

menos meteorológicos peligrosos en tiempo real. Otro aspecto importante es el intercambio de información sobre tipos de tiempo extremado, procedimientos de aviso, respuestas y preparativos, etc. Este trabajo, menos espectacular pero igualmente esencial, se lleva a cabo a través de reuniones y conferencias internacionales y de programas de la OMM, como el Programa de los Ciclones Tropicales. Tal información se incluirá también en la "Guía de prácticas de los servicios meteorológicos para el público", que se publicará como parte del Programa de servicios meteorológicos para el público.

Resumen

La principal responsabilidad de un Servicio Meteorológico Nacional es, quizás, la emisión de avisos de fenómenos meteorológicos peligrosos o de emergencias ambientales. Desde hace mucho tiempo se reconoce la necesidad de la colaboración internacional en meteorología, pero se hace especialmente apremiante cuando existe la amenaza de un peligro. Por ejemplo, una función básica del Programa de los Ciclones Tropicales es la elaboración y coordinación de sistemas de predicción y avisos para las zonas con riesgo de ciclones tropicales. Procedimientos internacionalmente acordados regulan el tema de las predicciones y avisos para la aviación civil y la navegación, y la creciente colaboración con el OIEA ha visto la creación de los CMRE, destinados a suministrar información de las trayectorias previstas de los contaminantes en el caso de una

emergencia ambiental internacional. Muchos Servicios Meteorológicos Nacionales de todo el mundo han establecido acuerdos bilaterales con sus vecinos para el intercambio de avisos de fenómenos meteorológicos peligrosos.

Los progresos en los sistemas de observación y tratamiento continúan aumentando nuestra capacidad para predecir los fenómenos meteorológicos potencialmente desastrosos. Los progresos paralelos en la tecnología de la comunicación y en la radio-difusión suministran considerables oportunidades para mejorar la difusión de esta información. En un momento en el que está creciendo el impacto de las catástrofes naturales, los beneficios potenciales podrían ser enormes. Se precisará una colaboración continuada de la comunidad meteorológica internacional para obtener todo el provecho de las oportunidades que se nos ofrecen.

Referencias

- GORDON, N.D., 1991: The role of national Meteorological Services in aviation servicing during the final phase of the World Area Forecast System. *WMO Bulletin* **40** (3).
- MARYON, R.H., F.B. SMITH, B.J. CONWAY and D.M. GODDARD, 1991: The United Kingdom Nuclear Accident Model. *Prog. Nucl. Energy*, **26**: 85-104.
- WASSEF, A.M., 1993: Relative impact on human life of various types of natural disaster: an interpretation of data for the period 1947-1991. *Natural Disasters*. Thomas Telford, London.

SERVICIOS METEOROLÓGICOS PARA EL PÚBLICO EN LOS TRÓPICOS: EL EJEMPLO DE LA INDIA

Por G.S. MANDAL*

Introducción

Los trópicos experimentan una amplia variedad de situaciones meteorológicas, desde los cielos de los subtrópicos, casi persistentemente sin nubes durante la estación seca, a los violentos vientos y lluvias de los intensos ciclones tropicales. Durante un período que abarca de dos a seis meses, zonas enormes permanecen bajo la influencia de los monzones, con fuertes precipitaciones, avenidas e inundaciones repentinas que ocurren un día y otro. Los temporales locales intensos son muy frecuentes en los trópicos. Tan amplia variedad de condiciones meteorológicas determina las necesidades en la predicción del tiempo. Estas varían en

gran manera, no sólo en las escalas cronológica y espacial, sino también en los parámetros meteorológicos que han de incluirse en la predicción. Las perspectivas de los servicios meteorológicos se han ampliado con el tiempo, debido a las crecientes actividades de desarrollo. Están actualmente centradas en proporcionar asesoramiento a los agricultores, al público en general, a los organismos del gobierno y al sector privado, de forma que puedan trabajar de una manera soportable y ambientalmente adecuada. Para hacer frente a sus demandas se lleva a cabo una amplia investigación tanto en meteorología como en los campos afines. Con el establecimiento de una red mundial de estaciones de observación, incluyendo plataformas lejanas tales como los satélites, de unos enla-

* Servicio Meteorológico de la India, Nueva Delhi, India



El templo de Sri Masilamani en Tranquebar fue destruido por una marea de temporal y olas gigantescas durante un ciclón en la parte meridional de la península indostánica en 1993. No obstante, la instalación de radares de aviso en varios puntos costeros, junto con la información originada en el INSAT, han permitido al SMI suministrar predicciones exactas sobre los ciclones que se avecinan, con un ahorro considerable de vidas humanas.

ces rápidos de telecomunicaciones, de técnicas numéricas que usan ordenadores veloces, nuestro conocimiento de los procesos atmosféricos y nuestras posibilidades de predicción están mejorando a ojos vistas. Podemos encontrarnos en el umbral de romper barreras en la referente a la predicción del tiempo.

El primer objetivo de cualquier Servicio Meteorológico Nacional es poder proporcionar información sobre las condiciones meteorológicas que nos amenazan, tanto al público en general como a grupos de usuarios especializados. Es en esta misión donde se hacen más visibles los Servicios y es por la que son juzgados, no sólo por el gran público sino por quienes han de tomar las decisiones. La información general que se ofrece al gran público tiene muchas aplicaciones que, de entenderse y de actuar en consecuencia, pueden mejorar de forma importante la seguridad y el bienestar públicos y tienen un enorme potencial para producir beneficios económicos. Para obtener las máximas ventajas de la predicción general y de los avisos es, por tanto, de gran importancia que los usuarios sean conscientes de su aplicación potencial y de sus limitaciones.

La predicción del tiempo y su preparación

Las predicciones meteorológicas se dividen por convenio internacional en tres categorías: corto, medio y largo plazo, dependiendo de su período de validez. Los métodos utilizados en la predicción a corto plazo en los trópicos son principalmente de

tipo sinóptico, complementados por técnicas empíricas y de satélites. Ahora también se están utilizando de forma creciente, como guía para la preparación de las predicciones a corto plazo, las técnicas objetivas basadas en la predicción numérica del tiempo (PNT). Estas técnicas de PNT se usan generalmente en la predicción a plazo medio, lo que requiere modelos atmosféricos mundiales que se procesen en ordenadores de gran memoria y alta velocidad. Este tipo de predicciones y de instalaciones se encuentran todavía en estado naciente en los trópicos. Las predicciones a largo plazo hacen uso de modelos estadísticos y dinámicos de la circulación general (MCG). Las predicciones estacionales a largo plazo de la precipitación monzónica se han preparado y emitido rutinariamente, desde 1886, en el Servicio Meteorológico de la India (SMI), usando técnicas estadísticas. Con la experiencia obtenida con el tiempo, se han conseguido muchos progresos.

Las predicciones del tiempo a corto plazo preparadas en la India y en otros países tropicales son válidas generalmente para 24 horas, aunque en algunos boletines se incluyen también perspectivas para las siguientes 48 horas. La mayor parte de las predicciones tropicales del tiempo incluyen, al menos, información y predicción de la temperatura y la precipitación. En la India se hacen predicciones diarias de temperatura durante las estaciones cálida y fría y se emiten para grandes regiones, así como para zonas pequeñas, tales como ciudades. Los cambios previstos en la temperatura se descri-

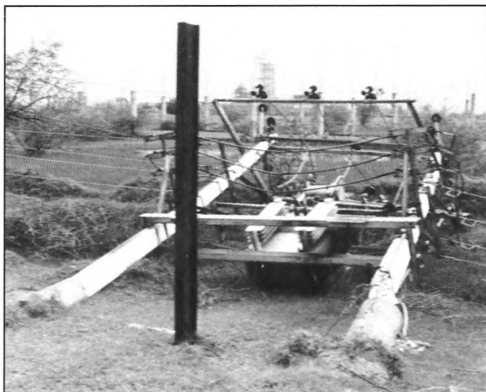
ben como *ligero cambio, subida, bajada, subida apreciable y bajada apreciable*. También se interpretan los cambios por las anomalías respecto a los valores medios a largo plazo. Estas anomalías se califican posteriormente mediante expresiones como condiciones de *ola de frío* u *ola de calor*, dependiendo del grado de desviación de la temperatura respecto a la media. Esta terminología hace que las predicciones sean más cómodas para el usuario y más fácilmente comprensibles para un estrato más amplio de población. Igualmente, la precipitación se describe normalmente en las predicciones por su intensidad, mediante expresiones genéricas con calificativos adecuados a su distribución espacial. En la India, el Servicio Meteorológico utiliza expresiones calificativas tales como *generalizado, bastante generalizado, disperso y aislado* para dar la distribución espacial de un fenómeno meteorológico. La terminología alternativa que actualmente se prepara es: *en la mayoría de los lugares, en muchos lugares, en algunos lugares y en uno o dos lugares*, respectivamente. En relación con el área que abarca, esto corresponde, aproximadamente, al 100, al 75, al 50 y al 25 por ciento de la superficie, respectivamente. Para la distribución en el tiempo, las expresiones empleadas son *continuo, intermitente, temporal y ocasional*. Las intensidades de la precipitación se describen por términos como *ligera, moderada, algo fuerte, fuerte y muy fuerte*. Además, para reflejar el grado de incertidumbre, se utilizan palabras o expresiones tales como *probable, probablemente, las condiciones son favorables para, hay posibilidad de, pueden producirse*, etc...

Estructura de la organización y de la observación

Cualquier servicio público requiere, para su correcto funcionamiento, de una estructura de organización eficiente. La India está dividida, según los distintos objetivos meteorológicos, en cinco amplias regiones, contando cada una con un Centro Meteorológico Regional (CMR). Con el fin de dar respuesta a las necesidades meteorológicas específicas de los estados se han ubicado 12 Centros Meteorológicos (CM) en las capitales de éstos. Los CMR, junto con los CM, emiten distintos tipos de predicciones meteorológicas para las zonas que cubren sus regiones o estados respectivos. En el Centro Meteorológico de Pune se emite una predicción meteorológica para el conjunto del país. El Centro Meteorológico Regional Especializado de Delhi realiza algunas predicciones meteorológicas para el público relativas a los ciclones tropicales. Otras oficinas meteorológicas proporcionan servicios especializados, por ejemplo, los centros de avisos de ciclones, las oficinas meteorológicas aeronáuticas, los centros agrometeorológicos, las oficinas meteorológi-

cas para las inundaciones y las oficinas meteorológicas de puerto.

La predicción del tiempo para diferentes escalas cronológicas requiere redes amplias de observación y de comunicaciones y una potente infraestructura informática. Las observaciones diarias constituyen la base de datos para las distintas funciones del departamento y para la investigación. La red actual comprende 547 estaciones de observación en superficie distribuidas por todo el país con registros periódicos de observaciones meteorológicas acordes con las normas internacionales de actuación. En 100 lugares diferentes se realizan observaciones aerológicas. Hay una red de 17 radares de tormentas y de 10 de ciclones, para detectar y vigilar fenómenos meteorológicos extremados. Se ha creado una red de 622 estaciones climatológicas, principalmente para medir la precipitación. En la actualidad, la precipitación es vigilada sistemáticamente mediante una red de cerca de 2000 estaciones pluviométricas, incluyendo aquellas que no pertenezcan al SMI. Otras redes realizan observaciones especializadas de radiación, evapotranspiración, humedad del suelo, etc. La información de los parámetros meteorológicos deducidos de los satélites, recibida del satélite geoestacionario de la India INSAT y de los de órbita polar de los EE.UU., se utiliza de forma rutinaria en la predicción y el seguimiento de las trayectorias de los ciclones, así como en otros casos de fenómenos meteorológicos extremados. También aportan su contribución a la base de datos del SMI las redes agrometeorológicas y pluviométricas independientes. Para recopilar datos meteorológicos valiosos de las zonas oceánicas, el SMI posee una flota de 221 barcos de observación voluntaria (FOV India). La modernización y la expansión de su red de observación constituyen objetivos constantes del Servicio. Nueva Delhi es uno de los nudos de telecomunicaciones regionales del Sistema Mundial de Telecomunicaciones.



Entre los estragos que produjeron los ciclones en 1993, en Keelavanjur resultó destruido un transformador eléctrico recién instalado

nes y posee potentes instalaciones informáticas incluyendo un superordenador Cray X-MP/216.

Variedad de los servicios suministrados

En la India, las predicciones meteorológicas para el público tienen generalmente una validez de 24 a 36 horas. En algunos boletines meteorológicos especializados, por ejemplo para los agricultores, se suministra además un avance para las 48 horas siguientes. Dichas predicciones a corto plazo se ofrecen en distintos formatos, como los informes meteorológicos diarios de la India (IMDI) y sus conclusiones, los informes meteorológicos diarios regionales y sus conclusiones, los informes meteorológicos diarios estatales y sus conclusiones, y los boletines de predicción local para las ciudades y la agricultura. Aunque muchos de estos informes contienen alguna indicación sobre el tiempo previsto a corto plazo, difieren en la forma de los detalles y en sus contenidos. Por ejemplo, los IMDI se emiten desde un lugar centralizado y contienen información general y condensada. Esas generalizaciones, cuando se llevan a cabo sobre una zona del tamaño de la India, requieren necesariamente omitir muchos detalles útiles que podrían tener un interés local. Naturalmente, sólo se destacan aquellas características del tiempo que se consideran importantes en el contexto más amplio del tiempo en el país en su conjunto. El Resumen Meteorológico para la India contiene las situaciones sinópticas, una descripción general de las precipitaciones en las últimas 24 horas, descritas en términos de variación espacial y temporal, y algunos valores puntuales significativos de las lluvias y de las precipitaciones previstas. También se suministra una información similar acerca de las temperaturas. Se incluyen avisos de fenómenos meteorológicos extremados, como líneas de turbonada, tormentas de polvo, lluvias intensas y galernas. Estos informes se emiten dos veces al día basándose en los análisis de las 0300 UTC y de las 1200 UTC.

En la India se emite una *predicción local* para el gran público de ciertas ciudades importantes. Contiene informaciones relativas a la temperatura, la precipitación, el viento, la visibilidad, el estado del cielo y avisos meteorológicos de líneas de fuerte turbonada, tormentas de polvo, niebla, galernas, granizo, avisos de temperaturas extremadas, etc. Estas predicciones se difunden generalmente tres o cuatro veces al día por radio y televisión. En caso de cambio repentino o si se espera tiempo adverso, se emiten predicciones adicionales entre los dos boletines ordinarios.

Los *Boletines Meteorológicos para la Agricultura* se emiten una o dos veces al día para pequeñas zonas dependiendo de la estación del año (por ejemplo, un conjunto de distritos). Las predicciones

de los CMR y los CM contienen información acerca de la distribución espacial de la lluvia y de su intensidad, así como de otros elementos meteorológicos, como condiciones térmicas, heladas, granizo, etc., y avisos.

La India posee una gran longitud de costas que sirve de base a una amplia comunidad pesquera que se gana la vida con pequeños barcos. Teniendo en cuenta su vulnerabilidad al tiempo adverso, se preparan para dicha comunidad, cuatro veces al día, los boletines conocidos como *Boletines Meteorológicos Pesqueros* que se difunden por radio en las lenguas locales, a intervalos prefijados. Dichos boletines contienen avisos meteorológicos específicos cuando se esperan las siguientes condiciones: (a) cuando la velocidad del viento exceda de 45 Km/h^{-1} (b) tiempo turbulento y (c) galernas. En caso de falta de aviso, se transmite "Aviso nil".

Existen otros numerosos usuarios que necesitan mensajes dedicados cuando se prevé que ciertos fenómenos meteorológicos afectarán a sus sectores específicos. Sus necesidades se registran en la oficina meteorológica más cercana y se les envía la información a través del medio de comunicación más rápido disponible. En el SMI se les conoce como los *Avisos de página de álbum*. Algunos pequeños grupos también buscan asesoramiento meteorológico en ocasiones especiales como actos religiosos o sociales, deportes, actividades de ocio, etc. Normalmente, dichos servicios se proporcionan por teléfono y de forma gratuita.

Además de los servicios meteorológicos para el público mencionados anteriormente, hay servicios especializados para otros muchos sectores de las actividades humanas, por ejemplo, la aviación, la navegación, los puertos, la agricultura, el control de inundaciones, la exploración petrolífera y los avisos de ciclones. El servicio de avisos de ciclones es un servicio meteorológico importante para la India y se describe brevemente a continuación.

En la India, los avisos de ciclones se proporcionan en dos fases. En la primera, se emite una *alerta de ciclón* 48 horas antes de la ocurrencia del tiempo adverso (predefinido). En la segunda fase, se emite un *aviso de ciclón* 24 horas antes de la llegada a tierra. Los mensajes informativos se inician mucho antes, en cuanto se ha localizado un sistema ciclónico en los mares de la India. Los avisos se repiten a intervalos cortos de tiempo. Además del público en general, existe una amplia serie de beneficiarios de los avisos de ciclones que comprende puertos, pesquerías y los sectores del transporte y de las comunicaciones. Una de las formas primordiales de la difusión de los avisos de ciclones en la India son las emisiones de radio a intervalos frecuentes y en las lenguas regionales. También se uti-

lizan otras formas de comunicación disponibles. Recientemente ha entrado en funcionamiento un sistema de comunicación mediante satélite conocido como Sistema de Avisos de Catástrofe, a través del cual se transmiten directamente los avisos de ciclones a la población costera vía INSAT.

Verificación de las predicciones no aeronáuticas

En la actualidad, la verificación de las predicciones no aeronáuticas para la India se limita a las predicciones por subdivisiones de la precipitación para las próximas 24 horas (la India está dividida en 35 subdivisiones). Sin embargo, las predicciones locales se comprueban de forma rutinaria para cada elemento. Su exactitud es generalmente buena.

Formas de difusión

Las emisiones de la Radio para Toda la India (RTI) son uno de los medios más seguros y fiables para la comunicación de la información del tiempo al público indio. Los boletines meteorológicos se emiten dos veces desde el Servicio Meteorológico Central, desde los CMR y desde los CM; sus emisiones se realizan una por la mañana y otra por la tarde dentro del ciclo de noticias de la RTI. Además, también se emiten de dos a cuatro veces al día, según lo acordado, por las emisoras locales de la RTI predicciones locales para las grandes ciudades que tengan oficinas de predicción. En el caso de tiempo adverso asociado a los ciclones tropicales, los avisos se emiten de forma horaria. Los boletines para los agricultores se emiten a través de una amplia serie de emisoras de radio en los lenguajes regionales y una o dos veces al día, dependiendo de la estación. Los boletines pesqueros se emiten a través de la RTI cuatro veces al día.

A diario se emite en el boletín de noticias de la televisión un resumen del Tiempo para toda la India, utilizando las imágenes de satélite obtenidas por el INSAT, mapas meteorológicos especiales y gráficos.

Otro canal emite las predicciones locales para la región a la que se dirige la transmisión. Actualmente en la India no existe un canal meteorológico como lo hay en algunos países desarrollados, pero las predicciones del tiempo y los datos climatológicos se incluyen en el servicio de TELETEXO.

La prensa es otro de los medios para comunicar al público las predicciones del tiempo. La mayoría de los principales periódicos llevan la información meteorológica, ya sea nacional o regional. Casi todos llevan una predicción local para la ciudad en la que se publican. En las zonas alejadas, donde los periódicos llegan más tarde que el período de validez, las predicciones no contienen dicha información.

La utilización y las necesidades de mejora

Para obtener el máximo provecho de una predicción general del tiempo o de un aviso, es necesario comprender sus limitaciones. Obviamente, la primera consideración deberá ser que el lenguaje sea comprensible para todo el público. El Servicio Meteorológico de la India ha tomado iniciativas en este sentido, publicando carteles y folletos sobre distintos temas que se distribuyen al público con formación. Los carteles referentes a las medidas de seguridad en caso de amenaza de ciclón se publican en las diferentes lenguas de la India y se distribuyen a las autoridades pertinentes para que los coloquen en los principales lugares públicos. Los periódicos publican artículos populares de los meteorólogos sobre los servicios meteorológicos para el público y sobre las condiciones más importantes del tiempo que afectan al país. También se emiten programas educativos de radio y televisión. En los cines se proyectan cortometrajes sobre los servicios meteorológicos, los monzones, los ciclones, etc., antes de la película principal. Otras formas de enseñar al público lo que son los servicios meteorológicos son los simposios, seminarios y reuniones. Sin embargo, este tema todavía no se ha introducido en la programación escolar.

LA PRESENTACIÓN Y LA DOCUMENTACIÓN DE LA INFORMACION METEOROLÓGICA

Por Barbara McNAUGHT-WATSON*

La presentación y distribución al público de datos, avisos y predicciones meteorológicos constituyen los elementos fundamentales del suministro de servicios meteorológicos para el público de calidad. La forma en que los productos meteorológicos se presentan y difunden determinará quién recibe la información, si se

comprende el mensaje, cómo se interpreta, y qué medidas se deben tomar, si se es que se debe tomar alguna. La gente toma, cotidianamente, decisiones basadas en la información meteorológica que ha recibido, la cual tiene, o bien una incidencia humana (un partido al aire libre puede suspenderse a causa de la lluvia), o bien una incidencia económica (cosechas pro-

* Del NOAA/National Weather Service, EE.UU.