. S., A. K. JASWAL and U. S. DE, 2000: Extreme temperature events over the Indian subcontinent. (Propuesta su publicación en las Actas de TROMPET-2000).
- ROOT, E., P. D. SORLIE and E. BACKLAND, 1992: Air conditioning and mortality in hot weather. *American J. of Epidemiology*, 136, 106-116.
- SAMANTA, G. y otros, 1998: Air pollution in Calcutta during winter - A three year study. *Current Science*, 75, 2, 123-138.
- TSELEPIDAKI, G., D. N. ASIMAKOPOULOS, K. KATSOUYANNI, C. MOUSTRIS, G., TOULOUMI and A. PANTAZOPOULOU, 1995: The use of a complex theronohygro-metric index in predicting adverse health effects in Athens. *Int. J. of Biometeorology*, 38, 194-198.
- UNGAR, S., 1999: Is strange weather in the air? A study of US national network news coverage of extreme weather events. *Climatic Change*, 41, 2, 133-150.
- WHO, 1990: Potential Health Effects of climate change: (Informe de un Grupo de Trabajo de la OMS). OMM/REP/90.10, OMS Ginebra, Suiza, 58 páginas.

Condiciones meteorológicas y mortalidad de ancianos en Roma durante el verano



Por Paola MICHELOZZI *, Valeria FANO *,
Francesco FORASTIERE *, Alessandra BARCA *,
Laurence S. KALKSTEIN **, Carlo A. PERUCCI *

Introducción

Muchos aspectos de la salud humana se ven afectados por las variables meteorológicas. La relación entre el tiempo, la temperatura y la salud es bien conocida y ha sido evaluada en diferentes condiciones climáticas, durante las estaciones invernal y estival [1, 2]. Un gran conjunto de datos sugiere que la relación entre la temperatura y la mortalidad tiene una forma de U, con tasas de mortalidad mayores en el invierno que en el resto del año, y con mínimos en los días en que la tem-

peratura máxima se encuentra entre 20 y 25°C [3, 4]. La mayoría de los estudios epidemiológicos han analizado el efecto del frío sobre la mortalidad diaria, pero pocos estudios han considerado la relación entre el tiempo y la mortalidad durante la estación cálida. El conocimiento actual de los efectos de las altas temperaturas sobre la mortalidad está basado principalmente en estudios sobre el efecto de las temperaturas extremas, las llamadas "olas de calor", que se han asociado a un exceso de muertes por afecciones cardiovasculares, cerebrovasculares y respiratorias [5, 6].

Se ha observado un pico en la mortalidad durante el verano en algunas ciudades mediterráneas; se ha informado, especialmente en Atenas y en Roma, de

* Agencia de Salud Pública, Lazio, Italia

** Centro de Investigación Climática, Universidad de Delaware, Newark, DE, EE. UU.