

# ANÁLISIS DE IMPACTOS ASOCIADOS A EVENTOS METEOROLÓGICOS EXTREMOS

Valentina Rabanal<sup>1</sup>, S. Carina Bolzi<sup>1</sup>, Carolina Cerrudo<sup>1</sup>, Daniela D'Amen<sup>1</sup>, Diana Domínguez<sup>1</sup>, Viviana López<sup>1</sup>, Paola Paschetta<sup>1</sup>, Mercedes Poggi<sup>1</sup>, Paula Romero<sup>1</sup>, Priscila Sosa<sup>1</sup>

[vrabanal@smn.gob.ar](mailto:vrabanal@smn.gob.ar)

<sup>1</sup> Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Argentina

**Palabras clave:** Tabla de impactos, Base de datos, Sistema de Alerta Temprana

## 1) Introducción

Desde 2021, el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) trabaja en el fortalecimiento del Sistema de Alerta Temprana (SAT), con el objetivo de implementar mejoras sustanciales (Mellaned y Sosa, 2023). En este marco, se ha impulsado el desarrollo de capacidades técnicas y la consolidación de colaboraciones interinstitucionales orientadas a la implementación de Pronósticos Basados en Impacto (IBF, por sus siglas en inglés), de acuerdo con lo recomendado en las *Directrices de la OMM sobre servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos* de la Organización Meteorológica Mundial (WMO-1150). El hito final será la emisión de alertas y avisos basados en impactos a partir de las conclusiones alcanzadas, capacidades generadas y datos recolectados por el SMN que no solo considere la severidad del fenómeno sino también sus posibles consecuencias.

En el marco de esta iniciativa, se conformó un grupo de trabajo interdisciplinario que investigó y analizó las tablas de impacto ya implementadas en otros países, para luego poder desarrollar una propia que contenga información de posibles impactos esperables, asociados a los distintos tipos de fenómenos meteorológicos que se alertan desde el SMN. Esta información, clasificada en una matriz, sería insumo tanto para el pronosticador y los organismos tomadores de decisión, como así también para el público en general, ya que se adaptaría su contenido para ser visualizado junto con los alertas emitidos.

El objetivo de este trabajo es mostrar los avances de las actividades llevadas a cabo por el subgrupo a cargo de la creación de las tablas de impacto. A continuación, una revisión de las principales acciones realizadas.

## 2) Análisis comparativo de las tablas de impacto ya existentes

Como primera medida, el grupo de trabajo realizó una revisión de las tablas de impacto ya existentes en los países seleccionados como antecedentes de relevancia. Se observó que la mayoría de las tablas analizadas coincidían en la existencia de cuatro niveles de impacto, aunque con diferentes denominaciones:

- **Met Office (Reino Unido):** Muy bajo, bajo, medio, alto.
- **NOAA (Estados Unidos):** Guía general con manuales específicos para tormentas severas y tornados.
- **BoM (Australia):** Bajo, moderado, alto, extremo, con escala adicional (0, 1, 2, 3)
- **SAWS (Sudáfrica):** Mínimo, menor, significativo, severo, con subniveles específicos para diferentes fenómenos meteorológicos.

Además, se identificaron diferencias en la clasificación de los fenómenos y consecuente diseño de las tablas. Por ejemplo, Met Office y SAWS tienen tablas separadas para diferentes fenómenos meteorológicos como lluvia, tormentas y viento, mientras que BoM utiliza una única tabla para todos los fenómenos, dividida en amenazas y exposición.

Estas observaciones iniciales sirvieron de base para elaborar la primera tabla de impactos de nuestro país, estructurada preliminarmente según un sistema de semáforo, tal como opera el SAT actual: verde, amarillo, naranja y rojo (Figura 1).

El sistema consta de 4 colores definidos de forma estática:

<b>VERDE</b> TRANQUILIDAD	No se esperan fenómenos que impliquen riesgos. El verde <b>indica que no hay amenazas</b> y será el color con el que también se represente el cese de una situación adversa.
<b>AMARILLO</b> INFORMATE	<b>Posibles fenómenos con capacidad de daño. Riesgo de interrupción momentánea de las actividades cotidianas.</b> Con este nivel de alerta, la población debería estar atenta e informarse, ya que el evento que monitoreamos podría requerir algún tipo de acción en el corto o mediano plazo. Este será el nivel de alerta más común y es de esperar que surja en más del 90 % de los alertas emitidos. Es importante tener en cuenta que, que un alerta de color amarillo no implica que no puedan registrarse eventos cuya intensidad sea severa, <b>especialmente cuando se trata de eventos de tormenta.</b>
<b>NARANJA</b> PREPÁRATE	Se esperan fenómenos meteorológicos <b>peligrosos para la sociedad, la vida, los bienes y el ambiente.</b> En este caso, estamos hablando de <b>eventos particularmente intensos</b> y es esperable que menos del 10 % de los niveles de alerta que se emitan sean de este color.
<b>ROJO</b> SEGUÍ INSTRUCCIONES OFICIALES	Se esperan fenómenos meteorológicos <b>excepcionales con potencial de provocar emergencias o desastres.</b> Este caso está reservado para situaciones muy particulares en donde la intensidad del fenómeno esperado estaría cerca de su máximo climatológico, por lo que esperamos que este nivel de alerta surja en el 1 % de los casos o menos.

Figura 1: Colores del SAT actual. Extraído de “Sistema de Alerta Temprana: manual de uso para organismos de gestión del riesgo de desastres”. Servicio Meteorológico Nacional. Imagen, p. 7.

La tabla de impactos inicialmente (Figura 2) fue pensada de manera uniforme para todo el territorio nacional y adoptó una estructura similar a la implementada en Australia, al incorporar en el análisis factores como la exposición y duración del evento y describir los impactos esperados en distintas tipologías tales como vida, propiedad, prestación de servicios, transporte, etc. Para cada tipología, en formato texto, se incorporó como ejemplo una descripción de los posibles impactos que podrían ocurrir según cada nivel de intensidad.

### 3) Reevaluación y adaptación del enfoque

A través de intercambios con integrantes de los otros grupos de trabajo de la iniciativa, se identificó como un aspecto a mejorar el texto descriptivo de los impactos, dado que resultaba demasiado ambiguo, lo que dificultaba la adopción de un criterio uniforme para describir sintéticamente los impactos de cada fenómeno en las distintas regiones argentinas. Ante el desafío que implica la heterogeneidad climática del país, se acordó entre los integrantes adoptar una regionalización de las tablas de impacto, obedeciendo a la distribución utilizada por los pronosticadores. De esta forma, se elaboraría una tabla de impactos por cada uno de los tres grandes dominios del SAT -Cordillera, Patagonia y Llanura-, para reflejar mejor la diversidad de condiciones climáticas del país.

Sin embargo, al analizar la información de impactos, se consideró que la evidencia disponible era insuficiente para determinar los impactos que generaría cada fenómeno en los diferentes dominios y así poder discriminar los mismos según su nivel de intensidad. En línea con este desafío, el SMN decidió impulsar los proyectos piloto dentro de la iniciativa que, junto con organismos municipales de gestión del riesgo, buscaron registrar los impactos ante cada alerta emitido para esas ciudades. Esta estrategia permite, por un lado, robustecer la Base de Datos de Amenazas Meteorológicas y sus Impactos de América del Sur (o SAMHI por sus siglas en inglés) que se utiliza como fuente de información y por el otro, generar insumos específicos para la tabla de impactos.

Luego de este desafío, se retomó la construcción de tablas a nivel nacional, pero discriminadas por fenómeno para contar con mayor detalle de la información en función del alerta emitido (Figura 2). Actualmente se está trabajando en la adaptación de las tablas para cada uno de los cinco fenómenos que se consideran capaces de producir eventos meteorológicos extremos y, en consecuencia, producir impactos: viento, lluvia, tormenta, nieve y viento Zonda.

Grado N°	1	2	3	4
NIVEL DEL IMPACTO	MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO
Impacto a la población y daño a los medios de vida	Muy baja afectación.	Mínimo peligro para la vida o la salud.	Peligro leve a moderado para la vida o la salud.	Peligro significativo para la vida o la salud.
Daño en viviendas (estructuras con fines habitacionales)	Muy baja afectación.	Daño localizado a vivienda (ventanas)	Daño extendido a vivienda (voladura de techos)	Daño general a vivienda (voladura de techos, paredes colapsadas)
Daño a infraestructura, medios y vías de transporte	Muy baja afectación.	Desvíos en vías de circulación locales, con breves retrasos en los tiempos de viajes. También se anticipan demoras en los aeropuertos.	Corte en vías de circulación. Suspensión de vuelos.	Cierre de rutas, caminos, puertos y aeropuertos.
Daño a infraestructura urbana y afectación de servicios esenciales	Mínima afectación de servicios esenciales.	Daño en señalización urbana y cartelería.	Daño en postes de media o baja tensión. Suspensión de clases o interrupción de actividades normales en centros de salud.	Interrupciones de suministros de electricidad, gas o agua. Daños materiales a escuelas o centros de salud.
Daño a la actividad agrícola y/o ganadera	Muy baja afectación.	Afectación a pequeña escala de cultivos.	Pérdida parcial de cultivos y animales heridos.	Pérdida total de cultivos y mortandad de animales.
Daño a árboles	Muy baja probabilidad de afectación al terreno y la vegetación	Afectación leve o localizada en ramas y árboles.	Daño moderado: posible caída de árboles y ramas de gran porte.	Afectación extendida al arbolado: caída masiva de árboles.
Daño a vehículos	Muy baja afectación.	Daño leve o superficial a vehículos	Daño moderado a vehículos.	Daño generalizado o daño severo a vehículos, volcadura o destrucción completa.

Figura 2: Extracto de Tabla de Impacto. Servicio Meteorológico Nacional. (2024)

#### 4) Conclusiones

El análisis y la comparación de las tablas de impacto implementadas por otros servicios meteorológicos e hidrológicos nacionales proporcionaron valiosos aprendizajes para planificar y diseñar tablas adecuadas para la Argentina. La implementación inicial de una tabla de impactos nacional mostró la necesidad de un enfoque más detallado y específico, considerando las características geográficas y climáticas de un país tan extenso. Así, la diversidad de fenómenos e impactos esperables en las distintas regiones del país, y la falta de datos que generen una evidencia representativa al respecto, siguen siendo un desafío central para la implementación de la iniciativa.

El trabajo interdisciplinario permitió identificar dos lineamientos clave que deben equilibrarse, para no entrar en conflicto: por un lado, la necesidad de que el contenido textual de las tablas de impacto sea representativo y aporte información útil para sus usuarios, y por otro, la importancia de no complejizar ni comprometer las tareas operativas de los pronosticadores.

En este sentido, la continuidad de los proyectos piloto para el registro e implementación de tabla de impactos y el aumento de volumen de información de impactos en la base de datos SAMHI permitirán en un futuro contar con un corpus de información representativo que utilice una categorización homogénea de impactos en un período sostenido de tiempo.

Estas iniciativas son fundamentales para poder avanzar en una herramienta más precisa y validada por actores clave, tales como los organismos de Gestión del Riesgo de Desastres, en línea con las recomendaciones propuestas por OMM, que incluyen la comunicación efectiva y accesible a la sociedad sobre riesgos asociados a eventos meteorológicos.

#### Referencias

**Matías Menalled, Priscila Sosa (2023).** Sistema de Alerta Temprana: manual de uso para organismos de gestión del riesgo de desastres. Servicio Meteorológico Nacional.

**Organización Meteorológica Mundial (2015).** Directrices de la OMM sobre servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos (WMO-1150).