

**H.T.** — *¿Hay otros organismos en Chile que se ocupen de actividades meteorológicas?*

N.S.B.F. — *Las tareas meteorológicas relacionadas con actividades aeronáuticas, las predicciones meteorológicas para distintos fines y la seguridad de la zona tropical del aire, del mar y de la tierra son responsabilidades del Servicio Meteorológico Nacional. Otras instituciones y empresas de Chile con actividades meteorológicas incluyen la Dirección General de Agua, que está a cargo de las redes hidrométricas nacionales y del control y utilización de los recursos hídricos. Mantienen numerosas estaciones de precipitación y climatológicas. La Empresa Eléctrica Nacional tiene sus propias redes hidrológicas y climatológicas que sirven para fines específicos tales como planificar la construcción y el funcionamiento de las plantas de energía hidroeléctrica.*

**H.T.** — *¿Podría contarnos algunos acontecimientos importantes de su vida profesional?*

N.S.B.F. — *Lo primero que me gustaría mencionar ocurrió en 1969, cuando tuve el honor de convertirme en miembro académico de la Universidad Católica Pontificia de Chile. Con algunos de mis estudiantes de geografía tomé parte en la preparación del plan contra la contaminación del área metropolitana de Santiago. Después, está cuando me concedieron la Cruz al Mérito Aeronáutico de Chile, el 12 de diciembre de 1992. La*

*orden reza: "... fue uno de los que sentaron la base para la formación y el desarrollo de la Dirección Meteorológica de Chile con su tecnología avanzada y su eficiencia. También reconoce su participación activa en acontecimientos tanto nacionales como internacionales". Por último, debo mencionar mi estancia de un año en la Antártida y mi participación en el Primer Congreso Iberoamericano de Meteorología de Salamanca, en España, en 1992. Allí tuve la maravillosa oportunidad de volver a ver a mis antiguos colaboradores Inocencio Font Tullot, Eduardo Basso y Virgilio Torres Molineiro, además de al Secretario General de la OMM, el Profesor G. O. P. Obasi.*

*Otros acontecimientos importantes de mi vida profesional fueron los premios que recibí de la Universidad de Santiago de Chile, de la Embajada de los Estados Unidos de América y de la Embajada de Francia.*

**H.T.** — *¿Le gustaría decir algo acerca de su familia?*

N.S.B.F. — *Me gustaría dar las gracias a mi esposa, Judith Yuraszcek, a mis hijos Sergio y Claudio y a mi hija Carolina, por su apoyo constante.*

**H.T.** — *Ha sido la entrevista a un hombre afortunado: debemos felicitarlo por haber sido capaz de combinar de forma tan armoniosa una carrera militar y académica exitosa con una vida familiar feliz.*

247

## *Consecuencias sociales de las predicciones y de los avisos de ciclones tropicales*

Por Earl J. BAKER\*

### **Introducción**

El objetivo general de la predicción y de los avisos es que la gente pueda protegerse para reducir su vulnerabilidad a los peligros asociados a los ciclones tropicales. Hay abundantes historias en las que se han evitado, con éxito, pérdidas debido a buenos avisos. En China, en 1986, los avisos del tifón Peggy (8607) se difundieron por televisión tres días antes de que llegara a tierra. El aviso permitió hacer volver, con éxito, a 1 000 barcos de pesca, reforzar un gran pantano que casi se hundió y cosechar 3 millones de acres de arroz

(Chen, 2000). En el norte de Vietnam, en 1971, se atribuye a las respuestas satisfactorias a los avisos de un tifón la prevención de un número de muertes comparable a los 225 000 muertos de Bangladesh de 1970 (Blaikie y otros, 1994). Los autores de este cálculo atribuyeron la respuesta a "una organización eficaz de los pueblos en tiempo de guerra". En 1999, ante la amenaza del huracán Floyd, más de 3 millones de residentes evacuaron sus hogares a lo largo de la costa sur del Atlántico de los EE.UU.: la mayor evacuación de cualquier tipo en la historia de los EE.UU.

No todos los avisos tienen tanto éxito. Las muertes masivas del ciclón de Bangladesh de 1970 se han

\* Universidad del Estado de Florida, EE.UU.

atribuido más a un aviso y a una respuesta pobres que a una predicción deficiente. Aunque después de 1970 ha habido historias exitosas en Bangladesh, hubo 139 000 muertes en un ciclón en 1991, a pesar de la eficaz evacuación de 350 000 personas (Haque, 1997). En los EE.UU., la pérdida de vidas por huracanes en las últimas décadas ha sido, afortunadamente, pequeña, pero los números han tenido mucho que ver con la buena suerte, además de con buenas predicciones, avisos y preparación. *Hugo*, en 1989, y *Andrew*, en 1992, podrían haber originado muchas más muertes si sus puntos de recalada se hubieran desplazado sólo 34 km. Aunque casi toda la gente en peligro por las mareas de tempestad se marchó a lugares más seguros durante las tormentas, aproximadamente un 30 por ciento no hizo lo mismo. Lo peor de la tormenta se quedó a tan solo unos pocos kilómetros de las localidades costeras más densamente pobladas.

### Planes de avisos

Los avisos se refieren a notificaciones de las autoridades al público (incluidos los establecimientos comerciales) de que hay un riesgo lo suficientemente grande de que un ciclón tropical concreto afecte a ciertas localidades como para que la gente de esas zonas tenga que tomar, probablemente, medidas de protección. En algunos países (p. ej., en Australia y en los EE.UU.) “aviso” significa también algo más específico referido a un cierto nivel de riesgo que comporta una tormenta. Southern (2000) ofrece un extenso resumen de los planes de avisos y de las etiquetas para las amenazas de ciclones tropicales empleados en distintas partes del mundo.

Algunos sistemas emplean códigos de colores. Unos tienen tres niveles de amenaza, otros once. Algunos utilizan probabilidades. No hay evidencia de que un sistema de niveles y etiquetas de alertas sea mejor que otro. En los EE.UU., los estudios que siguieron a los huracanes *Camille* y *Eloise* revelaron que no había ni más ni menos probabilidad de que la gente que conocía la diferencia entre “vigilancia” y “aviso” evacuara la zona. Lo importante es decir a la gente de forma explícita qué acciones deben tomar para protegerse y porqué. Los niveles del sistema de avisos están relacionados a menudo con acciones recomendadas y parte de su lógica es que, si la gente conoce el sistema, sabrán la acción adecuada cuando oigan que se ha activado un nivel de alerta particular. Pero las respuestas adecuadas y factibles varían entre, y dentro de, las comunidades amenazadas por un ciclón tropical. Probablemente el papel más importante de las etiquetas de alerta de los avisos sea poner en movimiento a los agentes de seguridad pública y a los medios de comunicación para que emprendan acciones que, a su vez,

originen en el público un nivel de información y una vigilancia mayor y que puedan llevar a otras indicaciones más refinadas de acción correcta. Resulta crucial que los mensajes de avisos se difundan de forma que lleguen a las poblaciones en peligro y que los mensajes se redacten de forma que expresen la información que esas poblaciones necesitan para comprender la amenaza en la que se encuentran y para conocer las acciones necesarias para garantizar su seguridad.

### Notificación y difusión de avisos

Se ha culpado, en gran medida, del gran número de muertes por ciclones tropicales en Bangladesh y la India en los años setenta a que los avisos no consiguieron llegar a las poblaciones en peligro, incluso cuando las predicciones eran correctas, y la disminución de las pérdidas en las tormentas posteriores se ha atribuido, al menos en parte, a la mejor difusión de los avisos. En la actualidad, parece que la mayor parte de la población recibe casi toda la información de avisos por medio de la televisión o de la radio, como se ha documentado mediante una investigación y una encuesta entre el público de Australia, Bangladesh y los EE.UU.

En los EE.UU., la investigación ha demostrado que, cuando hay amenaza de huracán, la mayor parte de la población se fía principalmente de la televisión local, seguido por la cadena de televisión comercial de emisión nacional *Weather Channel* (disponible por cable) (Figura 1). En tercer lugar están las emisoras locales de radio. En Internet se puede acceder a gran cantidad de información sobre huracanes pero, hasta ahora, menos del diez por ciento de los hogares de los EE.UU. dicen confiar en gran medida en esa fuente de información sobre la amenaza de una tormenta.

Incluso cuando la gente oye avisos a través de los medios de comunicación, no saben necesariamente lo que significan para ellos personalmente. Durante el huracán *Andrew*, en 1992, en las zonas de playa del sudeste de Florida, el 30 por ciento de los residentes dijeron que no habían oído a las autoridades que tenían que evacuar sus hogares por seguridad. Estas cifras no son raras; en los EE.UU. explican la mayor parte de los fallos en las evacuaciones por huracanes. En las zonas de playa durante *Andrew*, entre los residentes que dijeron haber oído la orden de evacuar sus hogares, casi el 90 por ciento lo hicieron. Entre los que dijeron no haber oído de las autoridades que se suponía que debían marcharse, sólo el 52 por ciento se marchó por cuenta propia. A todos los residentes de las zonas de playa se les dio a conocer los avisos de evacuación obligatoria, pero algunos declararon haber comprendido ese extremo mientras que otros no. Se ha demostrado que el efecto se da ampliamente en muchas tor-

mentas a lo largo de las comunidades costeras de los EE.UU. La influencia de oír los avisos de evacuación frente a no oírlos no es mayor en las zonas de playa sino en zonas del interior que se inundan peligrosamente sólo cuando se producen fuertes tormentas.

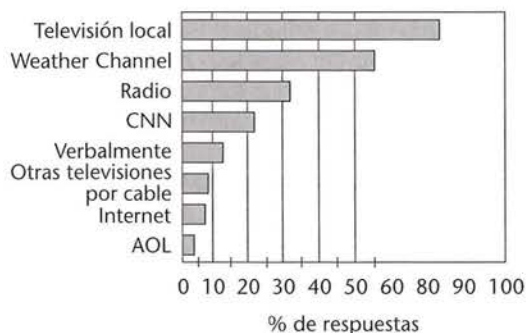


Figura 1 — Fuentes de información en las que el público confió en el huracán Floyd

En la Figura 2 se muestra un ejemplo del huracán Floyd. En cada una de las cuatro zonas distintas de vulnerabilidad (zonas inundadas por tormentas de la categoría 1, inundadas por tormentas fuertes, no inundadas y no costeras) la gente que tiene más probabilidad de evacuar la zona es la que piensa que le habían dicho que lo hiciera.

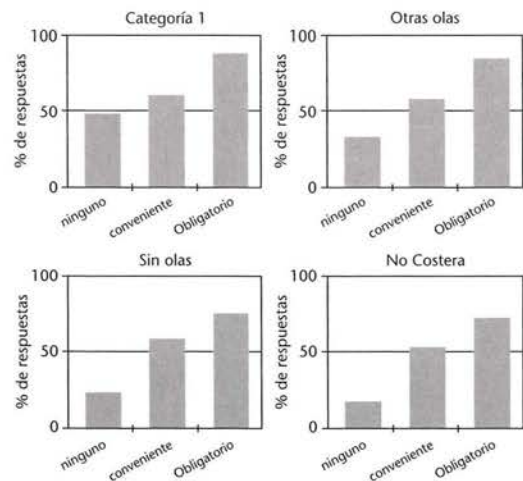


Figura 2 — Efecto sobre la evacuación de oír los avisos oficiales, durante el huracán Floyd

Las autoridades tratan de superar el desafío de garantizar que su mensaje llegue a las poblaciones vulnerables de distintas maneras. Durante una amenaza, mejor que confiar en los medios de comunicación para garantizar que la gente con mayor riesgo comprenda que tienen que abandonar sus hogares, las autoridades conducen entre los vecindarios en riesgo con altavoces. En algunos puntos son capaces de notificar la evacuación puerta por puerta. Unas pocas co-

munidades hacen llamadas telefónicas automáticas a los residentes con mensajes grabados indicando si conviene que abandonen sus hogares o si deben abandonarlos.

## Educación pública y percepción de seguridad

Los funcionarios de seguridad pública también tratan de formar a la población local antes de la amenaza de un huracán para que conozcan el significado de los distintos términos, mensajes y alertas. Las campañas de educación también tratan de concienciar a la gente de las opciones de respuesta adecuadas y factibles, y para quienes ciertas acciones son adecuadas y factibles y para quienes no lo son.

Se intenta llevar a cabo la educación pública en las comunidades proclives a vivir ciclones tropicales de prácticamente todos los países. La mayoría trata de enseñar a la gente cosas sobre los ciclones tropicales, por qué son peligrosos, y por qué la gente tiene que tomar ciertas medidas de protección. Típicamente, se involucran las organizaciones meteorológicas y también las de preparación contra emergencias. En algunos países, tales como Australia y los EE.UU., se han dirigido programas a los escolares con la utilización de juegos y otras herramientas de aprendizaje.

Incluso cuando la información se hace pública, no siempre alcanza al público objetivo. Estudios llevados a cabo por investigadores de la Universidad James Cook de Australia después de los ciclones *Justin* y *Gillian* encontraron que la mayoría de los que respondieron no se habían dado cuenta de la información de seguridad frente a ciclones de sus grabaciones telefónicas. Pero en muchos casos el conocimiento general sobre ciclones tropicales y las reglas de seguridad asociadas no son suficientes. En los EE.UU. la gente que podía nombrar las reglas de seguridad frente a huracanes, sabía la definición de “zona baja” y conocía la diferencia entre “vigilancia y aviso” de huracanes no tuvieron más probabilidad de evacuar la zona que los demás durante *Camille* y *Eloise*.

La investigación ha encontrado que la gente también necesita tener nociones precisas sobre su propia vulnerabilidad personal a los ciclones tropicales. La mayor mortalidad se produce por ahogamiento debido a las inundaciones que provoca la marea de tempestad. La evacuación pretende sacar a la gente de las zonas vulnerables y llevarla a lugares más seguros. La educación pública tiene que informar a la gente si viven en zonas que podrían sufrir inundaciones peligrosas en tormentas de ciertas intensidades. De otra manera, se vuelve más imperativo todavía que, durante una amenaza, las autorida-

des logren hacer llegar a los residentes las notas de evacuación que se les dirigen.

En la Figura 3 se ilustra otro ejemplo del huracán *Floyd*, utilizando las mismas cuatro zonas de vulnerabilidad. La gente que creía que sus hogares no eran seguros si se producía un huracán fuerte era más probable que evacuara que la demás. Lo mismo que las percepciones falsas originaron una respuesta insuficiente en zonas vulnerables a las mareas de tempestad, también originaron una respuesta excesiva en zonas no susceptibles al oleaje.

En muchos países existen mapas que muestran las zonas de riesgo para la marea de tempestad, pero no siempre son parte de los materiales de educación pública. La utilización de esta práctica está más extendida, probablemente, en los EE.UU. Alrededor de la Bahía de Tampa, en Florida, se distribuyen cada verano más de un millón de "tabloides" de huracanes. Además de la información estándar sobre huracanes hay mapas de muchos colores, a gran escala, indicando las zonas que tienen que ser evacuadas en más de cinco escenarios de intensidad tormentosa diferente. Hasta hace poco una crítica a los mapas era que no tenían una explicación clara que vinculara las zonas de evacuación con la intensidad de las mareas de tempestad y de los huracanes.

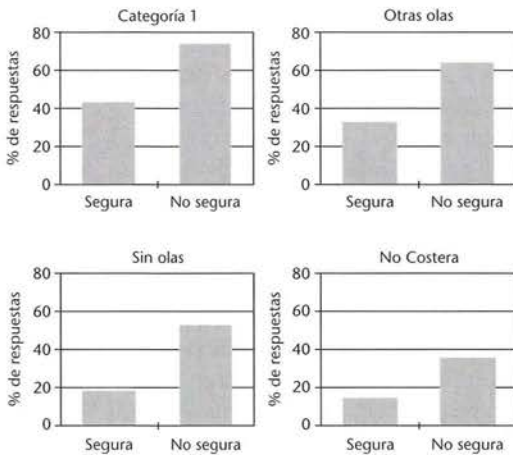


Figura 3 — Efecto de vulnerabilidad percibida en la evacuación durante el huracán *Floyd*

En ambientes isleños de origen volcánico, tales como los de muchas naciones del Caribe y el estado de EE.UU. de Hawai, hay otro peligro que podría ser de mayor preocupación que las mareas de tempestad, porque la inundación provocada por la marea no penetra mucho más allá de la línea de costa. El público tiene que apreciar los riesgos de la acción de las olas cerca de la costa, las inundaciones de valles por precipitaciones intensas y los extremos localizados de vien-

to en zonas como las sierras para que pueda tomar las acciones adecuadas. El viento podría ser un riesgo mayor en algunos lugares debido sencillamente a normas de construcción inadecuadas. En Hawai, los materiales de enseñanza pública sobre huracanes tratan estos temas y parece haber tenido éxito, en gran parte. Los residentes de los valles de la isla de Oahu, en Hawai, se consideran tan vulnerables a los vientos y a las inundaciones del interior, incluso con huracanes débiles, como los residentes de las costas a las inundaciones por aumento de la marea y la acción de las olas. Sin embargo, es mucho menos probable que los residentes de los valles digan que los funcionarios de seguridad pública llamarían a su evacuación en caso de huracán. Cuando el huracán *Iniki* amenazó Oahu en 1992 (y afectó Kauai), los residentes costeros evacuaron la zona en un número mucho mayor que los residentes de los valles.

En el continente de los EE.UU., la mayor preocupación en cuanto a las viviendas es la seguridad de las casas móviles. Estas estructuras son mayores y más permanentes que los remolques de camping o que las caravanas; se las remolca sobre ruedas hasta el lugar y después se quitan las ruedas. En urbanizaciones residenciales existen grandes agrupaciones de casas móviles, llamadas a veces "parques" de casas móviles. Las órdenes de evacuación se dirigen normalmente a residentes de casas móviles, incluso cuando las estructuras se sitúan fuera de las zonas expuestas a mareas. En el área afectada por *Andrew* en 1992, al sur de Florida, el viento destruyó el 97 por ciento de las casas móviles. En la mayoría de los casos, los ocupantes habían evacuado sus hogares o se habían refugiado en el último momento en edificios de uso común más sólidos, tales como sedes de clubes. Se ha indicado explícitamente que tales edificios deberían ser diseñados para actuar como refugios en caso de huracanes (y de tornados).

Es más probable que los residentes de casas móviles evacúen sus viviendas en caso de huracán que los demás. Los estudios han demostrado que alrededor del 20 por ciento de los residentes en casas móviles de Florida piensan que sus hogares serían seguros si se produjera un huracán con vientos de más de 200 km/h. Los cambios de 1993 en las normas federales que rigen la construcción de casas móviles en zonas propensas a huracanes pretendían que las estructuras fueran más resistentes al viento, y la industria las anuncia ahora como "más seguras que las construidas en el lugar". No hay evidencia hasta la fecha sobre el efecto de las nuevas normas sobre la disposición de los ocupantes a la evacuación. Los funcionarios de gestión de emergencias siguen pidiendo su evacuación.

Tabla 1  
Porcentaje de la muestra que da razones esgrimidas para no evacuar la zona durante el ciclón de Bangladesh de 1991 (Haque, 1997)

	<i>Babdhar</i> (urbano/tierra adentro)	<i>Kutubia</i> (rural/cerca de la costa)
No creyeron el aviso	50	36
Miedo a los saqueos	53	59
"No pasará aquí"	17	14
Seguridad del hogar	15	10
Refugios, terraplenes, tierras altas con de- masiada gente	7	19

### Otros factores que afectan a la evacuación

Además de las variables mencionadas antes, la gente no evacúa sus hogares por numerosas razones, incluso cuando reciben avisos. En algunos casos, ese comportamiento está forzado por discapacidades físicas, obligaciones laborales o falta de transporte. Sin embargo, en general, estos factores son menos importantes que otros.

Se realizaron entrevistas a los residentes de dos comunidades de Bangladesh después del ciclón de 1991 que mató a 139 000 personas (Haque, 1997). Se clasificó un lugar, Bandhar, como urbano, continental. El otro, Kutubia, era un lugar rural, cerca de la costa. Los voluntarios fueron de puerta en puerta para ayudar a avisar a los residentes cuando se formó el ciclón y la televisión y la radio cambiaron su programación para cubrir los preparativos de la tormenta. Las autoridades emitieron avisos de evacuación. Sin embargo, sólo en el 28 por ciento de los hogares de Bandhar se produjeron algunas evacuaciones (en la mitad de los cuales sólo se fueron mujeres y niños) y en Kutubia sólo se marchó alguien del 13 por ciento de los hogares. La Tabla 1 muestra las razones que dieron los residentes de las dos áreas para no evacuar la zona. La mayoría de la gente dijo que no creyeron los avisos o que tenían saqueos si dejaban su casa abandonada. La expresión "no pasará aquí" se relaciona con el dejar de creer en los avisos. Haque indicaba que no se creían los avisos en parte por las falsas alarmas del pasado. La idea de "no pasará aquí" provenía del hecho de que la zona no había sufrido una tormenta importante desde 1960. El miedo al saqueo es un concepto muy distinto, pero parece que los que respondieron pensaron que era mayor la probabilidad de marcharse y de que la tormenta no se produjera pero saquearan la casa que la probabilidad de evacuar la zona y de que

la tormenta inundara la casa. Raghavan y Sarma (2000) han atribuido la pobre respuesta de Bangladesh a lo que ellos llaman "síndrome del recuerdo borroso". Se refieren a la satisfacción de sí mismo que se desarrolla entre el público con el paso del tiempo desde el último desastre, pero también al cambio de las autoridades gubernamentales desde el último desastre.

Se han esgrimido razones similares a la pobre respuesta del distrito de Andhra Pradesh de la India durante el ciclón de 1977 que mató a 10 000 personas. Ramesh (1994) citaba la creencia de la gente de que el ciclón amenazante no era un peligro para ellos, la preocupación por los saqueos y por la protección de las pertenencias personales, la falta de conocimiento específico sobre la amenaza de la tormenta (no se sabía con precisión dónde y cuándo llegaría ni hasta dónde se extendería la inundación tierra adentro) y el fatalismo ("lo inevitable es inevitable"). Raghavan y Sarma (2000) atribuyeron la evacuación más exitosa durante un ciclón de 1990 a una mejor concienciación pública y a la confianza en los avisos, aunque no ofrecían ningún dato de estudio para apoyar la conclusión.

En los EE.UU. se ha investigado mucho para explicar por qué alguna gente evacúa sus hogares y otros no. Los estudios comenzaron en la década de los cincuenta y siguen en la actualidad. Cuando se pregunta a la gente por qué evacuó la zona o por qué no lo hicieron, la gran mayoría dicen que se sentían seguros o que no. Es decir, si la gente no evacuó la zona fue, en general, porque creían que la tormenta no les afectaría o que, si se producía, no sería lo suficientemente intensa como para suponer un peligro para su seguridad, dada la situación y la construcción de su hogar. Aunque algunos mencionan otras explicaciones, como la preocupación por los saqueos o la falta de lugar al que llevar a sus mascotas, son mucho menos comunes.

Dichos estudios también tratan de explicar el comportamiento de evacuación de forma estadística: ya se han mencionado los ejemplos de oír los avisos de evacuación, la percepción a la vulnerabilidad y el tipo de vivienda. De hecho, esas variables, más la vulnerabilidad física real de la situación de una persona (p. ej., vivir en la playa susceptible a la acción de las olas y a la inundación incluso en tormentas débiles frente a vivir tierra adentro en zonas que sólo se inundan por tormentas intensas) justifica la mayor parte de la variación en el tema de la evacuación en los EE.UU. Factores como el tiempo de residencia (es más probable que se marchen los nuevos) y la raza (es menos probable que se marchen los negros) juegan un papel relativamente menor y otros factores demográficos tienden a ser menos importantes, todavía. Incluso la experien-

cia de huracanes pasados no es un predictor fuerte y fiable para la futura evacuación.

### El síndrome del pastorcillo mentiroso

Las predicciones son imperfectas y cuanto mayor es el plazo para el que se hace una predicción, mayores posibilidades hay de que sea incorrecta, con respecto al punto de recalada, el momento de llegada y la intensidad. Cuando los avisos se emiten con antelación, cuanto más pronto se toman las medidas de protección, más probabilidades hay de que la tormenta no llegue o lo haga debilitada. Una situación en la que la tormenta no llega después de que la gente se haya preparado se llama a veces “cuento del pastorcillo mentiroso”. A las autoridades les preocupa que el público pierda confianza en los avisos después de que se produzca una situación similar a la del “cuento del pastorcillo mentiroso” y de que en el futuro disminuya la probabilidad de respuesta.

En los estudios posteriores a la evacuación, cuando se pregunta a la gente por qué no evacuaron la zona, algunos atribuyen su comportamiento a antiguas falsas alarmas: evacuar la zona y que después no llegue la tormenta. Otros dicen que estaban convencidos de que la tormenta no iba a llegar, incluso cuando no lo estaban los predictores y esa conclusión podría derivarse en parte de la experiencia de fallos anteriores. Sin embargo, otra evidencia sugiere que el síndrome del pastorcillo mentiroso no es, de forma tan clara, tan importante como temen las autoridades.

En la faja del estado de Florida al sur de Alabama (la parte noroeste del estado) tuvieron lugar en 1985 tres evacuaciones por amenazas de huracán en la ciudad de Panama City Beach. El huracán *Elena* amenazó el viernes de un fin de semana de vacaciones de septiembre y las autoridades pidieron que se evacuara la zona. La tormenta giró hacia el este y se paró y se dijo a los residentes de Panama City que podían volver a casa. El domingo, *Elena* volvió a girar al noroeste y se volvió a evacuar Panama City Beach. La tormenta se quedó a poca distancia de la tierra y afectó al estado de Mississippi, al menos a 240 km al oeste. En noviembre de ese mismo año amenazó un huracán, al final de la temporada, llamado *Kate* y se pidió a Panama City Beach que evacuara la zona por tercera vez. La tormenta se produjo a poca distancia al este de la ciudad. En las tres evacuaciones el número de personas que abandonó el lugar fue esencialmente el mismo. Como se muestra en la Figura 4, las dos “falsas alarmas” no disuadieron a la gente de evacuar la zona en las amenazas siguientes. Aunque hubo un pequeño decrecimiento en la zona del interior de Panama City, no fue estadísticamente significativo.

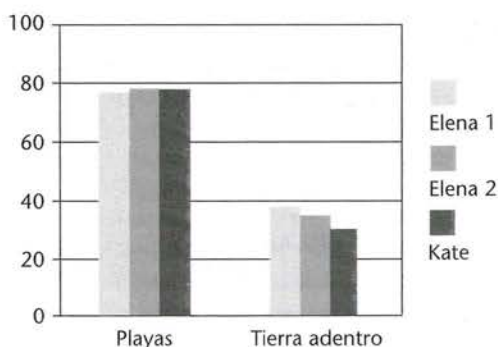


Figura 4 — Evacuación en avisos repetidos en una temporada en Panama City y Panama City Beach, Florida

Preguntar a los evacuados qué harían de otra manera en futuras amenazas de huracanes aporta algo más de evidencia. Durante el huracán *Floyd*, en 1999, hubo un tráfico extremadamente intenso en algunas rutas de evacuación y el viaje fue mucho más largo de lo previsto por muchos evacuados. En Charleston, en Carolina del Sur, el 43 por ciento de los evacuados tardó más de 10 horas en llegar a su destino. Casi el 10 por ciento necesitó más de 20 horas. A pesar de todo, cuando se preguntó a los evacuados por *Floyd* qué harían de otra manera en el futuro, pocos dijeron que se negarían a evacuar la zona. La mayoría dijo que harían lo mismo de nuevo: salir antes para evitar los atascos o utilizar una ruta distinta.

### El coste de las respuestas a los avisos

Los beneficios potenciales de los avisos son evidentes, al menos conceptualmente. Los costes lo son menos y ambos son difíciles de cuantificar con precisión. En los EE.UU. se han realizado varios intentos pero ninguno de los autores de los estudios declara resultados definitivos.

Christopher Adams y sus colegas hicieron un intento sencillo en la Universidad del Estado de Colorado. Encuestaron a empresarios y preguntaron cuánto les costaba tomar acciones de protección cuando se producía un aviso de huracán. Un caso de estudio se hizo con las plantas petroquímicas cerca de la costa de Houston y Galveston, en Texas. El área tiene 300 plantas químicas, petroquímicas y de transformación de petróleo, lo que supone el 50 por ciento de la producción de los EE.UU. Los directores de planta informaron de que los cierres costaban entre 300 000 y 2 000 000 \$ EE.UU. por planta si el plazo era el adecuado. Si eran más urgentes, los cierres rápidos podían costar incluso más. Los investigadores estimaron que el coste para la industria para responder a un aviso, en esa localidad, era de entre 200 millones y 300 millones de \$ EE.UU.

El grupo de la Universidad del Estado de Colorado también encuestó a los funcionarios de turismo de

dos zonas de los EE.UU. que tienen casinos de juego. En el estado de Mississippi, el coste total estimado de una evacuación, en forma de pérdida de ingresos, era de 11,4 millones de \$ EE.UU. por evacuación. Los números se refieren a 12 casinos y 60 000 turistas por día. En Atlantic City, Nueva Jersey, también había 12 casinos. Sólo los ingresos por juego podían llegar a más de 33 millones de \$ EE.UU. en una evacuación de tres días. No se disponía de las cifras de alojamiento, comida, entretenimiento y otros ingresos.

John Maiola y otros investigadores de la Universidad de Carolina del Este encuestaron a residentes y comerciantes después del huracán *Bonnie* en 1998 para determinar las pérdidas de los negocios y el gasto de los evacuados. Los avisos de evacuación por la tormenta incluían zonas vulnerables al oleaje en los 480 km de línea de costa de Carolina del Norte, pero sólo evacuaron la zona el 26 por ciento de la muestra (muchos de los cuales vivían fuera de las zonas de inundación por olas y a los que no se había dicho que abandonarían el lugar). Según el estudio, los comerciantes perdieron más de 30 millones de \$ EE.UU. y los evacuados gastaron 15,5 millones de \$ EE.UU. La cifra de los negocios también incluye los costes de preparación, y la cifra de los hogares también incluye los sueldos perdidos.

Robert McComb, de la Universidad Tecnológica de Texas, ideó un modelo económico regional para estimar el coste económico de una evacuación por huracán para la economía de una región. Sostiene que los ingresos perdidos no son el verdadero efecto para la economía regional. La medida adecuada es la actividad económica reducida en términos de valor añadido a la producción. Algunas actividades económicas se ven afectadas más que otras por una evacuación, y algunos tipos de pérdidas se pueden compensar después. McComb utilizó como ejemplo el Condado de Galveston, en Texas, un condado con una población de 240 000 personas y una mezcla de actividades económicas. Se calculó que la pérdida de actividad económica en la región era de 7 millones de \$ EE.UU. por día y el coste por gastos varios de los evacuados de 3 millones a 4,3 millones de \$ EE.UU. por día.

Otra consideración es el coste de una evacuación para el gobierno en términos de tiempo extra de empleados públicos, refugio y distintas medidas de protección. Utilizando como ejemplo el Condado de Lee, en Florida, un condado con más de 400 000 habitantes, Robert Deyle y sus colegas de la Universidad del Estado de Florida estimaron que los costes de una evacuación por un huracán importante (de categoría 3) estaban entre 7 y 14 millones de \$ EE.UU. Sin embargo, es probable que debido a las políticas federales y estatales de ayuda a desastres el condado soporte sólo el 12,5

por ciento de esa cantidad. El coste por año en evacuaciones del gobierno local para todas las categorías de huracanes, teniendo en cuenta la probabilidad anual de evacuación para cada una de ellas, se calculó entre 2,1 y 4,4 millones de \$ EE.UU. por año, en promedio. La responsabilidad probable del condado del 12,5 por ciento sería de entre 263 000 y 545 000 \$ EE.UU. por año, en promedio.

Hugh Willoughby, Director de la División de Investigación de Huracanes de la NOAA de los EE.UU., ha calculado el coste total de las predicciones y los avisos en los EE.UU. en 85 millones de \$ EE.UU. por año. Eso incluye la recogida de datos, las operaciones y la investigación. Utiliza una cifra calculada por el Centro de Predicción Tropical de 0,5 a 1 millón de \$ EE.UU. por milla para el coste de respuesta a avisos y, con la zona oficial de aviso de huracanes en el intervalo entre 480 y 640 km, calcula que el coste de respuesta a los avisos está entre 150 y 400 millones de \$ EE.UU. por huracán. Tres amenazas de llegada a tierra por año costarían 825 millones de \$ EE.UU., promediando el intervalo de las estimaciones de coste. Willoughby sostiene que el proceso de predicción y de aviso evita 3 000 millones de \$ EE.UU. de pérdidas por año, sobre todo en forma de vidas: una razón entre beneficio y coste de tres a uno.

### Incentivos para fomentar la respuesta a los avisos

Los predictores y los funcionarios de gestión de emergencias intentan, en distintos frentes, ofrecer mayores incentivos al público para que responda a los avisos. Por ejemplo, se ofrece a la gente lugares más seguros en los que refugiarse. En Bangladesh, se han construido grandes terraplenes de tierra de entre 5 y 6 m de altura en los que pueden refugiarse la gente y los animales en caso de inundaciones por olas. Tanto en Bangladesh como en la India se están construyendo refugios de dos pisos de hormigón reforzado para ciclones. Algunos tienen capacidad para entre 500 y 1 000 personas y, en Bangladesh, en 1996 ya se habían construido 1 275 de los 2 500 previstos.

En los EE.UU. se están dando pasos para aumentar el índice de posible evacuación de las zonas. Se han ejecutado planes para invertir el flujo del tráfico en algunas autopistas de acceso limitado, utilizando todos los carriles para salida, para el tráfico de la evacuación. Los flujos de tráfico en las evacuaciones se controlan mejor desde el huracán *Floyd* de forma que cuando se produce un atasco en una ruta, las autoridades pueden redirigir a los evacuados a rutas menos utilizadas.

También se están haciendo esfuerzos para reducir el número de personas que evacúa las zonas en al-

gunas situaciones. Se está enseñando a la población que no tiene que irse a protegerse en el lugar, y a quienes no tienen que recorrer distancias importantes desde su hogar para alcanzar lugares seguros a buscar refugio en lugares cercanos. Se están utilizando nuevas técnicas de cartografiado como el LIDAR para identificar zonas en las que las inundaciones no serían lo suficientemente grandes como para suponer un peligro para la vida de las personas y, en algunas comunidades, no se dice en esas áreas que abandonen el hogar, reduciendo de forma importante el número total de horas necesarias para realizar una evacuación. El flujo de tráfico en una evacuación se controla de forma que puedan restringirse las nuevas salidas si hay una probabilidad de que los evacuados no tengan el tiempo suficiente para desalojar la región en peligro antes de la llegada de la tormenta. Los predictores trabajan para reducir los errores de predicción de la trayectoria y la intensidad para no tener que evacuar zonas mayores de lo necesario.

La tendencia histórica es, de forma clara, a la baja, con respecto a las muertes por huracanes y esto es atribuible principalmente a mejores predicciones y avisos y a un mejor uso de los mismos. Pero, como las

poblaciones costeras siguen creciendo más rápido que las mejoras de las predicciones, las innovaciones en las actividades de preparación siguen siendo cruciales para mantener esa tendencia en la dirección correcta.

### Referencias

- BLAIKIE, P., T. CANNON, I. DAVIS y B. WISNER, 1994: *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability, and Disasters*, Routledge, London.
- CHEN, L., 2000: Tropical Cyclone Impacts in China, pp. 357-385, en R. Pielke y R. Pielke (Eds.), *Storms*, Vol. 1, Routledge, London.
- HAQUE, C. E., 1997: Atmospheric Hazards Preparedness in Bangladesh: A Study of Warning, Adjustments and Recovery from the April 1991 Cyclone, *Natural Hazards*, 16, 181-202.
- RAGHAVAN, S. y A. K. SEN SARMA, 2000: Tropical Cyclone Impacts in India and Neighborhood, en R. Pielke and R. Pielke (Eds.), *Storms*, Vol. 1, 339-356, Routledge, London.
- RAMESH, K. S., 1994: Cyclone Disaster Management in Coastal Districts of Andhra Pradesh: A Case Study, en V. K. Sharma (Ed.), *Disaster Management*, 159-177, National Centre for Disaster Management, New Delhi.
- SOUTHERN, R. L., 2000: Tropical Cyclone Warning-Response Strategies, en R. Pielke and R. Pielke (Eds.), *Storms*, Vol. 1, 259-305, Routledge, London.

## Ciclones tropicales que se adentran en tierra firme

Por Gary R. FOLEY\*

### Llegadas a tierra firme a través de la historia

Los ciclones tropicales son una consecuencia violenta de la tendencia de la circulación atmosférica global a autorregularse térmicamente. Están organizados y son paquetes de energía maravillosamente estructurados. Sus trayectorias son aleatorias y caóticas en un sentido y, sin embargo, extrañamente ordenadas en otro, ya que interaccionan o se someten a los esquemas de circulación atmosférica mayores y más estables que encuentran en su viaje hacia el polo (Figura 1a, b). Aunque de origen oceánico, ocasionalmente encuentran islas y continentes en su camino. La llegada a tierra firme es aleatoria. Los humanos simplemente se cruzan en su camino.

Neumann (1993) sugirió que la zona de contacto con tierra firme más frecuente del planeta está en la isla de Luzón, en Filipinas. Otras zonas de riesgo alto son las costas de China, Japón, Vietnam, el norte del Golfo de Bengala, la costa oriental de América del Norte, la costa noroccidental de Australia y las islas del oeste del Océano Índico y del Pacífico Sur. El riesgo de ciclones tropicales tampoco está confinado a los trópicos. El punto de recalada puede darse también en latitudes medias.

A medida que la sociedad se desarrollaba y los humanos se agrupaban en comunidades creció la destrucción causada por los ciclones tropicales. Los supervivientes deben haber observado el furioso aumento del viento, el cambio de la dirección del viento durante la tormenta, tal vez el paso del mismo ojo del ciclón, la entrada de agua marina por encima de los niveles normales de la marea, la lluvia torrencial con

\* Director Regional (Queensland), Oficina de Meteorología, Australia.