

Directrices de la OMM sobre servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos



**Organización
Meteorológica
Mundial**

Tiempo · Clima · Agua

OMM-Nº 1150



**Organización
Meteorológica
Mundial**

Tiempo · Clima · Agua

OMM-Nº 1150

Directrices de la OMM sobre servicios
de predicción y aviso multirriesgos
que tienen en cuenta los impactos

2015

NOTA DE LA EDICIÓN

METEOTERM, base terminológica de la OMM, está disponible en la página web http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_es.html. La lista de abreviaciones figura también en la siguiente dirección: http://www.wmo.int/pages/themes/acronyms/index_es.html.

El Programa de Servicios Meteorológicos para el Público de la OMM quisiera aprovechar esta oportunidad para dar las gracias a los autores que han contribuido a la presente publicación: Gerald Fleming (Met Éireann, Servicio Meteorológico de Irlanda); David Rogers (Servicio mundial para la reducción y recuperación de catástrofes, Banco Mundial); Paul Davies (Met Office, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte); Elliott Jacks (Servicio Meteorológico Nacional de la Administración Nacional del Océano y de la Atmósfera (NOAA) de Estados Unidos de América); Jennifer Ann Milton (Ministerio del Medio Ambiente de Canadá); Cyrille Honoré (Météo-France); Lap Shun Lee (Observatorio de Hong Kong, Hong Kong, China); John Bally (Oficina de Meteorología, Australia); WANG Zhihua (Administración Meteorológica de China); Vlasta Tutis (Servicio Meteorológico e Hidrológico de Croacia); y Premchand Goolaup (Servicios Meteorológicos de Mauricio).

OMM-Nº 1150

© Organización Meteorológica Mundial, 2015

La OMM se reserva el derecho de publicación en forma impresa, electrónica o de otro tipo y en cualquier idioma. Pueden reproducirse pasajes breves de las publicaciones de la OMM sin autorización siempre que se indique claramente la fuente completa. La correspondencia editorial, así como todas las solicitudes para publicar, reproducir o traducir la presente publicación parcial o totalmente deberán dirigirse al:

Presidente de la Junta de publicaciones
Organización Meteorológica Mundial (OMM)
7 bis, avenue de la Paix
Case postale 2300
CH-1211 Genève 2, Suiza

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 80 40
Correo electrónico: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-31150-4

NOTA

Las denominaciones empleadas en las publicaciones de la OMM y la forma en que aparecen presentados los datos que contienen no entrañan, de parte de la Organización, juicio alguno sobre la condición jurídica de ninguno de los países, territorios, ciudades o zonas citados o de sus autoridades, ni respecto de la delimitación de sus fronteras o límites.

La mención de determinados productos o sociedades mercantiles no implica que la OMM los favorezca o recomiende con preferencia a otros análogos que no se mencionan ni se anuncian.

Las observaciones, interpretaciones y conclusiones expresadas en las publicaciones de la OMM por autores cuyo nombre se menciona son únicamente las del autor y no reflejan necesariamente las de la Organización ni las de sus Miembros.

ÍNDICE

Página

ÍNDICE.....	iii
RESUMEN EJECUTIVO.....	v
CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN DE LA PREDICCIÓN QUE TIENE EN CUENTA LOS IMPACTOS	1
1.1 Hacer frente a los múltiples peligros hidrometeorológicos	1
1.2 Resultados deseados	1
1.3 Predicción que tiene en cuenta los impactos	3
CAPÍTULO 2. CONCEPTOS CLAVE DE LOS SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO Y QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS	4
2.1 Peligro	4
2.2 Incertidumbre de la predicción hidrometeorológica.....	4
2.3 Exposición	4
2.4 Vulnerabilidad	4
2.5 Riesgo	5
2.6 Predicciones y avisos meteorológicos del impacto y que tienen en cuenta los impactos	5
2.7 Asociaciones para la prestación de servicios: responsabilidad pública y gubernamental	6
CAPÍTULO 3. EVOLUCIÓN HACIA LA PREDICCIÓN DEL IMPACTO	7
3.1 Predicciones generales.....	7
3.2 Avisos basados en umbrales meteorológicos fijos	7
3.3 Avisos meteorológicos basados en umbrales pertinentes acordados con los usuarios y profesionales	8
3.4 Avisos meteorológicos basados en umbrales con variaciones espaciales o temporales.....	8
3.5 Servicios de predicción y aviso que tienen en cuenta los impactos	10
3.6 Servicios de predicción y aviso del impacto	10
3.7 Esquemas que representan las aplicaciones conceptuales y operativas de la predicción del impacto	13
3.8 Beneficios de un servicio de aviso del impacto	14
CAPÍTULO 4. RECOMENDACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO	16
4.1 Asociaciones	16
4.2 Desarrollo de la información y los servicios	18
4.3 Requisitos funcionales para la predicción y los avisos que tienen en cuenta los impactos	18
4.4 Desarrollo de la capacidad del personal y de los asociados de los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales.....	19
4.5 Validación	20
CAPÍTULO 5. ENFOQUE GLOBAL DE LA GESTIÓN PARA EVOLUCIONAR HACIA LOS SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO Y QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS.....	21

RESUMEN EJECUTIVO

Todos los años, los impactos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos que se producen en la Tierra provocan múltiples víctimas e importantes daños materiales en los bienes y la infraestructura, que conllevan consecuencias económicas adversas para las comunidades y que pueden persistir durante muchos años. Todo ello sucede a pesar de que muchos de esos fenómenos extremos se han predicho correctamente y de que los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales (SMHN) competentes han difundido información precisa sobre los avisos de forma oportuna.

Los motivos de esa aparente desconexión radican en la brecha entre las predicciones y los avisos de fenómenos hidrometeorológicos y la comprensión de sus posibles impactos, tanto por parte de las autoridades encargadas de la protección civil y la gestión de las emergencias como por parte de la población en general. En pocas palabras, si bien se es consciente de lo que podría ser el tiempo, a menudo no se comprende lo que sería capaz de hacer.

Si hay que colmar esa brecha, es necesario fomentar la aplicación de un enfoque integral de la observación, la modelización y la predicción de los fenómenos hidrometeorológicos extremos y la sucesión de peligros consiguientes, a través de sus impactos. Abordar ese problema exigirá la puesta en práctica de una labor multidisciplinaria sumamente integrada y centrada. Ello es fundamental para garantizar el acceso a la mejor ciencia posible, así como unos servicios óptimos, para gestionar los fenómenos que actualmente conlleven múltiples riesgos, y para proporcionar la mejor base empírica que permita adoptar decisiones difíciles sobre la infraestructura necesaria para proteger a la población en el futuro a medida que cambia el clima.

La mejora de la comprensión de los posibles impactos de los fenómenos hidrometeorológicos extremos es un reto para los SMHN y sus organismos asociados, en particular los organismos para la reducción de desastres y protección civil. Estas Directrices establecen un programa en el que se identifican los distintos hitos desde la predicción y los avisos meteorológicos hasta los servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos.

En aras de la integridad, estas Directrices también describen el último paso de la predicción de los impactos reales, aunque se reconoce que ese es un ejercicio extremadamente sofisticado que exige una estrecha colaboración con los organismos asociados y una investigación importante de la exposición y la vulnerabilidad. En el caso de muchos Miembros de la OMM, este paso no corresponderá a los SMHN sino a los pertinentes organismos para la reducción de desastres y protección civil y otros asociados.

El paso de la predicción y los avisos meteorológicos a unos servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos representa un cambio de paradigma en la prestación de servicios de muchos SMHN, pero que es plenamente conforme con el Plan de aplicación de la estrategia de prestación de servicios de la OMM, adoptado en 2013. A fin de asistir a los Miembros en este proceso, las Directrices incluyen numerosos ejemplos que contribuyen a ilustrar la naturaleza de los cambios descritos y una sección sobre un posible enfoque para cambiar la gestión de la pertinencia en este contexto.

CAPÍTULO 1. JUSTIFICACIÓN DE LA PREDICCIÓN QUE TIENE EN CUENTA LOS IMPACTOS

Ya no es suficiente emitir una predicción o un aviso meteorológico acertados; hoy en día, las personas desean saber cómo deben actuar para garantizar su seguridad y proteger sus bienes.

1.1 HACER FRENTE A LOS MÚLTIPLES PELIGROS HIDROMETEOROLÓGICOS

En el seno de la comunidad de la Organización Meteorológica Mundial (OMM), los avances científicos en la predicción meteorológica han hecho posible proporcionar avisos fiables sobre múltiples peligros hidrometeorológicos con una exactitud y anticipación que debería cumplir directamente con la misión de los SMHN, es decir, proporcionar avisos de tiempo violento con el fin de salvaguardar vidas humanas y atenuar daños materiales. Para que los gobiernos, los sectores económicos y el público en general puedan adoptar las medidas pertinentes, es necesario que sean conscientes de las repercusiones que podrían tener los múltiples peligros hidrometeorológicos en sus vidas, sus medios de subsistencia, sus bienes, así como en la economía.

Son muchas las personas que siguen perdiendo la vida, y los costos socioeconómicos relacionados con los peligros hidrometeorológicos siguen aumentando debido, en parte, a una falta de reconocimiento y comprensión de las repercusiones y consecuencias de los múltiples peligros hidrometeorológicos en su bienestar.

¿Cómo podrían cambiar los Miembros de la OMM lo que están haciendo para resolver este problema? Y, al hacerlo, cómo pueden contribuir al crecimiento económico aprovechando la ciencia, la tecnología, los datos y otros recursos existentes dentro y fuera de la comunidad meteorológica con el fin de fortalecer la capacidad de la sociedad para hacer frente a los múltiples peligros hidrometeorológicos?

1.2 RESULTADOS DESEADOS

La utilidad de los servicios y los avisos depende de la capacidad de las personas para utilizar la información y adoptar medidas eficaces. Por lo tanto, el fortalecimiento institucional y la mejora de los sistemas de observación y de predicción y la calidad de los avisos hidrometeorológicos son un requisito previo necesario, pero no suficiente, para reducir los efectos perniciosos. En definitiva, los avisos hidrometeorológicos acertados y oportunos no garantizan la seguridad de las vidas ni impiden una importante perturbación de la economía (véase el cuadro en la página 2).

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales deben colaborar más eficazmente con los organismos para la reducción de desastres y protección civil, así como con el público y las partes interesadas, con el fin de ayudar a las personas a comprender mejor la incidencia que los peligros pueden tener en ellas para garantizar la adopción de las medidas pertinentes. Mediante la inclusión de información sobre la vulnerabilidad de las estructuras a los múltiples peligros hidrometeorológicos y el comportamiento previsible de las personas durante una emergencia, los SMHN podrían ayudar a minimizar los efectos perniciosos debidos a las víctimas mortales, los daños y las pérdidas relacionados con estos peligros.

Aunque los SMHN reconozcan que el objetivo principal es la protección de vidas humanas y bienes, también deben responder a las necesidades de las empresas en materia de servicios eficaces para generar crecimiento económico y sostenibilidad, crecimiento que depende de que se aprovechen los efectos beneficiosos del tiempo, y se eviten los adversos.

¿Por qué las predicciones acertadas tienen escasa respuesta?

Existen muchos ejemplos de casos en los que se hizo una predicción acertada del peligro meteorológico pero se subestimó su impacto y la respuesta fue insuficiente. Hay dos casos que ilustran la necesidad de ir más allá de los avisos meteorológicos.

Caso 1 – Ciclón tropical Haiyan (Yolanda)

El ejemplo reciente más notable es el del ciclón tropical Haiyan (Yolanda), que el 7 de noviembre de 2013 azotó a Filipinas como una tormenta de categoría 5. Hasta el 14 de enero de 2014, se habían registrado 6 201 fallecidos y 28 626 heridos y aún había 1 785 desaparecidos; más de dieciséis millones de personas y la estimación de los daños sufridos por la infraestructura y el sector agrícola se cifraba en más de 827 millones de dólares de Estados Unidos*. Muchas de las muertes fueron causadas por la marea de tormenta provocada por el viento, que alcanzó una velocidad máxima sostenida de 275 kilómetros por hora durante 10 minutos. ¿Se habrían salvado vidas si se hubieran estimado mejor las repercusiones concretas de la tormenta? Es muy probable que sí. El organismo meteorológico – Agencia de Servicios Atmosféricos, Geofísicos y Astronómicos de Filipinas (PAGASA) – emitió a tiempo avisos acertados de fuertes lluvias y vientos, y el gobierno envió aviones y helicópteros a las zonas de mayor riesgo. Sin embargo, ello no fue suficiente. Es probable que si se hubiese tenido mejor conocimiento de los riesgos, en particular de la marea de tormenta, se habrían efectuado con mayor anticipación evacuaciones masivas en las zonas expuestas**.

Caso 2 – Ciclón tropical Fitow

Aunque su intensidad fue mucho menor que la del Haiyan, el ciclón tropical Fitow pone de relieve algunas de las limitaciones de los avisos meteorológicos.

El ciclón tropical Fitow comenzó a azotar a la China continental el 6 de octubre de 2013, causando importantes daños y perturbaciones. Entre las 20.00 horas del 7 de octubre y las 14.00 horas del 8 de octubre, cayó en Shanghái una precipitación total de 156 mm, la mayor cantidad de lluvia registrada en 18 horas desde 1961. El impacto fue muy importante ya que 97 carreteras quedaron inundadas; se inundaron 900 comunidades en las que muchos estacionamientos subterráneos y automóviles sufrieron daños; y algunos muros de contención contra las crecidas resultaron dañados o destruidos. Cuatro distritos quedaron inundados por el desbordamiento de los ríos. Hasta el 11 de octubre, el ciclón había afectado directamente a más de 1,2 millones de personas y se había registrado un fallecimiento; y casi 28 000 000 hectáreas de tierras agrícolas quedaron inundadas. La estimación de las pérdidas económicas directas asciende a 890 millones de yuanes. En la provincia de Zhejiang, se tuvo conocimiento de siete víctimas mortales y se estima que las pérdidas económicas directas superan los 33 000 millones de yuanes.

La Administración Meteorológica de China (CMA) y el Servicio Meteorológico de Shanghái emitieron avisos acertados conformes a los procedimientos normalizados de operación y los protocolos pertinentes, y cuando la gravedad del fenómeno se fue acentuado se pasó de la alerta azul a la alerta roja. Se alertó a más de 18 millones de personas. Sin embargo, la respuesta del público fue “¿por qué tardaron tanto los avisos?”

La alerta naranja sobre la pluviosidad fue emitida a las 05.36 horas del 8 de octubre y la alerta roja a las 07.38 horas. Esta fecha coincidía con el primer día de vuelta al colegio y al trabajo después del día de la fiesta nacional de China. El momento en que se emitieron las alertas de nivel más elevado coincidió con la hora de mayor tráfico – los desplazamientos matutinos desde el domicilio hasta los lugares de trabajo habían comenzado bastante antes de que mucha gente se percatara de la gravedad de la situación.

Los embotellamientos impidieron que las personas llegaran a sus destinos o regresaran a sus hogares.

Si el aviso fue tan acertado, ¿por qué ocurrió esto?

Como la mayoría de los países, China basa su sistema de avisos principalmente en umbrales meteorológicos. Cada nivel de aviso de riesgo incluye un resumen de las medidas que se recomienda adoptar cuando se emite el aviso. Estas medidas suelen ser bastante generales y no facilitan una orientación concreta respecto de una circunstancia particular. Por lo general, el pronosticador no suele tener en cuenta la vulnerabilidad y la exposición de la población al riesgo. En el caso del ciclón tropical Fitow, esto supuso que el aviso con el nivel de riesgo más elevado no se emitiera hasta bien avanzada la hora de mayor tráfico de la mañana, una vez excedidos los umbrales meteorológicos adecuados.

* National Disaster Risk Reduction and Management Council, 2014.

** WMO, *Post-Typhoon Haiyan (Yolanda) Expert Mission to the Philippines, Manila and Tacloban, 7–12 April 2014, Mission Report* (2014).

1.3 **PREDICCIÓN QUE TIENE EN CUENTA LOS IMPACTOS**

Los problemas antes expuestos podrían resolverse con el fin de transmitir información sobre las repercusiones que puede tener un peligro, o múltiples peligros, en una persona o una comunidad en situación de riesgo. Algunos ejemplos de ello son la predicción del posible efecto de la lluvia en los usuarios de las carreteras en la hora de mayor tráfico, o las consecuencias que sufren los pasajeros por el cierre de un aeropuerto debido a fuertes vientos. Estas predicciones podrían efectuarse de manera subjetiva en colaboración con los usuarios de transportes, o de manera objetiva mediante la elaboración de un modelo de impacto utilizando conjuntos de datos sobre la vulnerabilidad y la exposición así como información meteorológica. Por lo general, la comprensión de los riesgos de desastre y la predicción del impacto meteorológico no forman parte del mandato de los meteorólogos e hidrólogos. Sin embargo, dado que, a menudo, los riesgos y los impactos son provocados por fenómenos hidrometeorológicos extremos, cabría afirmar que los SMHN son los mejores equipados para predecir el impacto de los mismos en asociación con otros organismos. En ciertos casos, los SMHN pueden desempeñar una función de apoyo al facilitar información hidrometeorológica que permita a sus asociados predecir los impactos.

El éxito de la predicción que tiene en cuenta los impactos exige una colaboración con otras instituciones que tengan pericia, recursos y conocimientos adicionales necesarios, tales como datos demográficos, técnicas de externalización abierta de tareas, el Sistema de información geográfica (SIG), interoperabilidad, incorporación y utilización de datos de terceros, con el fin de prestar servicios relativos al impacto que los SMHN no pueden ofrecer por sí solos. Desde el punto de vista de los usuarios de los servicios, ello supondría la contribución al sistema de información por parte de las comunidades más vulnerables a los desastres. Trabajando en estrecha colaboración, los proveedores de servicios y los beneficiarios de los mismos actuarían como un portavoz autorizado, unificado e integrado, con el que todos se podrían identificar, y a su vez, podrían adoptar medidas eficaces.

La finalidad de estas Directrices consiste en describir brevemente un programa para ayudar a los Miembros de la OMM a continuar desarrollando sus servicios de predicción y aviso de forma que permita que los usuarios entiendan plenamente las consecuencias de los peligros meteorológicos, y que se adopten las medidas de mitigación adecuadas. Este programa define varios pasos, como se expone brevemente, para lograr el objetivo mencionado. Reconociendo que cada paso sucesivo implica una mayor complejidad, y exige una mayor colaboración con los organismos asociados pertinentes y la incorporación de datos más allá de lo que se utilizan normalmente en la emisión de avisos de peligros, se ha prestado especial atención a la preparación de estas Directrices para indicar claramente los desafíos y los requisitos relacionados con cada uno de esos pasos sucesivos.

Estas Directrices tienen por objeto asistir a los Miembros de la OMM a pasar de los servicios de predicción y de avisos meteorológicos a unos servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos de forma acorde con La estrategia de prestación de servicios de la OMM y su plan de aplicación (OMM-Nº 1129). Además, tienen por objeto ayudar a los SMHN a seguir siendo pertinentes y a continuar respondiendo a las necesidades cambiantes de la sociedad, desempeñando así su función como el portavoz autorizado al que las personas desean oír y comprender, y promoviendo el acceso a inversiones sostenibles del sector privado y los donantes.

CAPÍTULO 2. CONCEPTOS CLAVE DE LOS SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO Y QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS

Tradicionalmente todos los SMHN han hecho destacar que la predicción del tiempo es fundamental para su misión. Muchos de ellos también emiten advertencias meteorológicas cuando se prevén fenómenos meteorológicos peligrosos. Tanto en el caso de las predicciones como de las advertencias meteorológicas, la atención se centra en saber cómo **será** el tiempo. En las presentes Directrices se aboga por evolucionar de este paradigma basado en el tiempo hacia uno que se centre principalmente en predecir los efectos de los fenómenos meteorológicos. En otras palabras, la atención debería centrarse en lo que **hará** el tiempo.

Algunos de los conceptos en los que se fundamenta la noción de predicción del impacto trascienden los términos empleados tradicionalmente en la predicción meteorológica. A continuación, se definen los términos principales a los efectos de las presentes Directrices.

2.1 PELIGRO

El peligro se refiere a un elemento meteorológico, geofísico o antropógeno que representa un nivel de amenaza para la vida, los bienes o el medio ambiente.

2.2 INCERTIDUMBRE DE LA PREDICCIÓN HIDROMETEOROLÓGICA

La incertidumbre de la predicción hidrometeorológica se refiere a los límites de predictibilidad impuestos por el estado de la ciencia y la aleatoriedad inherente al sistema meteorológico. En los puntos siguientes de las presentes Directrices se explicará más específicamente la manera en que la incertidumbre de la predicción hidrometeorológica se integra con factores relacionados con la exposición y la vulnerabilidad para ayudar a cuantificar el riesgo.

2.3 EXPOSICIÓN

La exposición se refiere a las personas y los bienes que se verán afectados en una zona en la que pueden ocurrir fenómenos peligrosos. Si la población y los recursos económicos no se encontraran en lugares que pudieran ser peligrosos (y expuestos a los mismos), no existiría ningún problema de riesgo de desastre. La exposición es necesaria, pero no suficiente, para determinar un riesgo. Es posible estar expuesto a un riesgo pero no ser vulnerable al mismo como, por ejemplo, en el caso de quienes viven en una llanura de inundación, pero tienen suficientes medios para modificar la estructura y el comportamiento de los edificios con el fin de atenuar posibles pérdidas. Sin embargo, para ser vulnerable a un peligro, también es necesario estar expuesto al mismo. La exposición depende del tiempo (t) y del espacio (x).

Un ejemplo de exposición relacionado con la situación geográfica sería el de un vehículo que cruza un puente durante un ventarrón. Para ilustrar un ejemplo situacional puede decirse que, durante un mismo ventarrón, una grúa estaría mucho más expuesta que un automóvil en una calle. La exposición debida al momento del día puede producirse en diversas escalas temporales. Por ejemplo, un ventarrón que sopla durante el momento más crítico de la hora de mayor tráfico de una ciudad daría lugar a un factor de exposición mucho mayor que si soplara en una zona rural despoblada a media noche.

2.4 VULNERABILIDAD

La vulnerabilidad se refiere a la susceptibilidad de los elementos expuestos, tales como los seres humanos, sus medios de subsistencia y bienes materiales a sufrir efectos perniciosos cuando se ven

afectados por un peligro. La vulnerabilidad está relacionada con la predisposición, la sensibilidad, la fragilidad, la debilidad, las deficiencias, o la falta de capacidades que favorecen los efectos adversos en los elementos expuestos. La vulnerabilidad depende de cada situación e interactúa con el peligro para generar el riesgo. Por lo tanto, la vulnerabilidad también puede depender del tiempo y el espacio.

Por ejemplo, cuando se construyen las defensas contra las crecidas, se protege a las poblaciones en zonas bajas. También como ejemplo, cabe citar que el Estado de Florida en Estados Unidos introdujo la aplicación de códigos más estrictos a la construcción a raíz del huracán Andrew en 1992.

2.5 RIESGO

A los efectos de las presentes Directrices, el riesgo se define como la probabilidad y la magnitud del daño infligido en los seres humanos y sus medios de subsistencia y bienes debido a su exposición y vulnerabilidad a un peligro. La magnitud de los daños puede variar debido a las medidas de respuesta tanto para reducir la exposición mientras se está produciendo el fenómeno como para reducir la vulnerabilidad a otros tipos de peligros pertinentes en general.

El riesgo puede expresarse matemáticamente de la manera siguiente:

$$| \text{Riesgo de impacto} (x, t) | \\ \equiv | \text{Peligro} (x, t) | \cup | \text{vulnerabilidad} (x, t) | \cup | \text{exposición} (x, t) |$$

donde \cup representa la unión del nivel de incertidumbre de la predicción hidrometeorológica, el grado de vulnerabilidad, y el nivel de exposición. Los riesgos:

- pueden estar asociados entre sí y sus efectos pueden acentuarse. En una misma zona, pueden producirse simultáneamente varios o muchos riesgos. Esto requiere una capacidad para compararlos y hacer compensaciones, evaluando la importancia relativa de un riesgo en comparación con otro, que puede no ser necesariamente hidrometeorológico;
- no son siempre fáciles de determinar, cuantificar y categorizar, y, a veces, no llegan a determinarse hasta mucho después de que se hayan notado consecuencias adversas graves;
- se evalúan de manera diferente según el contexto social. Por lo tanto, un riesgo que se considere grave en un lugar puede ser considerado menos grave en otro, o existe flexibilidad para aceptar el riesgo.

2.6 PREDICCIONES Y AVISOS METEOROLÓGICOS DEL IMPACTO Y QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS

Para mayor claridad, pueden definirse estos tres diferentes paradigmas de predicción. Hay una sutileza en las distinciones que se establecen entre ellos:

Paradigma 1 – Predicciones y avisos meteorológicos (peligros solamente): Estos tipos de predicciones y avisos contienen información que se refiere solamente a las variables atmosféricas y la manera en que se prevé que cambien. En el caso de los avisos meteorológicos, la atención se centra en la predicción de los peligros meteorológicos solamente.

Ejemplo 1: “Vientos Bora previstos para esta noche con velocidades de 20 metros por segundo.”

Ejemplo 2: “Tormentas violentas previstas para hoy con ráfagas de viento superiores a 60 mph.”

Paradigma 2 – Predicciones y avisos que tienen en cuenta los impactos (peligros y vulnerabilidad solamente): Estos tipos de predicciones y avisos tienen por objeto indicar las repercusiones previsibles como resultado del tiempo previsto.

Ejemplo 1:	“Vientos Bora previstos para esta noche que pueden causar retrasos o cancelaciones en los servicios de transbordadores marítimos.”
Ejemplo 2:	“Tormentas violentas con ráfagas de viento superiores a 60 mph ocasionarán daños en los árboles y las líneas eléctricas”.

Paradigma 3 – Predicciones y avisos del impacto (peligros, vulnerabilidad y exposición): Estos tipos de predicciones y avisos tiene por objeto hacer llegar información detallada a las personas, los sectores de actividad y la comunidad. Para muchos SMHN, estos tipos de predicciones incumbirán al mandato de los organismos asociados en vez de a los propios SMHN.

Ejemplo 1:	“Los servicios de transbordadores marítimos de la isla de Bra serán cancelados esta noche debido a los vientos Bora.”
Ejemplo 2:	“En Kensington pueden producirse importantes retenciones de tráfico debido al riesgo de que los árboles grandes derriben las líneas eléctricas y bloqueen las carreteras a consecuencia de tormentas violentas.”

Es importante señalar que se requiere tener conocimiento de la *exposición* local (es decir, rutas conocidas de transbordadores marítimos y barrios con árboles especialmente altos que sobrepasan las líneas eléctricas) para formular predicciones de los impactos.

2.7 ASOCIACIONES PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS: RESPONSABILIDAD PÚBLICA Y GUBERNAMENTAL

Las asociaciones para la prestación de servicios consisten en las interacciones necesarias entre los SMHN, los organismos para la reducción de riesgos de desastre y la protección civil y otros actores de los gobiernos locales, municipales nacionales con el fin poner en funcionamiento un sistema de predicción y aviso de los impactos. En algunos países, los SMHN están habilitados tanto para describir los impactos como para predecir el tiempo. Sin embargo, en otros, la predicción y los avisos de los impactos incumben exclusivamente a los organismos para la reducción de desastres y protección civil. En estos casos, es necesario establecer asociaciones con el fin de beneficiarse plenamente de los servicios de predicción y aviso que tienen en cuenta los impactos.

CAPÍTULO 3. EVOLUCIÓN HACIA LA PREDICCIÓN DEL IMPACTO

3.1 PREDICCIONES GENERALES

Como parte de sus obligaciones básicas, todos los SMHN se encargan de preparar predicciones para las zonas de su responsabilidad. Estas predicciones son descripciones de la evolución probable de las variables atmosféricas sensibles tales como el viento, la temperatura, la humedad y la precipitación. Las predicciones pueden ser tanto determinísticas como probabilísticas. Con la aparición de los sistemas de predicción por conjuntos se ha intensificado considerablemente la aplicación de un enfoque más probabilístico. La comunicación de las predicciones ha evolucionado desde la emisión de la predicción cumpliendo un horario regular (por ejemplo, actualizada cuatro veces al día) hasta un paradigma en el que se actualizan casi continuamente, por medio de comunicación escrita, gráfica, radiofónica y, con la aparición de las tecnologías inalámbricas, mensajes de texto, correos electrónicos y aplicaciones móviles.

Ejemplo del Observatorio de Hong Kong, Hong Kong, China

El Observatorio de Hong Kong suministra predicciones meteorológicas destinadas al público, la comunidad naviera, el sector de la aviación, y a otros usuarios especiales por medio de una serie de canales de difusión, como el sitio web del Observatorio, la aplicación móvil "MyObservatory", la línea telefónica directa con servicio de información meteorológica, la prensa, la radio, la televisión y los sitios web de las redes sociales. Meteorólogos profesionales del Observatorio producen y presentan diariamente programas televisivos. Los pronosticadores y el personal del servicio meteorológico del Observatorio también efectúan entrevistas radiales sobre las últimas noticias referentes a la situación meteorológica.

El Observatorio de Hong Kong también facilita predicciones meteorológicas automáticas basadas en modelos de predicción numérica del tiempo. Los datos de los modelos informáticos son procesados e integrados automáticamente para generar las predicciones aplicables a lugares concretos de manera que el público pueda comprender mejor los cambios meteorológicos a nivel regional.

3.2 AVISOS BASADOS EN UMBRALES METEOROLÓGICOS FIJOS

Muchos SMHN han establecido avisos para hacer frente a peligros importantes que probablemente sean una amenaza para las vidas humanas o los bienes. La información de este tipo incluye mensajes que no se transmiten habitualmente sino cuando es necesario. Por lo general, estos productos comprenden mensajes titulares específicos, un sistema de numeración que sigue un código de colores, y/o la activación de sistemas especializados de mensajería pública que solo se utilizan durante episodios de gravedad extrema. Entre los fenómenos hidrometeorológicos que pueden conducir a emitir dichos avisos, se encuentran las inundaciones, las tormentas de invierno, el tiempo violento por convección, las temperaturas extremas y la mala calidad del aire.

Aunque, a menudo, los mensajes que contienen los avisos comunican al público y a los organismos para la reducción de desastres y protección civil los detalles de los efectos previstos, con frecuencia, el motivo que impulsa a emitir estas alertas tempranas se debe únicamente a factores meteorológicos (por ejemplo, velocidades de los vientos de al menos x km por hora, caída de nieve que alcanza al menos y cm) y, a menudo, pueden expresarse como una probabilidad de que se alcance o exceda un umbral fijo (por ejemplo, existe un 60 por ciento de probabilidad de que las velocidades de los vientos alcancen al menos x km por hora).

Ejemplo del Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos

El Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos utiliza la escala Saffir-Simpson (<http://www.nhc.noaa.gov/sshws.shtml>) para categorizar y comunicar el impacto de los sistemas tropicales sobre la base del aumento de la velocidad del viento.

Categoría	Vientos sostenidos
1	74–95 millas por hora 64–82 nudos 119–153 km/h
2	96–110 millas por hora 83–95 nudos 154–177 km/h
3 (de gran intensidad)	111–129 millas por hora 96–112 nudos 178–208 km/h
4 (de gran intensidad)	130–156 millas por hora 113–136 nudos 209–251 km/h
5 (de gran intensidad)	157 millas por hora o más 137 nudos o más 252 km/h o más

3.3 AVISOS METEOROLÓGICOS BASADOS EN UMBRALES PERTINENTES ACORDADOS CON LOS USUARIOS Y PROFESIONALES

Algunos SMHN están colaborando actualmente con otras organizaciones que no guardan relación con la meteorología, como empresas y entidades de valores y financieras, así como con organizaciones especializadas en la salud y la seguridad, con el fin de cuantificar los umbrales y proporcionar avisos orientados a destinatarios específicos sobre la base de los mismos. A menudo, dichos umbrales se establecen teniendo en cuenta la probabilidad de la aparición de un peligro determinado, y así se asiste a las organizaciones en la adopción de decisiones y la gestión de sus actividades. Buen ejemplo de ello es el establecimiento de criterios para facilitar los avisos para un aeródromo, en el que los umbrales se fijan previamente de acuerdo con el cliente.

3.4 AVISOS METEOROLÓGICOS BASADOS EN UMBRALES CON VARIACIONES ESPACIALES O TEMPORALES

En esta etapa de la transición hacia los avisos que tienen en cuenta los impactos, los umbrales ya no se fijan previamente y pueden variar de acuerdo con su situación temporal y espacial, para representar las vulnerabilidades cambiantes.

Ejemplo de Météo-France

Se establecieron umbrales de olas de calor en colaboración con el Instituto nacional de Francia para la vigilancia de la salud pública del Ministerio de Asuntos Sociales, Salud y Derechos de la Mujer.

En lo que respecta a este peligro específico, se realizaron encuestas sobre la mortalidad que se equipararon con datos climatológicos y condujeron a establecer un índice biometeorológico, sobre la base de una combinación de temperaturas extremas. Posteriormente, se determinaron los umbrales de acuerdo con los resultados de las encuestas y se adaptaron en todo el país, obteniéndose resultados muy diferentes, por ejemplo, entre la región noroeste del país y las zonas del Mediterráneo en el sureste.

Variación temporal en los umbrales – ejemplo del Sistema guía para crecidas repentinas de Estados Unidos

Como su nombre indica, este es un servicio que fue diseñado para señalar “el riesgo de crecidas repentinas a corto plazo en pequeños cursos de agua y cuencas” y fue desarrollado por el Centro de investigación hidrológica de San Diego (California).

La finalidad del Sistema guía para crecidas repentinas es proporcionar un valor de diagnóstico (conocido como guía para crecidas repentinas) que permite estimar la cantidad de lluvia que ha de caer durante un período determinado en una cuenca para causar crecidas dentro de la superficie de captación. El Sistema está diseñado para actualizar sus valores y “recuerda” la cantidad de lluvia que ya ha entrado en la captación. De esta manera, el Sistema tiene en cuenta las condiciones precedentes de la captación y puede calcular la cantidad de lluvia adicional que se necesita para que se produzca una inundación. Cuando estos valores se aplican en tiempo real con predicciones inmediatas o con fines de predicción pueden emplearse para elaborar un aviso de crecida repentina.

El Servicio Meteorológico Nacional de Estados Unidos ha venido utilizando durante muchos años este Sistema, el cual constituye un buen ejemplo de aviso meteorológico motivado por umbrales de precipitación variables, no fijos.

Ejemplo de variación espacial en los umbrales proporcionado por el Servicio Meteorológico e Hidrológico de Croacia

Umbrales de temperatura para el peligro de ola de calor correspondientes a ocho ciudades de Croacia:

Temperatura mínima (°C)

Osijek	20,1	21,2	22,9
Zagreb	20,2	21,3	22,9
Karlovac	20,0	21,1	22,7
Gospić	17,0	18,0	19,6
Rijeka	22,7	23,7	25,1
Knin	20,5	21,6	23,1
Split	25,8	26,8	28,2
Dubrovnik	25,4	26,3	27,6

Temperatura máxima (°C)

Osijek	35,2	36,7	38,8
Zagreb	33,7	35,1	37,1
Karlovac	34,5	35,9	38,0
Gospić	32,1	33,4	35,4
Rijeka	32,7	33,9	35,5
Knin	35,5	36,9	39,0
Split	33,9	35,1	36,7
Dubrovnik	32,3	33,2	34,7

Descripción de los umbrales

	Peligro moderado de ola de calor
	Peligro elevado de ola de calor
	Peligro extremadamente elevado de ola de calor

3.5 SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS

Como siguiente paso en el proceso de transición hacia los servicios de predicción y de avisos, se recomienda que todos los SMHN estudien los posibles beneficios de proporcionar al público y los organismos para la reducción de desastres y protección civil avisos que tengan en cuenta los impactos. La diferencia fundamental entre un aviso meteorológico general y un aviso que tenga en cuenta los impactos es que en el segundo se incluye la vulnerabilidad de las personas, los medios de subsistencia y los bienes que tienen en cuenta el peligro hidrometeorológico. Es decir, lo que impulsa a emitir el mensaje son las repercusiones del tiempo y no el propio tiempo.

La transición hacia un paradigma que tenga en cuenta los impactos conlleva una serie de factores complejos. Por ejemplo, una predicción que muestre un valor que supere cierta combinación de temperatura y humedad relativa puede dar lugar a una advertencia sobre el riesgo de altas temperaturas. Sin embargo, en el contexto de un aviso que tenga en cuenta los impactos, la emisión de una alerta por calor está motivada no solo por los propios peligros, sino también por su situación espacial y temporal. En algunos casos, los SMHN quizás deseen optar por emitir un mensaje sobre un peligro de calor excesivo a principios de la temporada que diferirá del que emitirían respecto del mismo fenómeno a mediados del verano, o un pronóstico de una inundación que puede tener repercusiones mucho más graves en una zona densamente poblada que en un entorno rural (factor de vulnerabilidad).

La vulnerabilidad puede variar con respecto al peligro y dependerá de la solidez de la infraestructura, así como de la exposición o sensibilidad de las poblaciones. La propia vulnerabilidad puede cambiar con el tiempo a medida que se vaya reforzando la solidez de la estructura. Un ejemplo de este último factor fue la introducción de códigos más estrictos aplicables a la construcción en Florida a raíz del huracán Andrew en 1992.

Las evaluaciones de la vulnerabilidad, a menudo realizadas para elaborar mecanismos de transferencia de riesgos tales como los seguros, pueden proporcionar la fuente ideal de datos sobre la vulnerabilidad de la infraestructura física. Un ejemplo de ello es la Iniciativa para la evaluación y financiación del riesgo de catástrofes en el Pacífico que ha recopilado datos de las familias de forma sistemática en numerosos países de las islas del Pacífico.

Ejemplo de China

A continuación figura un ejemplo de aviso de tifón “que tiene en cuenta los impactos”: El 10 de agosto de 2013, se formó el violento tifón Jutte sobre el mar oriental de Filipinas. El 11 de agosto Jutte había alcanzado una intensidad de supertifón y tocó tierra en Guangzhou el 14 de agosto. La Administración Meteorológica de la provincia de GuangDong había venido prestando mucha atención a Jutte, en especial desde el 11 de agosto. Como parte de su servicio, la Administración Meteorológica predijo la llegada a tierra, la precipitación y la distribución de la velocidad del viento de Jutte utilizando el modelo del tifón. Sobre la base de esta información, la Administración pudo elaborar un mapa de las repercusiones utilizando el modelo de evaluación del impacto de los desastres. Este modelo clasifica los impactos según una categoría de siete grados utilizando un modelo que emplea un código de colores. Por ejemplo, el color rojo significa “impacto grave” y el verde significa “impacto leve”. Estos mapas de los impactos se facilitaron a los organismos para la reducción de desastres y protección civil, el departamento de transportes y otros departamentos del gobierno provincial. Estos departamentos tomaron las disposiciones relativas a la prevención y reducción de desastres de acuerdo con la información de los mapas sobre el impacto.

3.6 SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO

Para los servicios de predicción y aviso del impacto, se tiene en cuenta explícitamente la exposición junto con el peligro y la vulnerabilidad. Estos tipos de predicciones y avisos tienen por objeto suministrar información detallada precisamente a quienes están expuestos o bien acerca de lo que está expuesto.

Con el fin de proporcionar estos tipos de avisos, los SMHN (o el organismo gubernamental competente) deben disponer de información detallada sobre la vulnerabilidad y la exposición relacionada con el peligro y cada una de las entidades a las que van dirigidas las predicciones. Los Servicios de predicción y aviso del impacto solo pueden prestarse en los casos en que un SMHN ha establecido fuertes alianzas con otros organismos pertinentes, o con comunidades de usuarios.

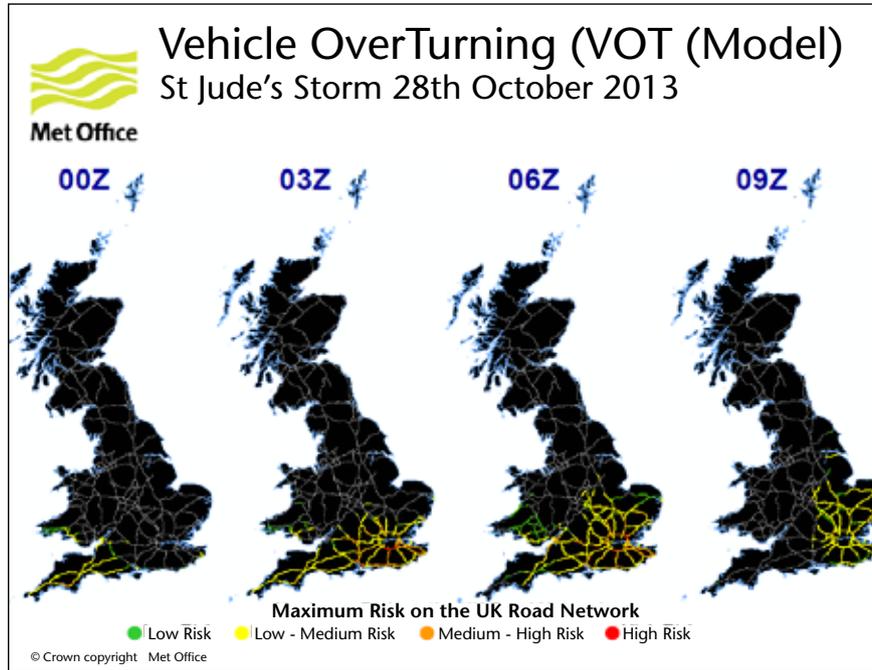
Como se ha mencionado anteriormente, para una prestación satisfactoria del servicio de avisos, es fundamental estrechar las relaciones entre los SMHN y los organismos para la reducción de desastres y protección civil de modo que estos avisos sean tan pertinentes y útiles como sea posible. De hecho, podría afirmarse, especialmente dada la fiabilidad cada vez mayor de la predicción numérica del tiempo y la proliferación de bases de datos de predicción digital impulsadas por los modelos de predicción numérica del tiempo, que los pronosticadores tendrán que dedicar cada vez más tiempo al fomento de esa colaboración y esas relaciones.

Por lo tanto, los SMHN tendrán que destinar recursos hacia la comprensión de las relaciones entre las variaciones espaciales y temporales en la vulnerabilidad y la exposición en la medida en la que estas se relacionan con los distintos peligros. Posteriormente, esta comprensión se traduciría en mensajes de aviso de los SMHN con importante información sobre los impactos para los destinatarios de sus servicios.

<i>Evolución de un paradigma de aviso utilizando como ejemplo un episodio de lluvias fuertes:</i>		<i>Factores incorporados</i>
Predicción general	Un día frío, ventoso y lluvioso previsto para mañana con períodos de lluvia muy fuerte por la tarde y al anochecer.	Peligro
Avisos con umbrales fijos	Acumulaciones de 30 mm a 40 mm previstas para mañana entre las 14.00 horas y la medianoche.	Peligro
Avisos con umbrales fijados por el usuario	Fuertes lluvias previstas para mañana por la tarde con posibilidad de que alcancen 3 mm/10 minutos, lo que conduciría al desbordamiento del sistema de alcantarillado (obsérvese que este tipo de aviso sería característico del que se enviaría solamente a una autoridad municipal).	Peligro, Vulnerabilidad
Avisos con variaciones espaciales y/o temporales en los umbrales	Diferencias espaciales: advertencia meteorológica – acumulaciones de lluvia de entre 20 mm y 30 mm previstas para mañana en las zonas bajas entre las 14.00 y la medianoche; con posibilidad de acumulaciones de entre 50 mm y 60 mm por encima de los 1 500 m de altitud. Diferencias temporales: advertencia meteorológica - acumulaciones de lluvia de entre 15 mm y 20 mm previstas para mañana por la tarde durante la hora de mayor tráfico. (Obsérvense los umbrales más bajos en la hora de mayor tráfico en las carreteras).	Peligro, Vulnerabilidad
Aviso que tiene en cuenta los impactos	Acumulaciones de lluvia de entre 20 mm y 30 mm previstas para mañana entre las 14.00 horas y la medianoche; lo que puede ocasionar el cierre de las carreteras por inundaciones en todo el sureste. (Obsérvese la distinción sutil pero importante entre el aviso que tiene en cuenta los impactos y el aviso basado en el umbral antes señalado. La diferencia consiste en que los avisos basados en el umbral solo especifican una inundación generalizada mientras que el aviso que tiene en cuenta los impactos hace mención específica de una repercusión, en este caso, el cierre de las carreteras).	Peligro, Vulnerabilidad
Aviso del impacto	La duración de los trayectos en la A111 se alargará una hora mañana por la tarde debido a la perturbación del tráfico en el sureste a causa de las inundaciones localizadas previsibles después de un episodio de lluvias fuertes.	Peligro, Vulnerabilidad, Exposición

Ejemplo del Reino Unido (Met Office)

Predicción de un impacto directo – en este caso, el riesgo de vuelco de vehículos – debido a vientos fuertes. Es importante señalar que los impactos más importantes (en color rojo) no se produjeron en los lugares donde se habían previsto los vientos más fuertes.



Ejemplo del Ministerio del Medio Ambiente de Canadá

El Ministerio del Medio Ambiente de Canadá ha optado por aplicar a su programa sobre la calidad del aire (http://weather.gc.ca/airquality/pages/index_e.html), un enfoque que tiene en cuenta los impactos. Mediante asociaciones con las autoridades medioambientales y sanitarias a nivel federal, provincial y municipal, las predicciones y los avisos del índice de la calidad del aire se basan en determinados niveles de riesgo para la salud y los posibles efectos conexos para las personas en situación de riesgo. Estos productos comprenden las llamadas a la acción para reducir el riesgo asociado con los niveles de contaminación del aire previstos.

Air Quality Health Index

Choose a Provincial Summary
 AB | BC | MB | NB | NL | NS | ON | PE | QC | SK

This table shows a summary of the most recent forecast values of the Air Quality Health Index for many Canadian cities.

City	Value
Calgary	3 - Low Risk
Charlottetown	2 - Low Risk
Edmonton	3 - Low Risk
Fredericton	2 - Low Risk
Halifax	3 - Low Risk
Montréal	3 - Low Risk
Ottawa (Kanata - Orléans)	4 - Moderate Risk
Prince George	2 - Low Risk
Québec	3 - Low Risk
Regina	4 - Moderate Risk
Saint John	2 - Low Risk
Saskatoon	4 - Moderate Risk
St. John's	2 - Low Risk
Toronto	3 - Low Risk
Vancouver	3 - Low Risk
Winnipeg	3 - Low Risk

Toronto – Air Quality Health Index

Current Past 24 hr | AQHI by Station

Observed at: 1:00 PM EDT Thursday 18 April 2013

3

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 +

Low risk (1-3) Medium risk (4-6) High risk (7-10) Very high

At-Risk Population:

- Enjoy your usual outdoor activities.
- Find out if you are at risk.

General Population:

- Ideal air quality for outdoor activities.

Forecast Maximums Health Message

Issued at: 6:00 AM EDT Thursday 18 April 2013

Thursday	4 - Moderate Risk
Thursday night	4 - Moderate Risk
Friday	3 - Low Risk

Who is at risk?
 People with heart and lung conditions are most affected by air pollution.
 To find out if you are at risk, consult the [health guide](#), your physician, or your [local health authority](#).
 Visit the [national AQHI Web site](#) to learn more about the AQHI.

Did you know...?
 To reduce air pollution, you should limit the use of small gas-powered machines such as lawnmowers, leaf blowers, chainsaws and snow blowers.

The AQHI is an initiative between Environment Canada, Health Canada, The Ontario Ministry of the Environment, The Ontario Ministry of Health and Long-Term Care, Toronto Public Health and the Clean Air Partnership.

3.7 ESQUEMAS QUE REPRESENTAN LAS APLICACIONES CONCEPTUALES Y OPERATIVAS DE LA PREDICCIÓN DEL IMPACTO

Antes de comenzar a efectuar predicciones del impacto o que tienen en cuenta los impactos, es importante que un SMHN comprenda los posibles modelos conceptuales en los que se fundamenta un paradigma, así como los enfoques conceptuales aplicables en ese momento.

Paradigma conceptual

En la figura 1 se representan la relación entre los elementos clave de un sistema de predicción del impacto. Existen tres vías posibles para efectuar una evaluación aproximada del impacto de un determinado peligro hidrometeorológico.

1. Las flechas de línea continua representan el método de modelización en el que cada elemento es calculado explícitamente. Para ello se requieren datos detallados sobre la vulnerabilidad y la exposición, que tal vez sea necesario solicitar a otros organismos.
2. La flecha punteada de color naranja está relacionada con un método más subjetivo en el que se recurre a información cualitativa de otros asociados expertos en la materia. Esta información representa la suma de su experiencia y permite estimar el impacto directamente a partir de la magnitud del peligro.
3. Las flechas rojas representan un método más tradicional en el que la magnitud del impacto probable está directamente relacionada con la magnitud del peligro meteorológico. Este método puede ser útil para determinar y reducir el riesgo, pero no toma en cuenta explícitamente la exposición o la vulnerabilidad sino solamente la magnitud del propio peligro meteorológico.

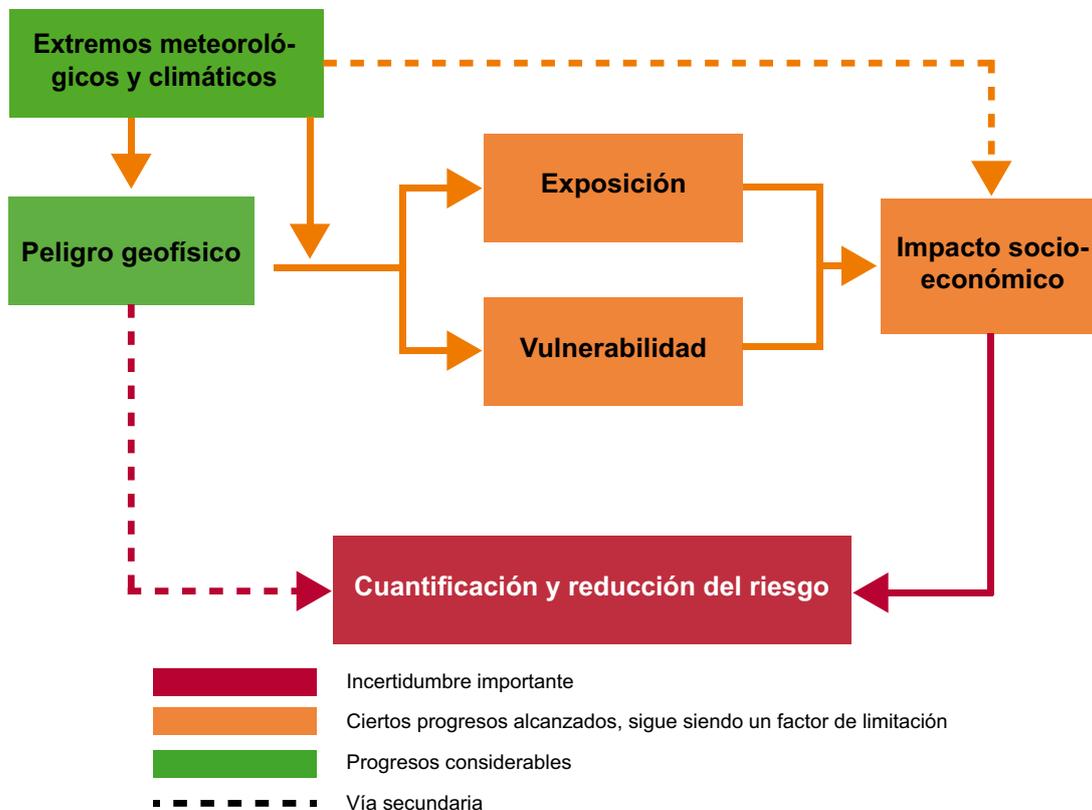


Figura 1. Relación entre los elementos clave de un sistema de predicción del impacto

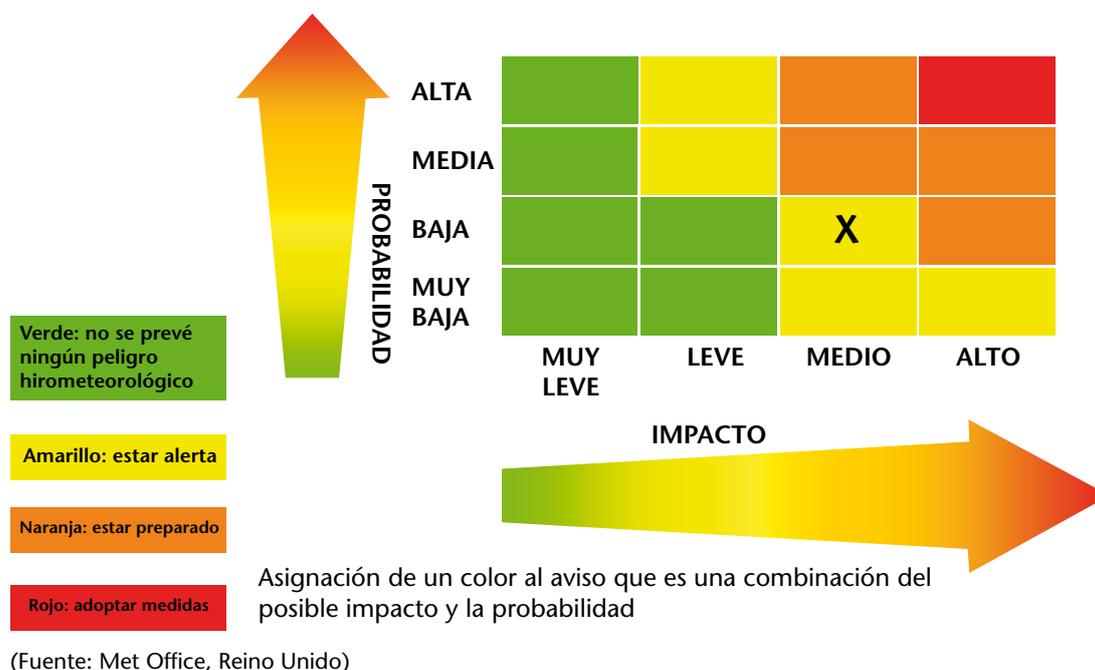


Figura 2. Matriz de riesgo

Enfoque operativo

Se recomienda que los SMHN colaboren con sus organismos para la reducción de desastres y protección civil con el fin de determinar la manera en que la probabilidad de un peligro previsto y su posible gravedad pueden tomarse en consideración conjuntamente para establecer una “matriz de riesgo”. En la figura 2 se ilustra una propuesta de aplicación operativa del concepto de aviso del impacto que tiene en cuenta el impacto junto con la probabilidad a fin de establecer una “matriz de riesgo” y permite expresar el riesgo mediante un simple esquema basado en el color de las luces de un semáforo. Cabe recordar en este contexto que el impacto incluye una evaluación de la vulnerabilidad y la exposición.

A diferencia del sistema de advertencias meteorológicas tradicional en el que se emplean umbrales o la opción “sí/no”, el enfoque que ejemplifica la matriz que figura a continuación facilita lo siguiente:

1. Un medio coherente para emitir la alerta temprana de un posible impacto, mucho antes de que ocurra un fenómeno hidrometeorológico importante.
2. Un medio para comunicar progresivamente los cambios en las expectativas respecto del riesgo en función de la variación de la exposición, la vulnerabilidad y la probabilidad de un fenómeno hidrometeorológico.

Met Office (Reino Unido) y algunos otros SMHN europeos que contribuyen con el sistema Meteoalarm (www.meteoalarm.eu) utilizan este método.

3.8 BENEFICIOS DE UN SERVICIO DE AVISO DEL IMPACTO

La elaboración de avisos del impacto y la creación de sistemas que los transmiten se basa en una estrecha coordinación entre los SMHN y diferentes organizaciones, en particular los organismos para la reducción de desastres y protección civil. Los beneficios de estas asociaciones son múltiples y garantizan que el intercambio de conocimientos y pericia permita que los avisos del impacto respondan a las necesidades de los destinatarios. Concretamente, el establecimiento de un marco relativo a los impactos conduce a lo siguiente:

- mejor planificación para diferentes situaciones hipotéticas sobre la base de diferentes umbrales y de que se produzcan impactos o combinaciones de impactos;
- mejores planes de contingencia (hipótesis más optimistas, razonablemente más pesimistas y más probables);
- información sobre el nivel de confianza en la predicción que proporcionaría información adicional para facilitar la adopción de decisiones (una evaluación de los riesgos mejor fundamentada);
- nueva información para facilitar mayores beneficios sociales;
- la base para analizar el impacto de los múltiples peligros naturales después del acaecimiento de un fenómeno para facilitar las labores de planificación, respuesta y atenuación relativa al impacto;
- un proceso integral y coordinado para dirigir la repuesta y preparación ante casos de desastre.

Las predicciones y los avisos de los impactos transmiten un mensaje muy ventajoso para ayudar a quienes estén en situación de riesgo a adoptar las medidas pertinentes para atenuar los efectos perniciosos de los peligros hidrometeorológicos en su conjunto.

CAPÍTULO 4. RECOMENDACIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO

Con el fin de obtener los beneficios de los servicios de predicción y aviso del impacto, que figuran en el capítulo 3, los SMHN tendrán que ocuparse del desarrollo de sistemas y de las capacidades de su personal en asociación con muchos otros organismos. A continuación se abordan algunos de estos elementos.

4.1 ASOCIACIONES

Los Servicios Meteorológicos e Hidrológicos Nacionales cuentan con los conocimientos técnicos y la capacidad para ocuparse de la predicción y los avisos de fenómenos hidrometeorológicos. Sin embargo, en el ejercicio de sus funciones habituales, los meteorólogos no suelen estudiar la vulnerabilidad, la exposición y la gestión de desastres en situaciones de emergencia. Por lo tanto, es necesario que establezcan una colaboración con sus gobiernos así como con los organismos internacionales, las instituciones científicas y las comunidades locales y cuenten con su apoyo. Ello debería conducir a mejorar las evaluaciones de los riesgos, la vigilancia, la alerta temprana y la respuesta general a los peligros y desastres.

Es necesario establecer asociaciones clave con aquellas organizaciones que se encargan directamente de la seguridad y la protección de la población. Entre ellas figuran como asociados y usuarios clave los organismos para la reducción de desastres y protección civil. Estos pueden ayudar a evaluar las vulnerabilidades, las posibles repercusiones y las medidas de atenuación necesarias para afrontar dichas repercusiones. Dependiendo de las políticas públicas, estos organismos podrían estar en condiciones de dirigir el proceso para establecer los avisos que tengan en cuenta los impactos, aun cuando los hubieran iniciado y apoyado los SMHN.

La publicación *Guidelines for Creating a Memorandum of Understanding and a Standard Operating Procedure between a National Meteorological or Hydrometeorological Service and a Partner Agency* (Directrices para concertar un memorando de entendimiento y un procedimiento normalizado de operación entre un Servicio Meteorológico o Hidrometeorológico Nacional y un organismo asociado) (WMO-No. 1099, PWS-26), proporciona ejemplos que indican ciertos pasos clave para establecer esas asociaciones y acuerdos. Para facilitar el intercambio de datos, buenas prácticas y apoyo entre los SMHN y los asociados pertinentes, es necesaria una comprensión común y colectiva de los procesos de adopción de decisiones que supone la reducción de riesgos de desastre, desde la primera advertencia del fenómeno hasta las labores de respuesta y recuperación.

Al establecer asociaciones con los posibles organismos para la colaboración, debería tenerse en cuenta lo siguiente:

- determinar aquellas entidades gubernamentales u otras partes interesadas que deberían respaldar, o que ya respaldan, la necesidad de predecir el impacto;
- definir claramente las disposiciones de gobernanza entre las partes, en particular los comités directivos y los grupos consultivos;
- velar por el establecimiento de un marco jurídico para facilitar la puesta en común de propiedad intelectual y el intercambio de buenas prácticas;
- establecer una gestión del programa para incluir las funciones y obligaciones para el desarrollo, la puesta en marcha, la prestación y la verificación de productos y servicios que tienen en cuenta los impactos;
- elaborar una estrategia de comunicación para determinar los servicios previstos, la(s) respectiva(s) funciones de las partes (en particular, la población local), y las actividades de divulgación;



Figura 3. Natural Hazards Partnership, Reino Unido

- acordar una estrategia para verificar, evaluar y proporcionar Sistemas de gestión de la calidad y la garantía de los productos y servicios;
- evaluar la necesidad de cooperación internacional.

En 2011, se creó en el Reino Unido la asociación Natural Hazards Partnership (NHP) con el fin de gestionar mejor y con mayor coherencia los peligros en todos los niveles de gobierno, y mejorar la planificación, preparación y advertencia de los peligros naturales así como la respuesta a los mismos. Este organismo reúne a las principales organizaciones del Reino Unido que desempeñan un papel determinante en las actividades de ciencia e investigación sobre los peligros naturales (véase la figura 3).

La visión de Natural Hazards Partnership (NHP) consiste en proporcionar evaluaciones, investigaciones y asesoramientos coordinados sobre los peligros naturales para los gobiernos y las comunidades de resiliencia del Reino Unido.

4.2 **DESARROLLO DE LA INFORMACIÓN Y LOS SERVICIOS**

Una vez que los SMHN hayan establecido asociaciones, el siguiente paso consiste en aprovechar estas relaciones para concebir y desarrollar conjuntamente un marco específico sobre la predicción de los impactos. Este permitirá establecer un vínculo entre los fenómenos hidrometeorológicos ocurridos en el pasado y la información sobre la vulnerabilidad, la exposición y los impactos registrados. Se recomienda que la contribución de los SMHN se base en datos históricos y datos climáticos disponibles en sus respectivas unidades de servicios climáticos. Todas las partes deberían compartir y poner a disposición los criterios que tengan en cuenta los impactos resultantes.

Estos criterios se determinarán en función de diversos factores, en particular la información sobre el peligro, la vulnerabilidad, y la exposición basada en criterios meteorológicos específicos, evaluaciones de riesgo y mapas, así como datos socioeconómicos. También se requieren medios para vigilar las situaciones cambiantes y reaccionar ante ellas mediante varios recursos, como los medios sociales, con el fin de garantizar que la información de advertencia actualizada llegue a todo los usuarios.

Es necesario fomentar la aplicación de un enfoque holístico a la observación, modelización y predicción del tiempo violento y los peligros naturales consiguientes, a través de sus impactos. Ello requerirá una labor científica multidisciplinaria, sumamente integrada y dirigida muy cuidadosamente con el fin de que los riesgos de los peligros naturales se transformen en servicios sobre el impacto y un proceso de validación para evaluar los beneficios y el funcionamiento de los servicios pensados en el usuario. Tal vez sea necesario volver a examinar las estrategias de observación con el fin de que estas puedan captar, intercambiar e integrar las observaciones de los impactos en los sistemas de predicción. Esto aportará beneficios por partida doble: en primer lugar en lo que se refiere a la validación de los impactos y sus consecuencias (esto podría conseguirse mediante tecnologías de externalización abierta), y en segundo lugar, en la facilitación de las condiciones iniciales que son necesarias para construir modelos de impacto corriente abajo. La lista de observaciones podría ser amplia y diversa y comprender los medios sociales, las observaciones no convencionales captadas mediante teléfonos móviles y otras tecnologías (por ejemplo, el transporte) y cámaras web, entre otros.

Este aspecto requerirá mayor atención ya que para compartir de hecho las observaciones sobre los impactos se necesita una capacidad para integrar, categorizar y gestionar las observaciones efectuadas por terceros como no se había hecho hasta ahora; mediante el establecimiento de formatos de datos y normas sobre datos acordados y la formulación de principios que permiten intercambiar y compartir datos, la elaboración de sistemas que puedan funcionar conjuntamente, y la posibilidad de alcanzar acuerdos conjuntos para la gestión de los derechos de propiedad intelectual resultantes¹ y preexistentes².

Posteriormente, se desarrollarán servicios para satisfacer las necesidades de los usuarios, teniendo presente que el objetivo fundamental es reducir los efectos perniciosos de los fenómenos hidrometeorológicos. En consecuencia, los requisitos tales como la oportunidad, la claridad del mensaje y los cronogramas actualizados serán tan importantes como los requisitos científicos o técnicos con los que están más familiarizados los meteorólogos.

4.3 **REQUISITOS FUNCIONALES PARA LA PREDICCIÓN Y LOS AVISOS QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS**

En este punto se enumeran los requisitos técnicos y funcionales para establecer un sistema colaborativo que brinde apoyo a las predicciones y los avisos que se centran en los impactos.

Los requisitos técnicos que deberán tenerse en cuenta son:

¹ La nueva propiedad intelectual que se establece mediante una relación entre dos organismos que colaboran conjuntamente.

² La propiedad intelectual que establece independientemente cada uno de los organismos antes de iniciar una relación de colaboración.

- gestión de datos y metadatos, en particular la adquisición, armonización, interoperabilidad e intercambio de estrategias;
- utilización de las herramientas técnicas pertinentes (bases de datos, modelos, información);
- plataformas, protocolos y formatos de difusión tales como XML/CAP, gráficos codificados mediante colores y capas del Sistema de información geográfica (SIG);
- continuidad de las operaciones;
- archivo.

Deberán establecerse las características funcionales que se requieren en el seno de los organismos colaboradores y entre estos al objeto de especificar:

- el flujo de trabajo operativo entre los asociados;
- los procedimientos de difusión y la comunicación e interacción con los medios informativos;
- los medios auxiliares y planes de contingencia;
- la vigilancia en tiempo real de los impactos y la información al respecto;
- las disposiciones relativas a la gestión de crisis (proceso de escalada, comunicación en situaciones de crisis);
- las evaluaciones posteriores al fenómeno.

4.4 **DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DEL PERSONAL Y DE LOS ASOCIADOS DE LOS SERVICIOS METEOROLÓGICOS E HIDROLÓGICOS NACIONALES**

Como se ha señalado en los puntos anteriores, para impulsar la predicción del impacto y que tiene en cuenta los impactos es necesario el cumplimiento de los requisitos, el establecimiento de infraestructura, el desarrollo técnico, procedimientos operativos y de comunicación y la atribución de las funciones y obligaciones de todos los asociados que participan en ella. Aunque para ocuparse de estos aspectos se requerirá gran esfuerzo y trabajo, el éxito del fomento y la posterior puesta en práctica de esta iniciativa dependerá principalmente de los recursos humanos de cada una de las organizaciones. La transición hacia la predicción del impacto y que tiene en cuenta los impactos requerirá un cambio de cultura en el seno de muchos SMHN así como una evolución en la relación que tienen con sus asociados actuales.

Con el fin de que el personal se adapte a este contexto y realice este nuevo esfuerzo, las organizaciones deben velar por proporcionar los medios para desarrollar la serie de aptitudes y competencias necesarias, así como los conocimientos sobre la manera en que los asociados comparten información para cumplir con sus mandatos. Adquirir una comprensión de los conceptos hidrometeorológicos forma parte de ello. No obstante, es fundamental comprender la manera en que estos conceptos se integran en la adopción de decisiones de los asociados. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta lo siguiente:

1. **Determinación de las competencias y aptitudes necesarias**

Una vez que se establezcan las funciones y obligaciones en el seno de las organizaciones, deberá establecerse un marco de competencias profesionales relativo a las competencias funcionales y a las competencias de comportamiento tales como la comunicación (véase el *Informe final abreviado con resoluciones y recomendaciones de la reunión extraordinaria de 2014 de la Comisión de Sistemas Básicos* (OMM-Nº 1040), Recomendación 1 (CSB-Ext.(2014) – Marco de competencias para los predictores y asesores de los servicios meteorológicos para el público).

2. Formación interdisciplinaria sobre requisitos y procedimientos específicos

El personal de los SMHN y el de los asociados deberán tener una comprensión de los aspectos comunes del sistema, y de los límites potenciales de las herramientas y la interpretación con el fin de interpretar adecuadamente la información y los datos que vayan a intercambiarse. Para impartir esta formación, se recomienda llevar a cabo ejercicios de simulación y talleres colaborativos.

3. Orientación para los usuarios sobre el uso de la información de la predicción del impacto

Debe instruirse a los medios de comunicación, el público en general y los usuarios específicos sobre la mejor manera de utilizar la información de los avisos para atenuar los efectos.

4.5 VALIDACIÓN

En este contexto se examina la validación desde el punto de vista habitual de la gestión de la calidad con el fin de demostrar lo que funciona correctamente y lo que hay que mejorar en un sistema.

No se trata solo de una verificación objetiva ni del cálculo de resultados numéricos como los que habitualmente producen los SMHN (por ejemplo, verificación de la predicción numérica del tiempo), sino de evaluar todo el funcionamiento de un sistema de predicción y aviso del impacto o que tiene en cuenta los impactos.

El proceso de validación deberá coordinarse y acordarse durante la fase en que se forjan las asociaciones ya que es fundamental que esa evaluación concierna a todo el sistema y se efectúe de manera colaborativa.

El éxito del proceso de validación de la predicción del impacto o que tiene en cuenta los impactos dependerá de la capacidad de los SMHN y de sus asociados para recopilar, almacenar y compartir el máximo de información posible sobre los efectos reales de un fenómeno meteorológico además de los ejercicios de simulación que ayudan a validar los procedimientos.

Se recomienda encarecidamente:

- desarrollar herramientas, capacidades y redes de seguimiento que tengan en cuenta los impactos para verificar los servicios de predicción y aviso que tienen en cuenta los impactos;
- efectuar una evaluación sistemática relativa a los fenómenos importantes (que habrá de determinarse y acordarse, véase el punto 4.1 anterior);
- conseguir que todos los que actuaron durante el fenómeno participen en la evaluación de su contribución y en el proceso de formulación de comentarios en lo que respecta al cumplimiento de su mandato;
- celebrar reuniones periódicas con las partes interesadas para efectuar un análisis exhaustivo de los acontecimientos, desde la emisión del aviso hasta la adopción de medidas, y las consecuencias desde el punto de vista de los usuarios y las partes interesadas;
- planificar, someter a prueba y aplicar mejoras atendiendo a las evaluaciones y los comentarios de los usuarios;
- utilizar las experiencias positivas como ejemplos de buenas prácticas y demostración conceptual entre los asociados y las partes interesadas y con el público en general.

CAPÍTULO 5. ENFOQUE GLOBAL DE LA GESTIÓN PARA EVOLUCIONAR HACIA LOS SERVICIOS DE PREDICCIÓN Y AVISO DEL IMPACTO Y QUE TIENEN EN CUENTA LOS IMPACTOS

Para poner en funcionamiento los servicios de predicción y aviso del impacto y que tienen en cuenta los impactos, el comportamiento del personal de los SMHN y de sus asociados debe experimentar cambios importantes. Un modo recomendado de lograr este objetivo consiste en adoptar un marco de gestión de cambios que facilite una transición gradual entre la predicción del tiempo y la predicción del impacto. Este capítulo trata de un enfoque sistemático sobre el modo en que podría aplicarse ese marco, siguiendo un proceso de cinco etapas, a saber “conciencia, deseo, conocimiento, aplicación y refuerzo”, es decir, el denominado modelo “ADKAR”³.

Un modelo para la gestión de cambios aplicado a la predicción del impacto

Etapas 1. Conciencia: obtener el consentimiento

- iniciar un debate para fomentar una sensibilización sobre las cuestiones y la necesidad en materia de servicios de predicción y aviso del impacto y/o que tienen en cuenta los impactos en el seno de los SMHN y entre los SMHN y los organismos para la reducción de desastres y protección civil o la autoridad gubernamental equivalente (véase el punto 4.1 anterior);
- ampliar las consultas entre las partes interesadas, en particular los organismos gubernamentales y el mundo académico;
- establecer una coordinación con estos organismos para destacar la pertinencia de los servicios de predicción y aviso del impacto y que tienen en cuenta los impactos, y sus beneficios;
- acodar las comunicaciones y mensajes que se transmitirán en un principio para uso interno y externo;
- lograr un consenso y mostrarse favorable a la necesidad de pasar a la siguiente etapa (Etapas 2).

Etapas 2. Deseo: respaldo y evaluación

- reunir a los asociados y expertos, mediante la celebración de un taller, preferentemente en un espacio neutral:
 - dar a conocer los beneficios de la predicción del impacto y que tiene en cuenta los impactos;
 - examinar y analizar los problemas y las deficiencias;
 - informarse de lo que a cada asociado le gustaría o no le gustaría obtener de la asociación;
 - llegar a un consenso sobre la propuesta del nivel de predicción del impacto necesario, desde avisos y predicciones más simples que tienen en cuenta los impactos (véase el punto 3.5 anterior) hasta predicciones y avisos del impacto específicamente adaptados a los usuarios (véase el punto 3.6 anterior);
 - llevar a cabo un análisis de las fuerzas, debilidades, oportunidades y amenazas (análisis SWOT) para determinar la capacidad y las competencias de cada asociado, como por ejemplo, la capacidad de responder a avisos emitidos por los organismos para la reducción de desastres y protección civil.

³ Jeffrey M. Hiatt, *ADKAR: A Model for Change in Business, Government and Our Community* (Loveland, CO, United States, Prosci Inc., 2006).

- explorar, priorizar y calificar los peligros e impactos que son importantes en el país o región particular;
- determinar la situación actual de las evaluaciones de la vulnerabilidad de los peligros meteorológicos que se consideren prioritarios; detectar las deficiencias en los conocimientos, y desarrollar un plan para subsanar esas deficiencias;
- preparar información sobre la exposición a peligros específicos y temporales en relación con las actividades humanas;
- innovar aplicando el principio “de la ciencia a los servicios” con el fin de determinar nuevos servicios relativos a los impactos o que los tienen en cuenta y mejorar o bien suprimir los existentes.

Etapas 3. Conocimiento: planificación e integración

- elaborar un memorando de entendimiento (véase el punto 4.1 anterior);
- incorporar la gestión y el control de proyectos con el fin de:
 - elaborar un plan de funcionamiento con una visión consensuada, misión, objetivos, hitos, modelos de financiación y financiación de experimentos, plan de obtención de beneficios, registro de riesgos, etc.;
 - establecer un marco jurídico relativo a la propiedad intelectual y el intercambio y utilización de datos, etc.;
 - recopilar, gestionar, categorizar, almacenar y utilizar datos;
 - establecer grupos de trabajo, designar presidentes y asignar los correspondientes mandatos;
 - promover experimentos para crear nuevos servicios o para mejorar o bien suprimir los existentes;
 - garantizar el levantamiento y registro de actas;
 - comunicarse e interactuar con las partes interesadas;
- establecer un marco institucional, según proceda;
- facilitar formación a los proveedores y usuarios de servicios de acuerdo con un marco de competencias;
- proporcionar herramientas de vigilancia y evaluación para determinar las mejoras y los progresos alcanzados en los servicios.

Etapas 4. Capacidad: aplicación y puesta en práctica

- poner en marcha los servicios de predicción y aviso del impacto y/o que tienen en cuenta los impactos;
- supervisar la puesta en marcha y comunicarse con los usuarios;
- preparar periódicamente la actualización de la información gracias a la contribución de asociados y usuarios, y difundirla entre esos grupos a través de, por ejemplo:

- boletines/grupos de noticias/sitio web/reuniones;
- crear un grupo de usuarios constituido por clientes y establecer los términos del acuerdo;
- establecer protocolos de comentarios sobre los servicios y una garantía de calidad con los grupos de usuarios de modo que durante la prestación experimental los asociados puedan evaluar y verificar la utilidad y pertinencia de los nuevos servicios;
- establecer un grupo de asociados constituido por las principales partes interesadas y las entidades de financiación con el fin estimular, apoyar y facilitar la creación y aplicación de un modelo de operaciones y financiación sostenible;
- elaborar una estrategia de imagen de marca y comercialización (atribución a los asociados);
- llevar a cabo evaluaciones posteriores al acontecimiento de los fenómenos y promocionar los beneficios de la predicción que tiene en cuenta los impactos;
- continuar afinando los protocolos y servicios;
- estimular la ciencia para desarrollar la investigación sobre los impactos, los riesgos y las ciencias sociales;
- estimular la tecnología para proporcionar capas de aplicación, por ejemplo, herramientas del Sistema de información geográfica (SIG), para combinar datos mediante una aplicación híbrida (mash) y canales de prestación de servicios para la difusión de información;
- desarrollar capacidades para la vigilancia que tiene en cuenta los impactos y establecer bases de datos para registrar los impactos.

Etapas 5. Refuerzo

- utilizar en régimen operativo y poner en marcha los servicios probados experimentalmente que resultaron más rentables y aportaron mayor valor a los clientes;
- utilizar un Sistema de gestión de la calidad;
- mejorar la coordinación con los asociados y los usuarios;
- proporcionar recursos y financiación para mejorar los servicios;
- ofrecer una formación y una orientación continuas;
- centrarse en una mejora continua;
- considerar la posibilidad de ampliar las asociaciones.

Para más información, diríjase a:
Organización Meteorológica Mundial

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300 – CH 1211 Genève 2 – Suiza
Oficina de comunicación y de relaciones públicas

Tel.: +41 (0) 22 730 83 14/15 – Fax: +41 (0) 22 730 80 27

Correo electrónico: cpa@wmo.int
www.wmo.int