

del Instituto Meridional para la Investigación de los Recursos Hídricos de Ciudad Ho Chi Minh pasó algún tiempo en Uppsala, dónde les instruí en el manejo, modelización y utilización de datos.

**H.T. — ¿Mantiene últimamente el contacto con el MISU ?**

**E.E. —** Actualmente mis contactos con el MISU son esporádicos. El MISU está sólo a 80 km y su zona de

localización es agradable, pero me disgusta ir a Estocolmo.

**H.T. — Erik, no puedo expresar lo placentero que ha sido verle de nuevo. Sé que actualmente disfruta mucho de su granja; ha vuelto a sus orígenes. Le deseo muchos más años felices.** □

## LAS CATÁSTROFES NATURALES Y SUS IMPACTOS EN LOS PAÍSES EN DESARROLLO

Por U.S. DE<sup>1</sup> y K.S. JOSHI<sup>2</sup>

### Introducción

Los ciclones tropicales, las inundaciones, las tormentas y las granizadas son todos productores de catástrofes naturales relacionadas con el tiempo. Los terremotos, los volcanes, las sequías y las emergencias ambientales son también catástrofes naturales aunque no siempre están directamente relacionadas con la meteorología. Sin embargo, con la excepción de los terremotos, que son fenómenos íntimamente ligados a la corteza terrestre, los restantes no dejan de estar relacionados con las condiciones atmosféricas ya sea por su inicio o por su posterior dispersión y propagación.

Estas catástrofes naturales causan estragos y producen tremendas pérdidas a la propiedad en todo el mundo. En algunos casos, las pérdidas de vidas humanas son también cuantiosas, si bien ahora contribuyen de forma importante a su salvaguarda la mejora de los avisos meteorológicos y la preparación frente a las catástrofes. Muchos países en desarrollo de Asia y de la región del Pacífico presentan amplias zonas que son proclives y se ven duramente castigadas por las catástrofes naturales. Cerca del 90 por ciento de las muertes debidas a las catástrofes naturales se producen en los países en desarrollo. Estos tienen que re-

servar enormes cantidades de dinero, procedentes de sus fondos de desarrollo, para ayudas y rehabilitación que hacen vulnerables a sus economías atrasándolas en varios años o incluso en decenios.

En 1970, la destrucción causada por un ciclón tropical en Bangladesh se consideró como una de las peores catástrofes naturales de todos los tiempos; la marea de temporal asociada tuvo de 4 a 5 m de altura. Se informó que, en 1969, la del huracán *Camille* llegó a los 7 m de altura. En 1992, el huracán *Andrew* produjo grandes daños que rondaron los 20 mil millones de \$ EE.UU., siendo mayores que los de los tres temporales siguientes en conjunto (*Hugo, Betsy y Agnes*), aunque sólo perdieron la vida 85 personas, gracias, de forma primordial, a una vigilancia constante y a una predicción exacta.

Las catástrofes naturales amenazan el desarrollo sostenible con una media anual de 80 ciclones tropicales y cerca de 100 terremotos, inundaciones, tsunamis y erupciones volcánicas potencialmente desastrosos. Los Cuadros I y II ofrecen información sobre las catástrofes más importantes en todo el mundo.

Los fenómenos meteorológicos extremados se llevan miles de vidas y producen daños a gran escala. Las pérdidas económicas como consecuencia de estas catástrofes y, en particular, de los ciclones tropicales, han aumentado enormemente en los últimos tres decenios. Las pérdidas mundiales subieron de entre 3 a 4 miles de millones de \$ EE.UU., por año, a mediados de los 60, hasta 25 a 30 miles de millones de \$ EE.UU., a principios de los 90. Sin embargo, para el mismo período, las pérdidas de vidas humanas han

<sup>1</sup> Director General Adjunto de Meteorología (Investigación), Departamento Meteorológico de la India

<sup>2</sup> Investigador Meteorológico especializado en climatología sinóptica y climatología de las tormentas tropicales para el océano Índico septentrional

CUADRO I

**Catástrofes principales en todo el mundo según su tipo, de acuerdo con los daños, personas afectadas y defunciones (datos del DIRDN 1963-1992)**

<i>Daños/personas afectadas/ muertos en la catástrofe</i>	<i>%</i>
<b><i>Daño principal</i></b>	
Ciclones tropicales	30
Sequías	22
Terremotos	10
Inundaciones	32
Otras catástrofes	6
<b><i>Personas afectadas</i></b>	
Ciclones tropicales	20
Sequías	30
Terremotos	4
Inundaciones	32
Hambre y escasez de alimentos	4
Otras catástrofes	7
<b><i>Número de defunciones</i></b>	
Ciclones tropicales	19
Sequías	3
Terremotos	13
Inundaciones	26
Epidemias	17
Deslizamientos de tierra	7
Tormentas	6
Otras catástrofes	9

descendido en los países con buenos sistemas de avisos y de preparación. La creciente fiabilidad de las predicciones del tiempo meteorológico adverso y la mejora de los sistemas de aviso han sido factores fundamentales para este éxito. Uno de los logros más importantes (Limbert, 1955), ha estado en que el grado de mejora de los avisos ha sido más notable en los países menos desarrollados y en los Servicios Meteorológicos más pequeños.

*El Sistema Climático Mundial en 1994* (OMM, 1995) y *Las catástrofes naturales y medioambientales: Una breve reseña de las implicaciones de la DHA* (Retrospectiva de la DHA, 1955), resaltan algunas tendencias y consecuencias interesantes. Aunque es difícil detectar una clara tendencia cuando se ven implicados los impactos del clima sobre las personas y sobre las economías, parecen haber disminuido las tasas de mortalidad. Todavía está más marcada la reducción de la mortalidad atribuible directamente a los fenómenos meteorológicos. El mérito de esto se debe a más y mejores sistemas de aviso temprano de temporales e inundaciones, siendo Bangladesh un ejemplo primordial de ésto.

### **Catástrofes naturales en Asia y el Pacífico**

Cerca del 60 por ciento de las catástrofes naturales del

mundo, tales como tsunamis, volcanes, terremotos y ciclones tropicales, se producen en la región de Asia y el Pacífico (véase el Cuadro III que ofrece información mensual para 1995).

### **Tsunamis**

Los tsunamis son olas oceánicas catastróficas producidas normalmente por terremotos submarinos que tienen lugar a menos de 50 km por debajo del fondo marino, con una magnitud superior a 6,5 de la escala de Richter, fundamentalmente en el océano Pacífico. Los deslizamientos de tierras bajo el agua o en las zonas costeras y las erupciones volcánicas pueden producir también estas ondas sísmicas marinas conocidas como tsunamis.

Estas ondas poseen largas longitudes de onda y viajan a través de las profundidades oceánicas como las olas marinas superficiales con velocidades próximas a los 650 km h<sup>-1</sup>, de acuerdo con la profundidad. En mar abierto su altura puede ser de sólo 30 a 60 cm y pasan inadvertidas. Sin embargo, según se aproximan a la plataforma continental su velocidad se reduce y su altura crece enormemente. Las islas de poca altitud pueden ser inundadas por completo. Producen intensas inundaciones a lo largo de las costas, dañando fuertemente a los pueblos y ciudades situados a distancia considerable tierra adentro.

Quizás la onda sísmica marina más destructiva

CUADRO II

**Defunciones por las catástrofes naturales en todo el mundo 1967-1991**

<i>Tipo</i>	<i>Número de casos</i>	<i>Número de muertos</i>
<b><i>Fenómenos meteorológicos</i></b>		
Huracanes/tifones	894	896 063
Inundaciones	1 358	304 870
Tormentas	819	54 500
Olas de frío y de calor	133	4 926
Sequías	430	1 333 728
<b><i>Fenómenos relacionados con el tiempo</i></b>		
Aludes	29	1 237
Deslizamientos de tierras	238	41 992
Incendios	729	81 970
Infección por insectos	68	0
Hambre	15	605 832
Escasez de alimentos	22	252
Epidemias	291	124 338
<b><i>Fenómenos geológicos</i></b>		
Terremotos	758	646 307
Volcanes	102	2 764
Tsunamis	20	6 390

fue la que se produjo en el año 1703 en Awa, Japón, donde murieron más de 100 000 personas.

Los tsunamis están asociados con áreas de gran actividad volcánica y sísmica que bordean el océano Pacífico; estas son las Islas Aleutianas, las costas occidentales de América del Norte y del Sur, Nueva Zelanda, Tonga, Samoa, Fiji, las Islas Salomón, Nueva Guinea, las Célebes, las Filipinas, las Marianas, Japón y la península de Kamchatka.

Los tsunamis viajan según una configuración más predecible que los terremotos que los crean. Las estaciones sismológicas pueden registrar un terremoto mucho antes de que las olas marinas alcancen las costas pobladas, haciendo posible saber cómo se ha originado el tsunami y cómo se propagará, qué daño puede hacer y cómo puede avisarse a las personas de su llegada. Para predecir y avisar de la aproximación de tsunamis se usan sistemas de sismógrafos y comunicaciones de alta velocidad. Está en funcionamiento un Sistema de avisos para el Pacífico cuya sede se encuentra en Honolulu. La preocupación primordial se centra en la construcción, los avisos tempranos y la evacuación.

## **Volcanes**

Los peligros de los volcanes están en la materia arrojada, la que cae con la lluvia o la que rezuma del volcán, las eyecciones y las amenazas de las erupciones en sí mismas. Los volcanes entran en erupción sin ningún aviso y producen sus mayores impactos en las ciudades, granjas y pueblos que los rodean los cuales tienen que soportar las embestidas de los escombros, las cenizas y la lava, mientras que la evacuación de la población tras un breve aviso es un problema complejo.

Los efectos de una erupción volcánica pueden extenderse sobre una vasta zona y llegar a ser rápidamente un peligro para la navegación aérea. Incluso, aunque la ubicación del volcán sea lejana, los impactos pueden ser muy persistentes y producir graves perturbaciones al tráfico aéreo. Las nubes de cenizas, contienen con frecuencia partículas sólidas y altas concentraciones de azufre, que pueden mantenerse en suspensión varios días. El desplazamiento con el viento puede ser la causa de grandes abolladuras en los parabrisas, en la estructura del avión o incluso del fallo de los motores a muchas millas de distancia del lugar de la erupción. Casi 530 volcanes de todo el mundo se consideran activos; de ellos, cerca de 420 se encuentran en una cadena que pasa por Japón, las Filipinas, Indonesia, Nueva Guinea y Nueva Zelanda. El archipiélago indonesio tiene 75 volcanes que se consideran activos, dentro de un total de más de 200.

Muchas aeronaves han dado testimonio de erup-

ciones volcánicas que contaminaban los niveles más bajos pero, debido a la estructura del viento en la atmósfera, se han considerado a salvo volando a niveles más altos. En otros casos, los volcanes han estado inactivos durante un tiempo tan largo que resultan hitos familiares a lo largo de muchas aerovías muy transitadas. La seguridad, la regularidad y la economía de las operaciones aéreas en ciertas regiones pueden verse así totalmente afectadas por la actividad volcánica.

A este respecto, la OMM ha introducido previsiones dentro de sus documentos reglamentarios, que cubre el Sistema Mundial de Observación, componente de la Vigilancia Meteorológica Mundial, para asegurar que se realizan y se transmiten los informes de actividad volcánica al pertinente Centro de Control de Área de la OACI (CCA) o a la Oficina de la Vigilancia Meteorológica (OVM) originados en las estaciones de observación sinóptica, agrícola, hidrológica y climatológica así como en los barcos mercantes que proporcionan informes meteorológicos.

También se ha solicitado a los Estados que provean las disposiciones necesarias para asegurar que cualquier información sobre actividad volcánica de la que pueda disponerse en otras fuentes nacionales tales como silvicultura, fronteras, aduanas, inmigración, policía, cuarteles, etc., muchas de las cuales se hallan en zonas alejadas dentro del campo de visión de los volcanes, deberán enviarse también al CCA/OVM de la región de información para el vuelo de la OACI en la que el país está situado. Se espera que dichas disposiciones puedan desarrollarse como parte del plan de catástrofes naturales del Estado.

También está en estudio por parte de la OMM la vigilancia de las erupciones volcánicas y de las nubes de ceniza mediante satélite.

## **Terremotos**

Los terremotos han sido objeto de preocupación, superstición y temor a lo largo de la historia. Ningún otro fenómeno natural es tan desastroso para una zona amplia y en un período tan corto de tiempo. La pérdida de vidas como consecuencia de un único terremoto alcanza con frecuencia las decenas de millar y en ocasiones los cientos de miles. Casi todas esas pérdidas y los enormes daños que las acompañan pueden prevenirse, ya que la causa principal es normalmente el derrumbamiento de las estructuras débiles. Están siendo más corrientes en Japón, los EE.UU. y otros países, las estructuras resistentes a los terremotos.

## **Inundaciones**

Las inundaciones son una importante catástrofe natural que amenaza a las personas y a las propiedades de

CUADRO III  
Catástrofes naturales en el año 1995

<i>Mes/país</i>	<i>Fenómeno</i>	<i>Muertes</i>	<i>Mes/país</i>	<i>Fenómeno</i>	<i>Muertes</i>
<b>Enero</b>			<b>Julio</b> (contin.)		
Japón	Terremoto (7,2 R)	5 502	Pakistán	Lluvias monzónicas	451
Colombia	Terremoto	1	<b>Agosto</b>		
India	Alud	63	China	Inundaciones	n.a.
<b>Febrero</b>			Marruecos	Inundaciones	230
Nueva Zelanda	Terremoto (7 R)	-	Rep. Dem. Pop. de Corea	Inundaciones	70
Colombia	Terremoto (6,5 R)	34	Rep. de Corea	Inundaciones	36
Chipre	Terremoto (5,8 R)	2	Bahamas	Huracán <i>Erin</i>	0
<b>Marzo</b>			Cuba	Huracán <i>Erin</i>	0
Colombia	Terremoto (5,1 R)	8	Guayana	Vertido de desechos mina cianamida	-
Indonesia	Terremoto (6 R)	-	<b>Septiembre</b>		
Botswana	Inundaciones	20	Filipinas	Inundaciones	48
Afganistán	Deslizamiento de tierras	350	India	Inundaciones	n.a.
Paraguay	Inundaciones	-	Laos	Inundaciones	0
Fed. Rusa	Explosión gas	-	Myanmar	Inundaciones	51
<b>Abril</b>			Caribe	Huracán <i>Luis</i>	5
Filipinas	Terremoto (7,3 R)	-	Caribe	Huracán <i>Marylin</i>	0
Cabo Verde	Erupción volcánica	1 300	Viet Nam	Inundaciones	85
Argentina	Tormentas	6	Ruanda	Accidente químico	-
Bangladesh	Tormentas	119	<b>Octubre</b>		
Myanmar	Incendio	-	China	Terremoto (6,4 R)	20
Fed. Rusa	Explosión gas	-	Turquía	Terremoto (6,1 R)	101
<b>Mayo</b>			Ecuador	Terremoto (6,9 R)	2
Indonesia	Terremoto (4,7 R)	2	Indonesia	Terremoto (7 R)	84
Fed. Rusa	Terremoto (7,5 R)	1 825	México	Terremoto (6,8 R)	40
Indonesia	Inundaciones	51	Benin	Inundaciones	10
Sri Lanka	Inundaciones	1	El Salvador	Inundaciones	5
Bangladesh	Lluvias tormentosas	0	Costa Rica	Inundaciones	0
Etiopía	Inundaciones	27	Azerbaiyán	Lluvias + inundaciones	5
Tanzania	Inundaciones	3	Tailandia	Inundaciones	231
<b>Junio</b>			Filipinas	Tormenta <i>Sybil</i>	35
Grecia	Terremoto (6,1 R)	26	Filipinas	Tormenta tropical <i>Zack</i>	88
Paraguay	Inundaciones	0	Filipinas	Tifón <i>Angela</i> + inundaciones	722
Azerbaiyán	Lluvias torrenciales	-	<b>Noviembre</b>		
Bangladesh	Inundaciones	66	Nicaragua	Erupción volcánica	12 000
Nepal	Deslizamiento de tierras	85	Turquía	Inundaciones	62
Ucrania	Vertido de aguas residuales	-	Somalia	Inundaciones	20
<b>Julio</b>			Viet Nam	Tifón <i>Zack</i>	253
Chile	Terremoto (7,8 R)	3	Bangladesh	Ciclón	0
Myanmar	Terremoto (6,2 R)	2	Bangladesh	Ciclón	0
Montserrat	Erupción volcánica	-	<b>Diciembre</b>		
China	Inundaciones	1 179	Turquía	Terremoto (5,6 R)	-
Azerbaiyán	Inundaciones	n.a.	Sudáfrica	Inundaciones	161
Georgia	Inundaciones	1	Eslovenia	Incendio	-
Ghana	Inundaciones	40			
Togo	Inundaciones	0			

las llanuras anegables a lo largo de los ríos. Son una de las muchas formas de las catástrofes naturales producidas por extensas y fuertes lluvias continuas. En la región de Asia y el Pacífico, las principales causas son los ciclones tropicales, los monzones y algunas tormentas locales intensas. En la India, cerca de la cuarta parte de la tierra agrícola es proclive a las inundaciones. En un año medio, las inundaciones relámpago se producen sobre cerca de nueve millones de hectáreas de terrenos agrícolas.

Los impactos de las inundaciones son la anegación y los depósitos de sedimentos y escombros. Las medidas preventivas incluyen diques, drenaje, obras o presas de retención, defensas frente a las inundaciones, zonificación de las llanuras anegables, predicción de inundaciones y avisos y procedimientos de emergencia.

Muchos grandes ríos tienen vastas zonas proclives a las inundaciones, particularmente en los países en desarrollo, por ejemplo, Bangladesh, China, India y Pakistán. El crecimiento de la población significa que cada vez más personas tendrán que vivir en llanuras anegables. Sus vidas dependerán de los avisos o de la protección de los diques. El principal objetivo de los esfuerzos internacionales es aumentar la seguridad mediante la mejora de la protección frente a las inundaciones, así como los sistemas de predicción y aviso. Sin embargo, esto provoca otros problemas: cuanto menor es la protección ofrecida, la población se desplaza hacia las zonas protegidas, las cuales requie-

ren pronto un mayor grado de protección. El crecimiento de las ciudades y de la industrialización aumenta el factor de riesgo. Si se rompe una presa o se resquebraja un dique el peligro es mayor, ya que la evacuación de las zonas densamente pobladas en un corto período de tiempo es casi imposible, incluso aunque se haya emitido una predicción exacta con suficiente antelación.

### Ciclones tropicales

Los ciclones tropicales son también fenómenos destructivos, que producen enormes pérdidas de vidas y propiedades en las franjas costeras de los océanos tropicales cálidos. Cada año se originan alrededor de 80 ciclones tropicales, de los cuales seis de desarrollan en el norte del océano Índico. Casi los dos tercios del total de ciclones se producen en el hemisferio norte y en el hemisferio oriental se desarrollan dos veces más ciclones que en el occidental.

A diferencia de otras cuencas oceánicas, los ciclones tropicales de los mares de la India son de carácter bimodal. Los períodos de formación van de mediados de abril a mediados de junio y de octubre a mediados de diciembre. Durante estos períodos, la cuenca del golfo de Bengala es más proclive a la ciclogénesis que la cuenca del mar de Arabia. Durante la estación premonzónica (mediados de abril a mediados de junio), la mayoría de los ciclones formados en el golfo de Bengala, se recurvan y golpean las costas de Bangladesh y Myanmar; en la estación postmonzónica

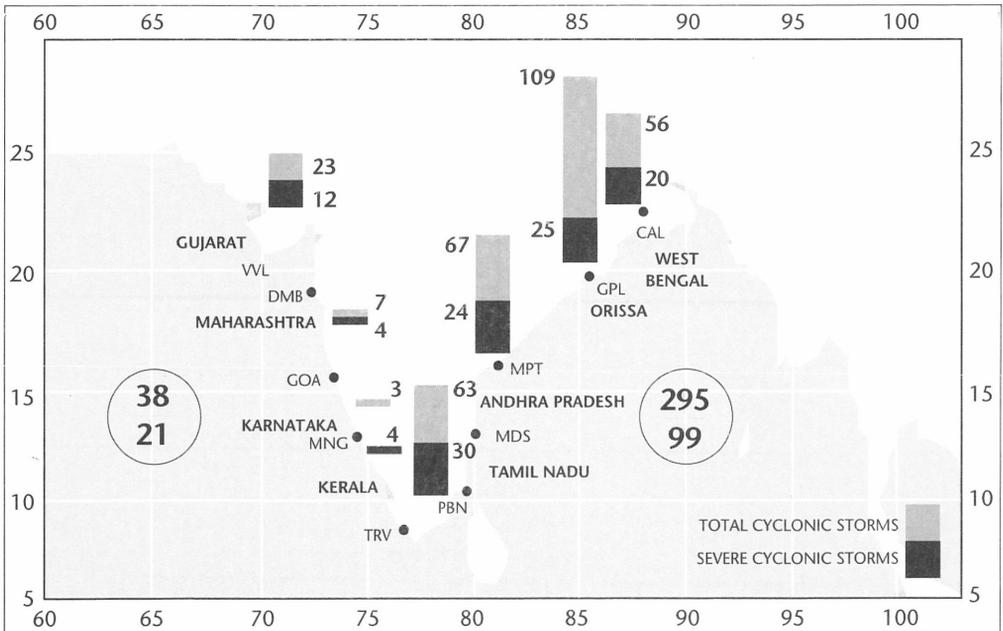


Figura 1 — Tormentas tropicales que han afectado a los estados marítimos de la India (1877-1993)

(de octubre a mediados de diciembre), el 60 por ciento de ellos afectan a las costas orientales de la India desde Tamil Nadu a Bengala Occidental. La mayoría de los ciclones del mar de Arabia se mueven en dirección oeste y afectan a las costas de Arabia. Unos pocos de ellos golpean a las costas del norte de Maharashtra y Gujarat. Las características climatológicas y los datos históricos ofrecen amplios indicios de la vulnerabilidad relativa de las diferentes zonas costeras y de la naturaleza de los daños esperados. La figura 1 muestra el número de tormentas tropicales que han afectado a las costas de los estados marítimos de la India desde 1877 a 1993.

Las tres causas principales de destrucción asociadas a los ciclones tropicales son los fuertes vientos, las mareas de temporal y las lluvias intensas. De estos tres elementos destructivos, las mareas de temporal son las responsables de cerca del 90 por ciento de las pérdidas de vidas y propiedades. La marea de temporal es una elevación anormal del nivel del mar producida por un ciclón que se mueve sobre una plataforma continental. El máximo de la marea de temporal depende de la batimetría, del defecto de presión en el centro y de las mareas astronómicas. El golfo de Bengala es una zona extremadamente vulnerable debido a sus altas mareas de temporal y astronómicas. Las mareas astronómicas altas del norte del golfo de Bengala con batimetría favorable provocan las peores destrucciones, en el momento y en el lugar en que coincide el máximo de la marea de temporal con la marea alta. La baja elevación de la franja costera (con frecuencia de 10 a 20 m s.n.m.) es otra causa poten-

cial de inundación. La figura 2 ofrece el máximo probable de la marea de temporal (en metros) para la línea de costa de la India y Bangladesh.

Las grandes inundaciones producidas por las perturbaciones ciclónicas contribuyen a una colosal pérdida de vidas y propiedades, y en consecuencia a unos efectos posteriores sociales y económicos que a menudo van más allá de toda reparación. En el cuadro IV se da una relación de las tormentas tropicales históricas del golfo de Bengala.

CUADRO IV  
Tormentas tropicales históricas  
en el golfo de Bengala

Año	País	Muertes	Marea de temporal (altura en m)
1737	India	300 000	12
1876	Bangladesh	200 000-	
		250 000	3-12
1970	Bangladesh	200 000	4-5
1991	Bangladesh	138 000	2-6
1864	India (CNT)	50 000	12
1864	India (MPT)	30 000	4
1831	India	22 000	2-5
1779	India	20 000	3,7
1839	India	20 000	3-6
1961	Bangladesh	11 468	4,9
1971	India (PRD)	10 000	2-6
1977	India (Chirala)	10 000	4,9-5,5
1960	Bangladesh	5 490	5,8
1885	India	5 000	6,7
1990	India	990	4-5

## Emergencias ambientales

Los sistemas humano y natural están entrelazados debido al crecimiento de las poblaciones y a la rápida expansión de la industrialización. Justo cuando estábamos aprendiendo a prepararnos y a mitigar los efectos de las catástrofes naturales, tales como los terremotos, nos enfrentamos a nuevas amenazas que van desde las consecuencias naturales a las actividades humanas. La distinción entre "actuaciones del hombre" y "actuaciones de la naturaleza" aparece borrosa. A escala mundial, se encuentra el debate sobre el cambio climático. A niveles locales, la explotación forestal puede dañar la capacidad del suelo para mantenerse compacto y retener el agua. Las consecuencias son los deslizamientos de tierras, las inundaciones y la pérdida de tierra productiva. El Programa de las NU para el Medio Ambiente (PNUMA) exige atención sobre estos desastres híbridos "Na-Techs", en los que el hombre y la naturaleza se combinan con resultados frecuentemente devastadores.

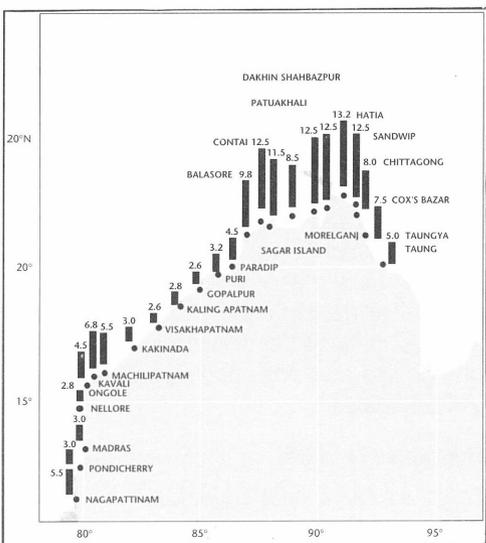


Figura 2 — Máximo probable de las mareas de temporal (en m) para las líneas de costa de la India y Bangladesh

## El papel de los Servicios Meteorológicos Nacionales

La vida y las propiedades humanas están constantemente amenazadas por los peligros medioambientales que se transforman en calamidades naturales. Las predicciones meteorológicas son necesarias para una gran variedad de usuarios en relación con la seguridad y la eficacia de sus operaciones. Los avisos puntuales ayudan a minimizar las pérdidas de vidas y propiedades en las zonas vulnerables. Las predicciones meteorológicas exactas y su rápida difusión tienen una gran importancia económica y por consiguiente el Servicio Meteorológico Nacional desarrolla un papel vital.

La organización de la predicción de ciclones en la India tiene un sistema de tres niveles para atender a las necesidades de los estados marítimos. El Sistema de Aviso de Catástrofes, que ha estado en funcionamiento en las zonas costeras del país desde 1987, ha demostrado ser fiable y eficaz para la difusión rápida de los avisos de ciclones. La coordinación de las operaciones de aviso de ciclón la desarrolla el Director General Adjunto de Meteorología (Predicción del tiempo) de Pune, mientras que la coordinación internacional y las relaciones con el Gobierno central las lleva a cabo el Director General Adjunto de Meteorología (Aviso de ciclones) de Nueva Delhi. El Centro Meteorológico Regional Especializado (CMRE) de Nueva Delhi emite asesoramiento frecuente sobre ciclones a todos los países del entorno considerando el desarrollo y el movimiento de los ciclones tropicales. Estos son seguidos y vigilados con la ayuda de la tecnología espacial, tales como la de las imágenes de nubes frontales del INSAT, el radar y las observaciones desde tierra y desde barcos. De forma similar, los accidentes aéreos durante la toma de tierra y el despegue y durante el vuelo se pueden minimizar o incluso evitar mediante la emisión de predicciones meteorológicas puntuales. Se ha estimado que podrían ahorrarse mil millones de \$ EE.UU., minimizando la posibilidad de dichos accidentes relacionados con el tiempo.

### Evaluación del riesgo

Las medidas para reducir el riesgo comienzan con una exacta evaluación del mismo, es decir:

- realizando un mapa de riesgos para revelar las zonas que son particularmente proclives a las inundaciones, sequías, aludes, vientos fuertes, etc.;
- obteniendo información sobre temas tales como la localización, frecuencia, dirección e intensidad de los peligros potenciales (velocidad del viento, datos de caudal, etc.)

El paso siguiente es evaluar la vulnerabilidad de

las personas y de las propiedades frente a los peligros que se han colocado en el mapa. Es necesario poner en marcha un complejo proceso de recopilación de datos, para determinar los elementos "de riesgo". Estos datos incluyen factores sociales, económicos y del medio ambiente natural y físico. La información recopilada se traspa a las autoridades implicadas en el formato adecuado para permitir una forma de actuación aceptable, abordable y políticamente expeditiva.

Debido al crecimiento de la población y de la urbanización y a la rápida industrialización de los países en desarrollo, también está creciendo el riesgo de las catástrofes citadas. Distintas organizaciones tienen programas en marcha y proyectos especiales diseñados para ayudar a salvar vidas y reducir los daños.

### El Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (DIRDN)

La Estrategia de Yokohama y el Plan de Acción para un Mundo más Seguro, que nacieron durante la Conferencia Mundial sobre el Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales (mayo de 1994), resaltaban la necesidad de desarrollar una cultura mundial de prevención como estrategia esencial para un mundo más seguro (véase *Boletín de la OMM 43* (4), págs. 354-357).

El DIRDN está fuertemente comprometido en el desarrollo de la formación profesional para la reducción de desastres, utilizando el amplio conocimiento de la comunidad científica y técnica, la gran experiencia de las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales y de las agencias de las NU, y aumentando el compromiso y las propuestas del sector privado. El objetivo final es crear, donde sea necesario, una capacidad de reducción de desastres entre las comunidades afectadas, así como hacer disminuir la vulnerabilidad y estimular el desarrollo.

Como se señala en los Principios de la Estrategia de Yokohama, cada país tiene la responsabilidad primordial de proteger a su pueblo, a sus infraestructuras y a otros bienes nacionales de los impactos de las catástrofes naturales. La comunidad internacional deberá demostrar la fuerte determinación política requerida para movilizar recursos y hacer un uso eficaz de los existentes, incluyendo los medios financieros, científicos y técnicos, en el campo de la reducción de las catástrofes naturales.

### El papel de la OMM

#### Programa de Ciclones Tropicales

Como consecuencia de la preocupación mundial tras una serie de ciclones tropicales a finales de los años 60 y principios de los 70, la Asamblea General de las

NU, solicitó un esfuerzo internacional para mitigar sus perjudiciales efectos. Así, en 1970, la OMM estableció el Programa de Ciclones Tropicales dentro del Programa de la Vigilancia Meteorológica Mundial. El objetivo último del PCT es establecer sistemas coordinados nacional y regionalmente para asegurar que se reduzcan al mínimo los daños y las pérdidas de vidas producidos por los ciclones tropicales.

Dentro del programa, se establecieron CMRE para emitir asesoramiento sobre los ciclones tropicales en todas las principales cuencas oceánicas: los CMRE de Miami, Tokio y Nueva Delhi tienen una existencia de cerca de un decenio y se diseñaron para Atlántico norte, el noroeste del Pacífico y el océano Índico septentrional. También han sido designados recientemente La Reunión y Nadi.

Los órganos regionales dentro del PCT son el Comité de Tifones CESAP/OMM para los países del noroeste del Pacífico; el Grupo de Expertos OMM/CESAP en Ciclones Tropicales para el Golfo de Bengala y el Mar Árabe; el Comité de Ciclones Tropicales de la AR I; el Comité de Huracanes de la AR IV; y el Comité de Ciclones Tropicales de la AR V.

Dentro del contexto del DIRDN, la OMM tuvo el liderazgo en la mitigación de los desastres producidos por los ciclones tropicales, las inundaciones, los tornados, las tormentas intensas y otros fenómenos meteorológicos tales como las temperaturas extremadas, los vientos fuertes, las grandes tormentas de nieve y polvo, las mareas de temporal, los deslizamientos de tierras, los aludes y las sequías. Además, la OMM promovió la mitigación de catástrofes que no son de origen natural pero en las que la meteorología o la hidrología pueden utilizarse para aliviar la fuerte degradación del medio ambiente natural.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen al Director General de Meteorología, el Dr. N. Sen Roy, su aliento en la preparación de este trabajo. También hay que dar las gracias a los Sres. S.J. Gove y

B.S. Hirve y a la Sra. R.N. Harnesswala por su ayuda en la preparación del manuscrito.

### **Referencias**

- DE, U.S., 1995: Tropical Cyclones—an Overview and WMO Programme. Lecture delivered at Twelfth SAARC Training Seminar-cum-Workshop, held at Calcutta.
- DE, U.S., 1996: Tropical and Storm Surge Hazard Assessment. Paper presented at 23rd Session of WMO/ESCAP Panel on Tropical Cyclone Seminar Meteorological and Hydrological Risk Assessment. WMO TCP-40, TD No. 761.
- DHA RETROSPECTIVE, 1995: *Natural and Environmental Disasters: a brief review of DHAs involvement*, p. 28.
- ENCYCLOPEDIA BRITANNICA, 1975: Vol. 9, p. 35; and Vol. 10, p. 162.
- HAMMOND, A.L. (Ed.), 1995: World Resources 1994-1995. World Resources Institute, 40 pp.
- LIMBERT, D.S.W., 1995: Human and economic consequences of weather events during 1994, *WMO Bulletin* **44** (4), 364-375.
- SEN, P.N. and P.V. PILLAI, 1993: *Cyclonic storms crossing one degree latitude zones of Indian coasts during period 1877-1990*, IMD, PPSR No. 1993/1.
- STAROSOLSZKY, O., 1993: Water and Natural Disasters. *STOP Disasters*, 13.
- WMO, 1990: *The Role of the World Meteorological Organization in the International Decade for Natural Disaster Reduction*. WMO-No. 745, 32 pp.
- WMO, 1995(a): The Global Climate System in 1994, *WMO Bulletin* **44** (3), 250-254.
- WMO, 1995(b): *The Global Climate System Review*. WMO-No. 819, 150 pp.
- WMO, 1995(c): *Global Perspective on Tropical Cyclones*. TCP 38, WMO-TD No. 693. □

