

Implementación de información basada en impacto en El Salvador. Un enfoque de información multi-amenazas

Rivera, J. ORCID: 0000-0003-2964-9471

Dirección General del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, San Salvador, El Salvador.

`jacquelinrivera@ambiente.gob.sv`

Resumen – Se describe la experiencia de El Salvador en la implementación de información basada en impactos y el trabajo realizado entre la Dirección de Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales (DOA) del Ministerio de Medio Ambiente de El Salvador (MARN) y la Dirección General de Protección Civil (DGPC), a fin de cambiar el paradigma de un pronóstico basado en amenazas a uno basado en impactos IBF. Se explica como el enfoque IBF comprende la utilización de modelos de análisis de las características de los fenómenos de la naturaleza, y modelos simplificados que ofrecen criterios de exposición y vulnerabilidad. La implementación de una metodología de IBF genera información de manera inmediata y/o a temporalidades variables, proporciona información integrada, precisa, oportuna y fácilmente comprensible a las comunidades y requiere del involucramiento de equipos multidisciplinarios para su implementación y sostenibilidad. Esta transformación en el paradigma también requiere de un especial abordaje en la comunicación del riesgo de El Salvador y la valoración de la respuesta de los usuarios para reducir las pérdidas y daños a nivel local.

Palabras clave: peligro, riesgo, comunicación, pronóstico basado en impactos, preparación, respuesta, sistemas nacionales de emergencia.

Abstract – This work describes the experience of El Salvador in the implementation of impact-based information and the work carried out between the Directorate of Observatory of Threats and Natural Resources (DOA) of the Ministry of the Environment of El Salvador (MARN) and the Directorate of Civil Protection (DGPC), to change a paradigm from a forecast based on threats to one based on impacts (IBF). It is explained how the IBF approach includes the use and analysis of models that represent the natural phenomena characteristics and simplified exposure and vulnerability criteria. The implementation of an IBF methodology seeks to generate information immediately and/or at different time ranges, but also integrated, precise, timely and easily understandable information to the communities. IBF requires the involvement of multidisciplinary teams for its implementation and sustainability. This transformation in the paradigm also requires a special approach to risk communication in El Salvador and the assessment of user response to reduce loss and damage at the local level.

Keywords: hazard, risk, impacts based forecast, preparation, response, national emergency systems.

I. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, los gobiernos han utilizado información sobre las características de las amenazas para comunicar condiciones extremas e inminentes de fenómenos naturales (hidrometeorológicos, climatológicos y geológicos). Estas acciones requieren proporcionar información científicamente precisa, como un aspecto fundamental para comunicar lo que las personas necesitan saber para responder de manera efectiva a los riesgos, reflejando la necesidad de comunicar las posibles consecuencias específicas y adecuadas a los contextos locales, no solo para los usuarios finales públicos, sino también para los diferentes sectores y

organismos que toman acciones durante las emergencias (WMO & ESCAP, 2021).

La información basada en impactos tiene como objetivo principal proporcionar a las comunidades información integrada – multi-amenaza (Boult, y otros, 2022), que disemine información precisa, oportuna y fácilmente comprensible (Merz, y otros, 2020). En este proceso los diferentes servicios que realizan el monitoreo y vigilancia de fenómenos naturales deben desarrollar capacidades y herramientas para la implementación y operatividad (ARRCC, Centre, UKaid, Hub, & REAP, 2020). Este proceso implica sintetizar la información de amenazas con información cuasi-estática de exposición y vulnerabilidad para identificar los

posibles riesgos en una zona y momento determinado. La identificación de diferentes niveles de riesgos e impactos permite la emisión de diferentes alertas para fomentar respuestas adecuadas por parte de los usuarios relevantes para reducir daños y pérdidas (WMO & ESCAP, 2021)

Con el fin de construir comunidades resilientes a través de la concienciación y diseño e implementación de estrategias de preparación para proteger las vidas, los medios de vida y las propiedades, ante la ocurrencia de un fenómeno natural amenazante, la implementación IBF toma como base la estructura propuesta por el proyecto Weather Ready Nations (WRN). Para WRN los sistemas de información basados en impacto poseen cuatro ejes de acción principales: servicios de toma de decisión basadas en el impacto, comunicación, experiencia local y socios-cooperantes (Fig. 1) (Building a Weather-Ready Nation, 2014).



Fig. 1. Componentes principales de los sistemas basados de información basados en impacto.

La información basada en el impacto traduce las amenazas en impactos específicos por sector y ubicación, además, desarrolla respuestas sectoriales para mitigar esos impactos (Centre, 2021). Los pronósticos de impacto enfatizan lo que hará la amenaza en lugar de describir cuál será la amenaza y sus características. Estos tipos de pronósticos están diseñados para expresar los impactos esperados como resultado del tiempo esperado (WMO, WBG, & GFDRR, Implementing Multi-Hazard Impact-based Forecast and Warning Services, 2016).

La comunidad científica usualmente transmite información basada en amenaza, la cual hace referencia a las variables, ya sean atmosféricas, hidrológicas y geológicas, y a cómo se espera que cambien, describiendo la evolución esperada de las variables sensibles de manera numérica (probabilidad, umbrales, porcentajes, rangos, valores de mediciones directas, etc.). Así mismo, la comunicación de este tipo de reportes por parte de los servicios de monitoreo y vigilancia ha evolucionado desde la provisión de información en un horario regular (por ejemplo, actualizado cuatro

veces al día), a un paradigma donde los pronósticos se actualizan casi continuamente, a través de texto escrito, gráficos, radio, mensajes de texto, correo electrónico y aplicaciones móviles (WMO, WBG, & GFDRR, Implementing Multi-Hazard Impact-based Forecast and Warning Services, 2016). En este sentido, la implementación del enfoque es más efectivo en términos de comunicación necesaria; sin omitir que, un buen pronóstico basado en la amenaza siempre es requerido para la generación de un pronóstico de impactos útil a la población (WMO & ESCAP, Manual for Operationalizing Impact-based Forecasting and Warning Services (IBFWS), 2021).

II. CONTEXTO NACIONAL, EL SALVADOR

La Dirección de Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales en El Salvador DOA, es un observatorio multi-amenazas, que aloja los servicios geológicos, hidrológico, meteorológico, oceanográfico y de calidad de aire, en un Centro de Monitoreo Integrado (CMA). Estos servicios, así como similares a nivel global, realizan esfuerzos continuos para el desarrollo de capacidades en el campo de la comunicación del riesgo (Andrea & Thomas Kox, 2018). El caso de El Salvador tiene la peculiaridad de contar con todos los servicios de monitoreo concentrados en una misma institución y trabajando de manera integrada, el CMA de la DOA.

La operatividad de estos servicios y productos de datos e información requieren de mejoras continuas, procedimientos-protocolos actualizados de acuerdo con la evolución de los enfoques y los modelos calibrados y de vanguardia en función de evaluaciones sistemáticas de su desempeño (verificación) (NOOA, 2016). En tal sentido, el proceso de diseño para la implementación del enfoque IBF también ha requerido de capacitación continua de los pronosticadores, técnicos y especialistas para mejorar las capacidades de elaboración de los pronósticos, tanto de amenazas, como de impactos.

Otro componente importante en este enfoque son las técnicas de las ciencias sociales, relacionadas con la comprensión del comportamiento de la sociedad y el comportamiento humano, que juegan un papel crucial para transformar todo el conocimiento, que las ciencias de la tierra generan, en acciones concretas para reducir riesgos y salvar vidas (Rahn, Tomczyk, Schopp, & Schmidt, 2021). Dentro de este componente se llevan a cabo programas de divulgación pública, de fortalecimiento de capacidades con diferentes instituciones que



Fig. 3. Proceso de diseño para la implementación de información basada en el impacto en El Salvador. Basados en el proceso de diseño tipo propuesto por el Chicago Architecture Center, 2012-2019.

Probabilidad del Impacto						
Muy alta	100%	4 - Monitoreo	8 - Aviso	12 - Alerta	16 - Emergencia	No. de Matriz / Etapa Interna
	En línea base ó <10%		20% - 40%	40% - 60%	> 60%	Porcentaje de variación en los parámetros de monitoreo
Alta	80%	3 - Monitoreo	7 - Aviso	11 - Alerta	15 - Alerta	No. de Matriz / Etapa Interna
	En línea base ó <10%		20% - 40%	40% - 60%	40% - 60%	Porcentaje de variación en los parámetros de monitoreo
Media	60%	2 - Monitoreo	6 - Preaviso	10 - Aviso	14 - Alerta	No. de Matriz / Etapa Interna
	En línea base ó <10%		10% - 20%	20% - 40%	40% - 60%	Porcentaje de variación en los parámetros de monitoreo
Baja	30%	1 - Monitoreo	5 - Preaviso	9 - Aviso	13 - Aviso	No. de Matriz / Etapa Interna
	En línea base ó <10%		10% - 20%	20% - 40%	20% - 40%	Porcentaje de variación en los parámetros de monitoreo
	10%					
		Bajo	Medio	Significativo	Severo	Nivel de Impacto

Fig. 4. Matriz de riesgo propuesta para el área de monitoreo volcánico, para la implementación de información basada en impacto, durante crisis relacionadas a erupciones volcánicas.

El Salvador adoptó la metodología del WRN para implementar el enfoque basado en impactos, donde se comunica la probabilidad de una amenaza prevista y su posible gravedad. La OMM propone el establecimiento de una "matriz de riesgo" como aplicación operativa para la emisión de avisos, a diferencia del sistema de advertencias

convencionales (que emplean umbrales o resultados binarios como sí/no). La matriz de impacto relaciona el impacto esperado de una amenaza con su probabilidad de ocurrencia (figura 4), a través de un esquema de color simple de "semáforo", que busca ser (OMM, 2015):

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.

Se tiene la opción de generar matrices de impacto por fenómeno aplicadas a diversos eventos naturales y que pueden ocasionar efectos adversos, ya sean estos hidrometeorológicos, oceanográficos, geológicos, clima, etc. El proceso es fluido (figura 5), iniciando con la determinación del tipo de fenómeno que se espera que ocurra (su probabilidad, intensidad de la amenaza, dónde y cuándo la amenaza ocurrirá). Luego identificar sus efectos. Posteriormente se valora "¿qué?", es decir, los potenciales efectos de la amenaza en los elementos en exposición (vivienda, caminos, medios de vidas, vidas humanas, etc.) (Yi & Hojin, 2020). De tal manera que se entrega un producto de comunicación de los pronóstico claro y útil para apoyar la toma de decisiones.

El proceso en el país requirió la creación de un modelo base que incluyera los elementos expuestos. Los modelos de exposición son bastante complejos

y considerando que tanto las variaciones de las condiciones pronosticadas, como las de exposición, pueden variar en cortos periodos de tiempo. La construcción del modelo buscaba simplificar la exposición de edificaciones y población a un nivel que proporcionara información que alimente de manera continua los indicadores previamente seleccionados. Considerando lo anterior, se definió que cada elemento expuesto debería contar con un criterio de medición asignado a nivel municipal, que al normalizarlo en el conjunto de elementos proporcionará un peso municipal al pronosticador.

Los criterios principales aplicados para construir el modelo simplificado de exposición corresponden a la zona (área rural, urbana o mixta) y a la condición de movilidad del elemento (figura 6), donde:

- **Clasificación de la zona**, se refiere al cálculo de área ocupada por clase para la unidad evaluada. En esta clasificación se consideran tres tipos de zonas: rural, urbana y mixta.
- **Dinámica de los elementos**, este grupo divide los elementos en: estáticos y dinámicos. (i) Estáticos, se refieren a todos aquellos elementos que permanece fijos en grandes periodos de tiempo. Se seleccionaron en este caso, la infraestructura y los medios de vida. Dentro de infraestructura se dividieron en edificaciones y red vial. Y, para los medios de vidas se consideraron únicamente las

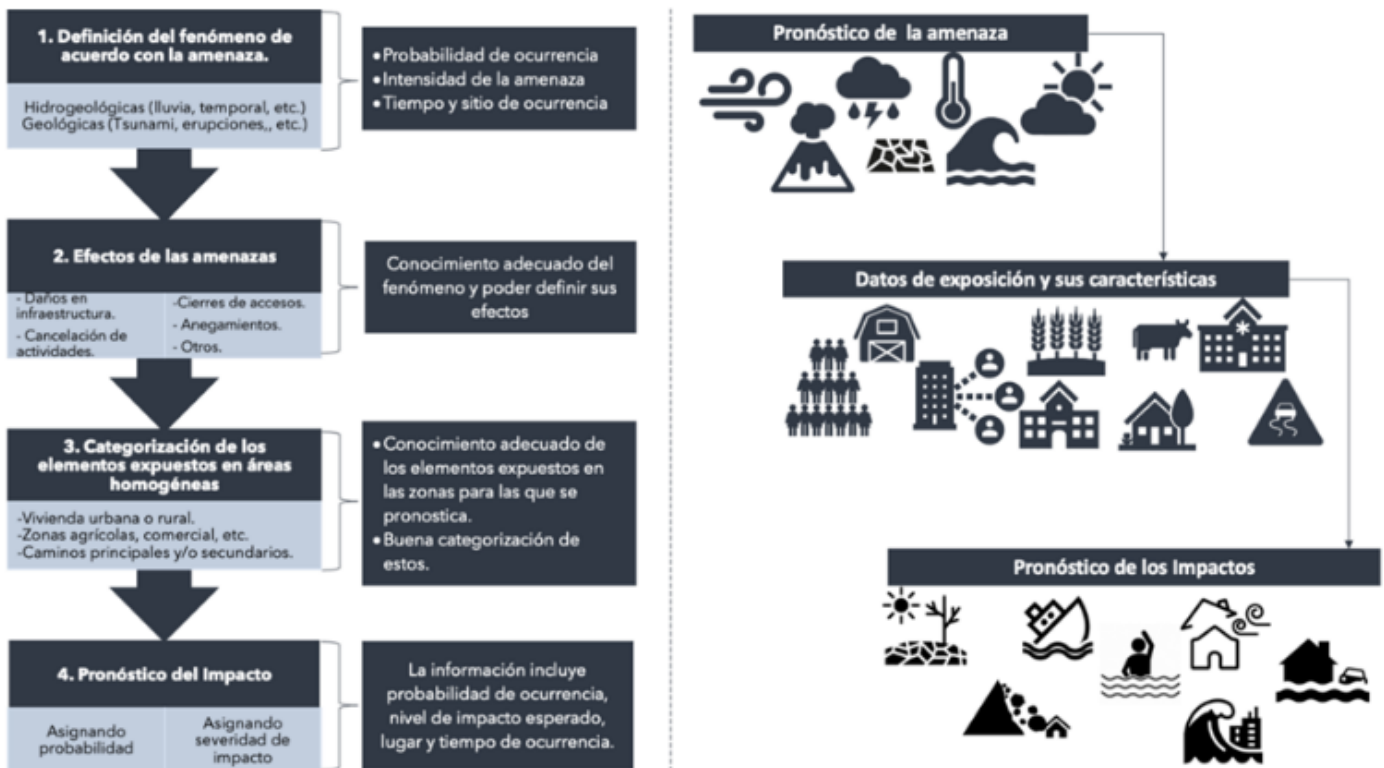


Fig. 5. Diagrama de flujo simplificado del proceso para elaboración de información y pronósticos basados en el impacto.

zonas agrícolas y las áreas naturales protegidas. (ii) Dinámicos: se han propuesto los habitantes con sus características generales de población (cantidad de habitantes por área) y clasificaciones por características específicas de estos (edad, población económicamente activa). Dentro del esquema, se propone la consideración de la temporalidad, comprendiendo que los elementos dinámicos variarán su ubicación en cortos periodos de tiempo

(desde horas hasta meses). Esto permitirá determinar los periodos de mayor y menor densidad poblacional en variaciones de tiempo cortas (horas laborales, días de la semana, periodos vacacionales, etc.). La temporalidad será uno de los aspectos de la estructura que se dejará a criterio experto en la etapa inicial de esta propuesta, dada la falta de información relacionada; sin embargo, es importante su inclusión.

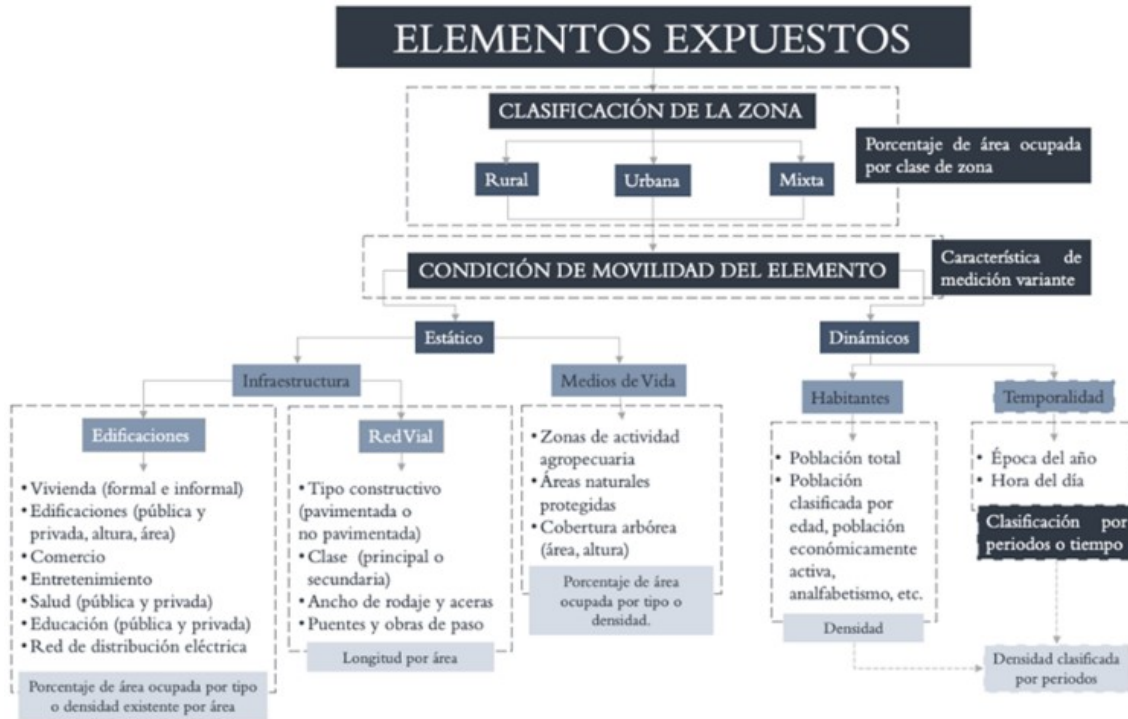


Fig. 2. Esquema del modelo de exposición propuesto. Fuente: el autor.

PASOS	CONSIDERACIONES	HERRAMIENTAS
1 Amenaza <ul style="list-style-type: none"> Ubicación Magnitud Intensidad Duración Frecuencia 	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de amenaza basados en estimaciones de magnitud, intensidad y/o probabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Cada área técnica cuenta con sus modelos y herramientas de evaluación de la amenaza (WRF, CAFFGS, etc.).
2 Impactos <ul style="list-style-type: none"> Probabilidad Severidad Generación del pronóstico 	<ul style="list-style-type: none"> Modelos de amenaza basados en estimaciones de magnitud, intensidad y/o probabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> Anexo 1 Guía "Categorización elementos expuestos y criterios de evaluación de vulnerabilidad". Tabla 2 "Criterios a considerar para definir el nivel de severidad de los impactos". Protocolos de actuación.
3 Pronóstico <ul style="list-style-type: none"> Integración del pronóstico Emisión 	<ul style="list-style-type: none"> Si existieran más de 2 áreas valorando impactos se deberá integrar los pronósticos y emitirlo de acuerdo a los protocolos establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Plataforma de generación de pronósticos de impacto: http://apps.snet.gob.sv/PronosticoImpacto/ Protocolos de actuación internas con enfoque de impacto. Ver Anexo 2, para esquema de etapas interna y emisión de la información.
4 Actualización <ul style="list-style-type: none"> Eventos súbitos, reevaluaciones Emisión 	<ul style="list-style-type: none"> Si existen cambios súbitos los pronósticos se reevalúan y emiten de acuerdo a los protocolos establecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> Plataforma de generación de pronósticos de impacto: http://apps.snet.gob.sv/PronosticoImpacto/ Protocolos de actuación internas con enfoque de impacto. Ver Anexo 2, para esquema de etapas interna y emisión de la información.
5 Verificación <ul style="list-style-type: none"> Identificación de daños y pérdidas, y categorizarlos. 	<ul style="list-style-type: none"> Posterior a la validez de cada pronóstico se colecta la información de impactos y se categoriza a su nivel de impacto respectivo. 	<ul style="list-style-type: none"> Guías de levantamiento de impactos (cada área posee un formato adecuado) Plataforma de registro de información (cada área posee sus plataformas) y existe una plataforma general en: http://srt.snet.gob.sv/apps/public/impactos

Fig. 7. Esquema resumen del proceso realizado para la elaboración y emisión de IBF en la DOA. Esquema simplificado. Existen protocolos más detallados de los procesos implementados por las diferentes áreas de la DOA

La puesta en ejecución de IBF, requirió del uso y operacionalización de las metodologías y sus herramientas. Para ello se crearon protocolos de acción interna que permitieron dar fluidez al proceso de generación y emisión de los IBF. Este flujo de trabajo inicia desde el análisis de las potenciales amenazas y sus características, siguiendo por la evaluación de los posibles impactos, la generación del pronóstico basado en impacto, actualización del pronóstico (si es necesario) y la verificación de los pronósticos emitidos (fig. 6). Este es un proceso continuo realizado por los pronosticadores del Observatorio.

IV. ELEMENTOS REQUERIDOS PARA UNA IMPLEMENTACIÓN DE IBF EFECTIVA

La efectividad de este tipo de enfoques en El Salvador ha sido posible debido a tres aspectos importantes de la DOA, la integración, el entrenamiento y la comunicación. La DOA es un observatorio integrado que aloja todos los servicios de monitoreo, y por lo tanto, compartir datos de un servicio es fluido y en tiempo real. En el tema de entrenamientos, la DOA ha dedicado esfuerzos continuos de entrenamientos de sus especialistas y técnicos para mejorar la efectividad de la transmisión de la información técnica y científica a la población, de tal manera que esta se traduzca en acciones efectivas que reduzcan los impactos negativos de los fenómenos naturales con potencial de impactar zonas de riesgo. Asimismo, ha sido necesario el fortalecimiento constante de capacidades de los diferentes usuarios de la información como lo son la SNPC, otras instituciones de respuesta a la emergencia, ONG, población en general, entre otros.

El proceso es operativo y se ha institucionalizado bajo protocolos de la DOA. Estos nuevos procesos de generación de información basada en impacto y su emisión también han requerido de la creación de herramientas informáticas para dar agilidad a su generación. De tal manera que la página web de la DOA se adecuó para que el producto del IBF, sea accesible y de fácil uso para todo público. De igual manera, se han diseñado diferentes formatos de salida de información, de acuerdo con los canales de información utilizados por la institución (figura 8).

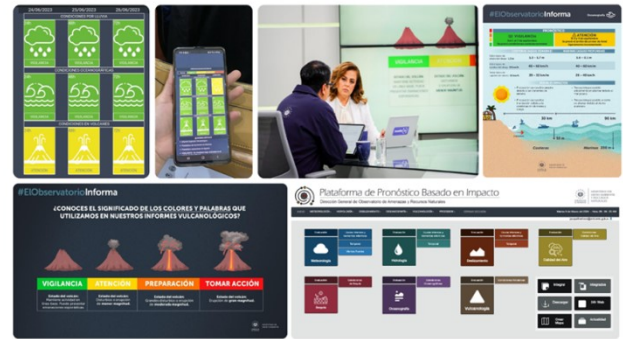


Fig. 3. Ejemplos de formatos y herramientas utilizadas para fortalecer la implementación del enfoque IBF en la DOA

Cabe resaltar que dentro del marco del SNPC (figura 2), la DGPC y DOA definieron acciones de comunicación específicas, para fortalecer los mecanismos de coordinación e intercambio de información adecuada, hacia los sistemas de alerta temprana. De tal forma que se creó la “Estrategia marco para acciones de comunicación, ante emergencias relacionadas con fenómenos naturales”. Dicha estrategia recoge el trabajo desarrollado en estos talleres, y crea una hoja de ruta de acciones o líneas de trabajo, necesarias para mejorar los procesos de coordinación y comunicación (DOA, DGPC, & PLAN Internacional, 2023), y con ello permite mantener una estrecha comunicación, garantizando la efectividad, fluidez, alcance territorial, veracidad y el éxito en la implementación del enfoque basado en impacto.

El objetivo general de la estrategia es establecer líneas de acción y de actuación conjuntas que hagan eficiente y eficaz el proceso de comunicación, entre la Dirección General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres -DGPC- del Ministerio de Gobernación y la Dirección General del Observatorio de Amenazas y Recursos Naturales -DOA-, del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales; para determinar la información que se compartirá y publicará cuando se desarrollen eventos asociados a un fenómeno natural (figura 9).

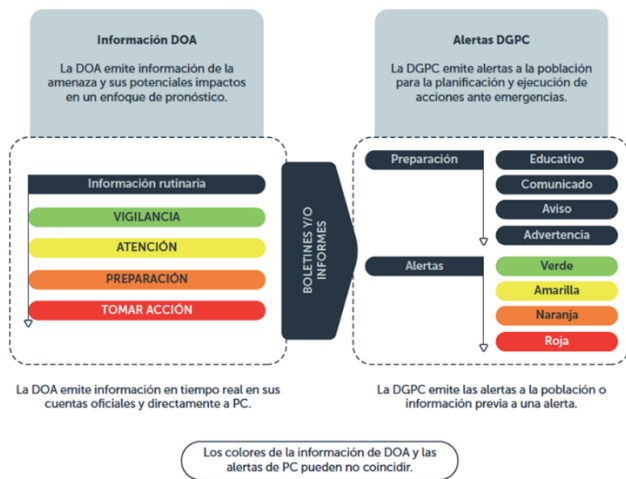


Fig. 4. Esquema resumen del flujo de información entre la DOA y la DGPC. Fuente: (DOA, DGPC, & PLAN_Internacional, 2023)

Al principio de este artículo se mencionó que uno de los ejes principales de este enfoque (figura 1) es la comunicación. La comunicación de IBF requiere fortalecimiento e implementación de nuevas técnicas para transmitir el mensaje que motive al desarrollo de acciones que busquen minimizar las afectaciones en la población y en sus medios de vida principalmente. En tal sentido, se diseñó la información a divulgar a la población con enfoque centrado en el usuario, priorizando la: comunicación no verbal, la comunicación escrita y la comunicación auditiva (Oakley, Himmelweit, Leinster, & Rivas, 2020) y poniendo especial atención en el diseño gráfico de la información, diseño de los mensajes y canales de difusión (WHO, 2017) (Eriksson, 2018) (OPS & CIDA, 2010) (figura 10).

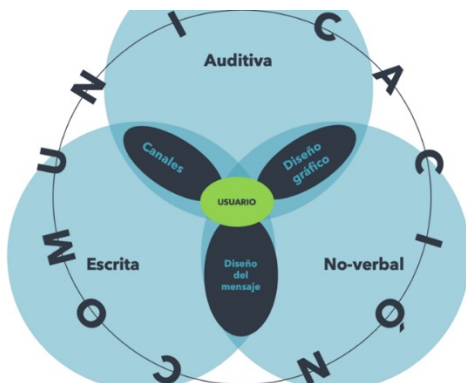


Fig. 5. Principales componentes de la comunicación identificados en la implementación de enfoques de información basados en impactos, dentro de la DOA

V. CONCLUSIONES

El proceso de implementación de enfoques basados en impactos ha sido un cambio de paradigma en la forma de comunicar la información relacionada a la potencial ocurrencia de un fenómeno amenazante

en el país. Debido a las condiciones geográficas de El Salvador hacer estos sistemas con un formato multi-amenazas se vuelve de alta prioridad. Y, ha sido bajo este contexto y necesidades que el enfoque de información – pronósticos basados en impacto requirió del esfuerzo multidisciplinario de todo el equipo de la DOA.

La implementación de estos enfoques, proporcionan a los tomadores de decisiones y a la población, información multi-amenazas con técnicas de comunicación más precisa, oportuna y de fácil comprensión; proporcionando una mejor utilización de la información que continuamente la DOA genera y así contribuir a la implementación de una respuesta oportuna y pertinente. Además, al interior de la DOA se mejoran las capacidades del personal, se crean herramientas que facilitan los procesos internos y se actualizan y fortalecen las bases de datos.

El proceso de diseño e implementación del enfoque IBF ha reflejado que este tipo de iniciativas y formas de comunicar son un proceso de continua mejora. Siendo que el proceso de implementación y elaboración de los mismos contempla la retroalimentación de cada uno de los productos. Esto permite generar verificaciones de nuestros sistemas y por lo tanto la oportunidad de hacer ajustes en el modelo y generar mejores resultados a lo largo del tiempo. Lo anterior es un beneficio para la DOA en términos de mayor alcance, credibilidad y aceptación, además, potencia la aplicación de los resultados del trabajo científico en la mejora de las condiciones de vida de los pobladores.

Las sinergias construidas entre los socios, cooperantes, PC y DOA han sido cruciales en el proceso. Ha sido a través de los diferentes programas y proyectos que se han sumados esfuerzos a fin de lograr una implementación que puede ser sostenible en el tiempo. Ya que, con la colaboración proporcionada, la DOA ha fortalecido y desarrollado diferentes actividades del diseño e implementación del enfoque para adaptarlo a la realidad del país.

En términos de comunicación, se ha observado que la difusión de la información es precisa, oportuna y fácilmente comprensible y contribuye a la adopción de las medidas pertinentes a fin de reducir pérdidas y daños.

Dentro de la DOA se mejoran las capacidades del personal, se crean herramientas que facilitan los procesos internos y se actualizan y robustecen las bases de datos. Tomando en cuenta que:

- A pesar del grado de incertidumbre de los pronósticos, la matriz de impactos permite dimensionar la severidad de los eventos y evolucionar en confianza a medida el fenómeno evoluciona (Ramos, Mathevet, Thielen, & Pappenberger, 2010) (Morss, Lazo, & Demuth, 2010) (Hirschberg & Coauthors, 2011).
- Un buen pronóstico que toma en cuenta impactos necesita de buenos pronósticos de amenaza y de información de exposición actualizada y detallada.
- Este enfoque debe permitir traducir en un lenguaje tal, que contribuye al proceso de toma de decisiones para atención de las emergencias (McComas, 2006).
- Se deben identificar los canales y mecanismos más eficientes y poder llegar a la mayor parte de usuarios finales de la información (Garforth & Usher, 1997) (Jennifer A. Fish, 2017).
- Los enfoques multi-amenazas proveen de herramienta sumamente valiosas en la gestión de riesgos de desastres.

Finalmente, El Salvador está siendo un ejemplo a nivel global de la implementación de la información basada en impactos. Este proceso ha sido presentado como un caso de éxito en diferentes espacios a nivel internacional y por su enfoque multi-amenazas ha sido un excelente ejemplo para otros observatorios meteorológicos, hidrológicos, vulcanológicos entre otros. Alguno de los espacios en los que se ha compartido la experiencia y lecciones aprendidas son:

- Weather Ready Nations Regional Workshop - Taller de Lahares - 8 th – 9 th May, 2019, Guatemala
- Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), Perú, 2021 - Pronósticos Basados en Impacto - Enfoque Multiamenaza El Salvador".
- 1st Weather and Society Conference, organised by the Societal and Economic Research Applications (SERA) Working Group of the WMO World Weather Research Program (WWRP) in collaboration with DWD's Hans Ertel Centre for Weather Research", Berlín, 2022.
- Secretaría de Protección Civil del Estado de Veracruz, México, 2022 - "Experiencia de implementación de pronósticos basados en impactos".
- WEBINAR OMM - Diferentes países miembros de la Organización Meteorológica Mundial, OMM, 2022.
- AMS WRN Symposium (Session 6) - Weather-Ready Nations—International Successes: Part I, EEUU, 2022.
- Ocean Decade Laboratory "A Safe Ocean" - Integrating Coastal Hazard Early Warning Systems and Services in the Caribbean" -Components of a Multi-hazard Early Warning System (UNDRR) Risk knowledge Monitoring and warning including co-occurring and cascading impacts Warning dissemination and communication Response capability. UN – Federal Ministry of Education and Research Germany, 2022.
- RA IV Hurricane Committee - 44th session (HC-44), "La experiencia de El Salvador en la entrega de Pronósticos y Alertas Basados en Impacto", OMM (Organización Meteorológica Mundial, 2022).
- Second Flash Flood Guidance System (FFGS) Global Workshop, Skopje, Republic of North Macedonia, OMM 19-23 June 2023.
- Volcano observatory best practices (VOBP) 5th workshops, Pucón Chile (Noviembre 13-17, 2023).
- Cities on Volcanoes COV - 12. Conferencia internacional transdisciplinaria. Antigua Guatemala, 11-17 febrero.

REFERENCIAS

- Andrea, L., & Thomas Kox, D. J. (2018). Communicating high impact weather: Improving warnings and decision-making processes. *International Journal of Risk Reduction*, volume 30. Part A, 1-4.
- NOOA, O. f. (2016). *Risk Communication Basics. Social Science Tool for Coastal Programs.*
- Rahn, M., Tomczyk, S., Schopp, N., & Schmidt, S. (2021). Warning Messages in Crisis Communication: Risk Appraisal and Warning Compliance in Severe Weather, Violent Acts, and the COVID-19 Pandemic. *Front. Psychol.* 12:557178. doi: 10.3389/fpsyg.2021.557178.
- Boult, V. L., Black, E., Abdillahi, H. S., Bailey, M., Harris, C., Kilavi, M., . . . Todd, M. C. (2022). Towards drought impact-based forecasting in a multi-hazard context. *Climate Risk Management*, Volume 35.
- Merz, B., Kuhlicke, C., Kunz, M., Pittore, M., Babeyko, A., & Bresch, D. N. (2020). Impact Forecasting to Support Emergency Management of Natural Hazards. *Reviews of Geophysics*, 58(4), e2020RG000704. <https://doi.org/10.1029/2020RG000704>.
- ARRCC, M. O., Centre, C., UKaid, Hub, A., & REAP. (2020). THE FUTURE OF FORECASTS: IMPACT-BASED FORECASTING FOR EARLY ACTION. *Impact-based Forecasting Guide.*
- Building a Weather-Ready Nation. (2014, Vol 63 (2)). Retrieved from Ambassadors WRN: <https://public.wmo.int/en/resources/bulletin/building-weather-ready-nation>
- Centre, C. (2021, December 9). Climate Centre. Retrieved from WMO expands guidance on impact-based forecasting as part of inter-disciplinary 'paradigm shift': <https://www.climatecentre.org/7319/wmo-expands-guidance-on-impact-based-forecasting-as-part-of-inter-disciplinary-paradigm-shift/>
- WMO, WBG, & GFDRR. (2016). *Implementing Multi-Hazard Impact-based Forecast and Warning Services.*, (pp. Parte I, Resumen). Shanghai.
- WMO. (2021). *WMO Guidelines on Multi-hazard Impact-based Forecast and Warning Services - Part II: Putting Multi-hazard IBFWS into Practice. Manual and Guideline.* (2021 edition).
- Silvestro, F., Rossi, L., Campo, L., Parodi, A., Fiori, E., Rudari, R., & Ferraris, L. (2019). Impact-based flash-flood forecasting system:

- Sensitivity to high resolution numerical weather prediction systems and soil moisture. *Journal of Hydrology*, 388 - 402.
- Potter, S., Harrison, S., & Kreft, P. (2021). The Benefits and Challenges of Implementing Impact-Based Severe Weather Warning Systems: Perspectives of Weather, Flood, and Emergency Management Personnel. *AMS Journals*, 303 - 314.
- OMM. (2015). Directrices de la OMM sobre servicios de predicción y aviso multirriesgos que tienen en cuenta los impactos .
- Yi, C., & Hojin, Y. (2020). Heat Exposure Information at Screen Level for an Impact-Based Forecasting and Warning Service for Heat-Wave Disasters. MDPI, Special Issue Challenges in Applied Human Biometeorology.
- Oakley, M., Himmelweit, S., Leinster, P., & Rivas, M. (2020). Protection Motivation Theory: A Proposed Theoretical Extension and Moving beyond Rationality—The Case of Flooding. *Water*, MDPI.
- WHO. (2017). Communicating risk in public health emergencies: a WHO guideline for emergency risk communication (ERC) policy and practice. Geneva: World Health Organization.
- Eriksson, M. (2018). Lessons for Crisis Communication on Social Media: A Systematic Review of What Research Tells the Practice. *International Journal of Strategic Communication*, 12:5, 526-551, DOI: 10.1080/1553118X.2018.1510405.
- OPS, & CIDA. (2010, Agosto). Comunicación de Riesgo. Presentación. Colombia.
- Ramos, H., Mathevet, T., Thielen, J., & Pappenberger, F. (2010). Communicating uncertainty in hydro-meteorological forecasts: mission impossible? *RMets*.
- Morss, R., Lazo, J., & Demuth, J. (2010). Examining the use of weather forecasts in decision scenarios: results from a US survey with implications for uncertainty communication. *RMets*.
- Hirschberg, P. A., & Coauthors, a. (2011). A Weather and Climate Enterprise Strategic Implementation Plan for Generating and Communicating Forecast Uncertainty Information. *Information. Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 92, <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00073.1>, 1651–1666.
- McComas, K. A. (2006). Defining Moments in Risk Communication Research: 1996–2005. *Journal of Health Communication*.
- Garforth, C., & Usher, R. (1997). Promotion and uptake pathways for research output: a review of analytical frameworks and communication channels. *Agricultural Systems*, 301 - 322.
- Jennifer A. Fish, M. D. (2017). Effectiveness of public health messaging and communication channels during smoke events: A rapid systematic review. *Journal of Environmental Management*, Volume 193,.
- Singhal, A., Raman, A., & K. Jha, S. (2022). Potential Use of Extreme Rainfall Forecast and Socio-Economic Data for Impact-Based Forecasting at the District Level in Northern India. *Front. Earth Sci.Sec. Hydrosphere*. Volume 10.
- WMO, & UNESCAP. (2021). Manual for Operationalizing Impact-based Forecasting and Warning Services (IBFWS).
- WMO, & ESCAP. (2021). Manual for Operationalizing Impact-based Forecasting and Warning Services (IBFWS).
- DOA, DGPC, & PLAN_Internacional. (2023). ESTRATEGIA MARCO, PARA ACCIONES DE COMUNICACIÓN, ANTE EMERGENCIAS RELACIONADAS CON FENÓMENOS NATURALES. San Salvador.