

Revista de Administración Pública

INAP

Los sistemas de monitoreo y alerta temprana como herramientas para la prevención de desastres en México

Paulino Alonso Rivera*
José Gilberto Castelán Pescina**
Margarita Vidal Amaro***

Introducción

El Gobierno de la República, desde el comienzo de su administración, reconoce que cada año las pérdidas humanas y materiales ocasionadas por los fenómenos naturales representan un alto costo social y económico para el país. En este contexto, el Gobierno impulsó como una de sus metas principales el fortalecimiento de las acciones de prevención para reducir los riesgos y aminorar sus efectos.

En este sentido, la estrategia del Gobierno de la República privilegia, a través de Protección Civil, acciones preventivas ante desastres, mismas que pretenden ser incluyentes y utilizar soluciones de innovación científica, eficacia tecnológica, organización y capacidad para enfrentar los retos presentes y futuros en este ámbito.

En el contexto internacional, en la *Tercera Conferencia Mundial de las Naciones Unidas* celebrada en Sendai (Japón) el 18 de marzo de 2015,

* Ingeniero Mecánico Eléctrico por la Universidad Nacional Autónoma de México. Ingresó en el año 2001 al Centro Nacional de Prevención de Desastres CENAPRED. Actualmente tiene el puesto de Subdirector de Instrumentación y Comunicaciones y es responsable de los Departamentos de Instrumentación Volcánica, Sísmica, Hidrometeorológica y de Desarrollo e Innovación Tecnológica.

** Ingeniero Mecánico Electricista por la Universidad Nacional Autónoma de México. En 1997 ingresó al Centro Nacional de Prevención de Desastres. Actualmente ocupa el puesto de Director de Instrumentación y Cómputo. Ha desarrollado diversos proyectos para establecer sistemas de monitoreo de fenómenos volcánico y sísmico (volcán Popocatepetl) y el establecimiento de la Red Sísmica Mexicana.

*** Ingeniera Geofísica por la Facultad de Ingeniería, UNAM. Candidata a Maestra en Ciencias de la Tierra, Instituto de Geofísica, UNAM. Actualmente es Jefa del Departamento de Monitoreo de Fenómenos Naturales, CENAPRED.

México adoptó “El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030” y entre las metas mundiales más sobresalientes destaca “Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre amenazas múltiples y de la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos”, para 2030.

Por lo anterior, la presente administración, a través del Centro Nacional de Prevención de Desastres de la Secretaría de Gobernación y por instrucciones del Presidente de la República, coordina las acciones para crear y operar el Sistema Nacional de Alertas, mismo que conjunta los esfuerzos de diversas Instituciones de la Administración Pública Federal, Universidades, Centros de investigación y Asociaciones Civiles, con el objetivo de contar con información en tiempo real para aumentar la seguridad de los mexicanos en situaciones de inminente peligro.

El presente trabajo, expone y describe la importancia de los Sistemas de Alerta Temprana, así como los temas transversales destinados esencialmente a las políticas públicas de equidad de género y el reconocimiento de la necesidad de extender este elemento de gestión del riesgo a las comunidades más vulnerables.

Adicionalmente, se hace mención de los Sistemas de Alerta Temprana y aviso que operan en nuestro país ante la ocurrencia de algún fenómeno perturbador de origen natural, así como los retos y oportunidades que éstos deberán contemplar para contribuir a formar comunidades mejor preparadas y resilientes.

Desarrollo

Lo primero que debemos plantearnos en cuanto al tema de los alertamientos es por qué son necesarios y para esto es importante partir de, al menos, algunas definiciones básicas relacionadas con la prevención de desastres, mismas que se encuentran plasmadas en la Ley General de Protección Civil (2012) y su Reglamento.

Se entiende por Desastre al resultado de la ocurrencia de uno o más agentes perturbadores severos y/o extremos, concatenados o no, de origen natural o de la actividad humana, que cuando acontecen en un tiempo y en una zona determinada, causan daños y que por su magnitud exceden la capacidad de respuesta de la comunidad afectada.

Por otra parte, los Sistemas de Alerta Temprana (SAT) son una de las principales estrategias para la reducción del riesgo de desastres; se definen como el conjunto de elementos para la provisión de información oportuna y eficaz, que permiten a individuos expuestos a una amenaza

tomar acciones para evitar o reducir su riesgo, así como prepararse para una respuesta efectiva.

Cabe mencionar, en un contexto generalizado, que la ocurrencia de un desastre implica la conjunción de dos factores: 1) un fenómeno externo, natural o antrópico, que alcanza proporciones extraordinarias, y 2) ciertos asentamientos humanos y sistemas físicos expuestos a la acción de dicho fenómeno. Por ejemplo, un gran terremoto no constituye un desastre por sí mismo si se produce en una zona deshabitada, ya que los movimientos del terreno que genera no afectarán asentamientos humanos y no producirán un desastre.¹

Otra definición que debemos tener presente, desde la perspectiva de la Administración Pública, son los denominados sistemas afectables, mismos que conforman los conjuntos sociales y físicos que están expuestos al fenómeno natural perturbador y que pueden quedar dañados por éste, en un grado tal que constituyan un desastre.

Desde el punto de vista del diagnóstico de riesgo, los agentes perturbadores representan una amenaza, de la cual hay que determinar el potencial o peligro de que lleguen a generar desastres cuando incidan sobre ciertos sistemas afectables. Con relación a estos últimos, el potencial de desastre depende del tamaño del sistema expuesto al desastre (en términos de la cantidad de población o costo de la infraestructura o cualquier otro índice de valor de las posibles pérdidas); a esta cantidad se le llama grado de exposición. El potencial de desastre también depende de la vulnerabilidad de los sistemas expuestos, o sea de su predisposición a ser afectados por el agente perturbador.

Un ejemplo para clarificar estos conceptos es el siguiente: una ciudad cuyas edificaciones respetan un reglamento de construcción con requisitos severos para proporcionar seguridad ante efectos sísmicos, es mucho menos vulnerable ante la ocurrencia de un terremoto, que otra en que las construcciones no están preparadas para resistir dicho fenómeno. En otro aspecto, un asentamiento humano que cuenta con una organización y preparación para responder de manera adecuada ante la inminencia de una erupción volcánica o de la llegada de un huracán, por ejemplo, mediante sistemas de alerta y planes operativos de evacuación, presenta mucha menor vulnerabilidad que otro que no esté evacuado de esa forma.

Por lo antes expuesto podemos precisar que ante la identificación de peligros, grados de exposición y vulnerabilidades es necesario que los Sistemas de Alerta Temprana surjan como una herramienta para mitigar los daños en la población, sus bienes e infraestructura.

¹ CENAPRED (2001). Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México.

Definición e importancia de los Sistemas de Alerta Temprana

Un Sistema de Alerta Temprana es un conjunto de elementos que, interactuando entre sí, proveen de información necesaria y oportuna a las autoridades y a la población amenazada por peligros, que les permitirá actuar con tiempo suficiente y de una manera apropiada, para reducir la posibilidad de pérdida de la vida, daño personal, a sus propiedades y al medio ambiente.

Se han realizado esfuerzos internacionales para discutir el tema de los Sistemas de Alerta Temprana y su impacto en beneficio de las poblaciones expuestas a los diversos y en ocasiones concatenados fenómenos que pueden causarles daño.

En el año 2003, se crea la Plataforma para la promoción del Alertamiento Temprano como una recomendación de la Segunda Conferencia Internacional sobre Sistemas de Alerta (EWC II).

Las metas e indicadores nacionales también contribuirán a lograr el resultado y el objetivo del presente Marco. Las siete metas mundiales son las siguientes: Incrementar considerablemente la disponibilidad de los sistemas de alerta temprana sobre peligros, la información y las evaluaciones sobre el riesgo de desastres transmitidas a las personas, y el acceso a ellos para el 2030.

Los sistemas de alerta centrados en la gente tienen como objetivo facultar a las personas y a las comunidades que se encuentren en peligro para que actúen con tiempo suficiente y de manera adecuada para evitar la pérdida de la vida, reducir daños personales, a las propiedades y al medio ambiente.

Para cumplir este objetivo y contar con un sistema efectivo, es necesario considerar, además de las bases científicas y técnicas, un enfoque basado en la gente expuesta a los riesgos, incorporando todos aquellos factores inherentes al fenómeno natural como el de las vulnerabilidades, en el corto y largo plazos.

Importancia de los Sistemas de Alerta Temprana

Una parte importante y necesaria en las acciones de prevención de desastres y la gestión de riesgos, es el monitoreo de los fenómenos naturales y los sistemas de alertamiento. Las redes de monitoreo permiten obtener información necesaria para comprender y mejorar el conocimiento científico de peligros y riesgos, punto de partida para la implementación de políticas públicas efectivas de prevención y mitigación.

Por otro lado, los diferentes instrumentos y tecnologías empleadas en el monitoreo y vigilancia de los fenómenos permiten detectar, dar seguimiento y pronosticar los peligros naturales que pueden impactar a la población. Por lo tanto, los sistemas de monitoreo contribuyen también a la toma efectiva de decisiones ante situaciones de riesgo y permiten un alertamiento oportuno para salvaguardar la vida de la población. Se ha aceptado internacionalmente y se ha demostrado que los sistemas de alerta temprana constituyen un componente vital de la reducción del riesgo de desastres.

Durante la Conferencia Mundial sobre la Reducción de Desastres (CMRD), celebrada en Kobe, Hyogo, Japón, el entonces Secretario General de la ONU Kofi Annan dijo: “No podemos evitar las calamidades naturales, pero sí debemos equipar a las personas y comunidades para que puedan resistirlas” (ONU, 2005).

Componentes de los Sistemas de Alerta Temprana

En la conformación de un nuevo paradigma dentro de la Gestión Integral del Riesgo, surge la necesidad de crear una sociedad resiliente y capaz de enfrentar los peligros naturales o antrópicos a los cuales estará expuesta. Los Sistemas de Alerta Temprana se van adaptando a nuevos conocimientos, al desarrollo de tecnologías de vanguardia, al alcance de los medios de comunicación y a la administración de las políticas públicas con enfoque preventivo. La planeación de un Sistema de Alerta Temprana requiere de responder interrogantes previas a su implementación:

- ¿Cuál es la utilidad práctica de la información obtenida con las redes de monitoreo de un sistema de alerta temprana?
- ¿Qué elementos comprenden un sistema de alerta completo y eficaz?
- ¿Cuáles son los asuntos transversales aplicables a los sistemas de alerta temprana en su conjunto?
- ¿Cuáles son los actores clave en el desarrollo y la ejecución de un sistema de alerta temprana eficaz?

Un sistema de alerta temprana completo y efectivo se compone de cuatro elementos interrelacionados abarcando desde el conocimiento de los riesgos que se enfrentan y el sistema de medición, hasta la preparación y la capacidad de respuesta, reforzados por mecanismos de comunicación efectivos². La falla de una de las partes puede conducir a la falla de todo el sistema (Figura 1). Los elementos son:

1. Conocimiento y mapeo de peligros;
2. Monitoreo y pronóstico de eventos inminentes;

² Reglamento de la Ley General de Protección Civil, 2014.

3. Proceso y difusión de alertas comprensibles a las autoridades y población, y
4. Adopción de medidas apropiadas y oportunas en respuesta a tales alertas.

Figura 1.
Infografía sobre Sistemas de Alerta Temprana (CENAPRED)



Conocimiento y mapeo de peligros

Con el propósito de reducir sus vulnerabilidades frente a las amenazas naturales, las comunidades deben conocer el riesgo que están enfrentando y tomar medidas con base en tal conocimiento. Esta comprensión del riesgo precisa de inversión en las capacidades científicas, técnicas e institucionales para observar, registrar, investigar, analizar, predecir, modelar y elaborar mapas de las amenazas naturales. También es necesario desarrollar y disseminar herramientas. En ese sentido, la información estadística en torno a los desastres, los mapas de riesgos y los indicadores de vulnerabilidad y de riesgo son esenciales.³

Las comunidades necesitan utilizar este conocimiento del fenómeno y los riesgos a los que se enfrentan para desarrollar efectivos sistemas de alerta temprana, adaptados adecuadamente a las circunstancias singulares de la gente que enfrenta los riesgos. Si los sistemas de alerta temprana son efectivos, se brinda información a la población vulnerable

³ Organización de Naciones Unidas (2005). *Informe de la Conferencia Mundial Sobre la Reducción de los Desastres Naturales 2005-2015: Hyogo, Japón*.

sobre una amenaza y se ponen en marcha los planes necesarios para tomar medidas precisas para reducir el riesgo.

Existen muchas formas de estimar el Riesgo, para elaborar la planeación de la implementación de un Sistema de Alerta Temprana, se desagregan las variables que intervienen en la ecuación elemental del Riesgo considerando al peligro (P), como la probabilidad de ocurrencia de un agente perturbador potencialmente dañino de cierta intensidad, durante un cierto periodo y en un sitio determinado. Se define como grado de exposición (E), a la cantidad de personas, bienes y sistemas que se encuentran en el sitio. Se llama vulnerabilidad (V), susceptibilidad o propensión de un agente afectable a sufrir daños o pérdidas ante la presencia de un agente perturbador, determinado por factores físicos, sociales, económicos y ambientales. Finalmente, el riesgo (R) es el resultado de los tres factores, que se obtiene como:⁴

Riesgo = Peligro × Exposición × Vulnerabilidad;

$$R = P \times E \times V$$

El diseño de ruta de los alertamientos oportunos depende de la generación precisa de los escenarios de riesgo, indicando el impacto probable de los peligros en grupos vulnerables y más allá: su repercusión. Es necesario reconocer que los riesgos surgen de la combinación de los peligros y de la vulnerabilidad de los elementos expuestos (población, infraestructura, medio ambiente) en determinado lugar o región. Las evaluaciones del riesgo requieren la recolección sistemática y el análisis de datos y deberían tomar en cuenta la dinámica y la variabilidad de peligros y vulnerabilidades que surgen de procesos como la transición de la urbanización por medio del cambio en el uso de tierras rurales, la degradación ambiental y el cambio climático. El conocer los riesgos ayuda a motivar y sensibilizar a la gente, a priorizar las necesidades de sistemas de alerta temprana y a orientar los preparativos de respuesta y las actividades de prevención de desastres.

Por otra parte, la vulnerabilidad frente a los peligros naturales se incrementa de muchas formas, por ejemplo:

- Al ubicar a las comunidades en zonas propensas a estos peligros, tales como las planicies aluviales;
- Al destruir los bosques y los humedales, con lo cual se daña la capacidad del medio ambiente de hacerle frente a las amenazas;
- No respetar el uso del suelo, y
- Al no contar con mecanismos de seguridad social y financiera.

⁴ CENAPRED (2001). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*.

Cabe decir que las poblaciones pueden desarrollar su resiliencia ante los desastres al invertir en medidas simples y muy bien conocidas para reducir el riesgo y la vulnerabilidad. Los desastres pueden reducirse al aplicar normas relevantes de construcción para proteger infraestructuras vitales, tales como escuelas, hospitales y hogares. Los edificios vulnerables se pueden reforzar para lograr un nivel adecuado de seguridad. La protección de valiosos ecosistemas, tales como arrecifes de coral y manglares, permite que los mismos actúen como barreras naturales a las tormentas. Las iniciativas efectivas en materia de seguros y microfinanzas pueden contribuir a transferir el riesgo y ofrecer recursos adicionales.⁵

Un aspecto fundamental que se debe tomar en cuenta, gracias al conocimiento previo que se tenga sobre los peligros y los riesgos en el diseño de los sistemas de alertamiento, es el determinar de manera precisa el tiempo con que se cuenta para tomar las acciones correspondientes de protección, llamado también “tiempo de oportunidad”. En este mismo sentido es deseable prever no sólo los fenómenos y sus correspondientes alertamientos en el corto plazo, sino también aquellos factores que en un futuro pueden representar riesgo y que permitan con anticipación una preparación adecuada.

Monitoreo y pronóstico de eventos inminentes

Los servicios de medición y monitoreo para el alertamiento constituyen el núcleo del sistema y deben contar con una base científica para predecir o pronosticar la ocurrencia o el impacto de una amenaza.

Hoy en día, es necesario contar con un monitoreo las 24 horas durante todos los días del año, de diversos parámetros relacionados con el fenómeno a vigilar y la detección de precursores que permitan generar alertamientos precisos y oportunos.

Sin lugar a duda se han logrado avances en la precisión y confiabilidad de los instrumentos de monitoreo y la integración de redes de observación. Asimismo, los avances tecnológicos e informáticos han contribuido con la ciencia a conocer y entender mejor los fenómenos naturales. Sin embargo, en necesario reconocer que sigue siendo, en muchos casos, un proceso difícil de modelar por las ciencias físicas, debido a sus características aleatorias y a sus niveles de incertidumbre e imprecisión asociados.

Predecir un evento es determinar con certidumbre cuándo, dónde y de qué magnitud será dicho evento, sin embargo, con el estado actual del conocimiento, no es posible anticipar en todos los casos, cuáles son los fenómenos que pueden generar desastres. La investigación científica y

⁵ Organización de Naciones Unidas (2005). *Informe de la Conferencia Mundial Sobre la Reducción de los Desastres Naturales 2005-2015: Hyogo, Japón*.

la instrumentación mediante redes de vigilancia y monitoreo permiten, en algunos casos predecirlos o detectarlos. La posibilidad de declarar estados de alerta y/o de alarma para la protección o evacuación de la población depende de la certeza o del tiempo que tardan sus efectos en ser sentidos en un sitio.

Además, dependiendo del nivel de certeza que se tiene de la ocurrencia del evento se pueden definir diferentes estados de alerta. Usualmente, cuando el fenómeno lo permite, se utilizan diferentes estados que, de acuerdo con la gravedad de la situación, significan para las instituciones el alistamiento, la movilización y la respuesta. En ocasiones dichos estados son identificados mediante colores o nombres que no sólo se utilizan para informar de una manera práctica a la población acerca de la inminencia de un evento sino también, para demarcar las áreas de influencia del mismo.

Es importante que la población comprenda como se realiza un cambio en el nivel de una alerta. Un cambio de alerta normalmente es sugerido o recomendado por una entidad de carácter técnico que lleva a cabo la vigilancia y monitoreo del fenómeno; sin embargo, es usual que el cambio sea decidido por las autoridades políticas de la región o la ciudad, excepto en el caso de que, por la ocurrencia repentina de un evento peligroso, sea necesario activar alarmas que indican dicha situación sin previa concertación o consulta.

Proceso y difusión de alertas comprensibles a las autoridades y población

La funcionalidad de un Sistema de Alerta Temprana no termina una vez que se ha comprendido el riesgo y se haya detectado la ocurrencia, o posible ocurrencia de algún fenómeno que pueda causar daños considerables, sino que se debe asegurar que los alertamientos lleguen a las personas en peligro y que contengan información clara y útil que permita a la población actuar de manera apropiada. La diseminación de los alertamientos debe estar basada en protocolos establecidos y soportada por una adecuada infraestructura de comunicación. Es necesario identificar previamente los canales de comunicación e instrumentos a nivel regional, nacional y comunal y designar un vocero con autoridad y reconocido por todos. Resulta necesario emplear canales de comunicación múltiples para asegurar que toda persona sea informada en caso de fallo de algún canal, así como para reforzar el mensaje de alerta.

La comunicación de un alertamiento implica la transmisión del mensaje desde una fuente técnica y científica hacia los tomadores de decisiones y posteriormente a la población y a múltiples receptores, que incluyen a los servicios de emergencia, y de seguridad, etc. En ocasiones el tiempo de

oportunidad para el alertamiento no es suficiente, por lo que será necesario buscar esquemas automáticos de diseminación de los mensajes de alerta.

Los desastres pueden reducirse considerablemente si la gente se mantiene informada sobre las medidas que pueden tomar para reducir su vulnerabilidad y si se sienten motivados para actuar. Las principales actividades dirigidas a desarrollar una mayor concientización sobre la prevención de desastres incluyen las siguientes:⁶

- Brindar información relevante sobre el riesgo de desastres y medios de protección, en particular para aquellos ciudadanos que habitan en zonas de alto riesgo;
- Fortalecer las redes y promover el diálogo y la cooperación entre los expertos en desastres, los especialistas técnicos y científicos, los encargados de la planificación y otros actores;
- Incluir el tema de la reducción del riesgo de desastres en la educación formal y no formal, al igual que en actividades de capacitación;
- Desarrollar o fortalecer los programas de base para la gestión del riesgo de desastres, y
- Trabajar conjuntamente con los medios de comunicación en actividades dirigidas a la concientización sobre la reducción del riesgo de desastres.

Adopción de medidas apropiadas y oportunas

El Sistema de Alerta Temprana no debe quedarse únicamente en emitir los mensajes de alerta, sino que la población debe saber qué hacer y cómo actuar. Por lo tanto, es primordial que las comunidades comprendan sus riesgos; conozcan y respeten los niveles de alertamiento, así como saber anticipadamente las acciones que deberán realizar y cómo deben reaccionar. Esto requiere programas sistemáticos de educación y de preparación frente a los desastres, operados por autoridades en el manejo de desastres (Figura 2).

Los alertamientos deberán desencadenar, dependiendo del nivel de alertamiento, una serie de acciones y procedimientos por parte de diversas instituciones responsables de coordinar la preparación para la emergencia. Es importante que los planes de manejo de emergencias y desastres sean revisados y actualizados periódicamente, dadas las características cambiantes del riesgo. También resulta necesaria la realización de simulacros que permitan poner en práctica el plan y detectar aquellos aspectos que deberán ser mejorados. Se deberá asegurar que la comunidad esté bien informada sobre las opciones de comportamiento, identificación de las rutas de evacuación, puestos de socorro, albergues, zonas de peligro, procedimientos organizativos de la comunidad.

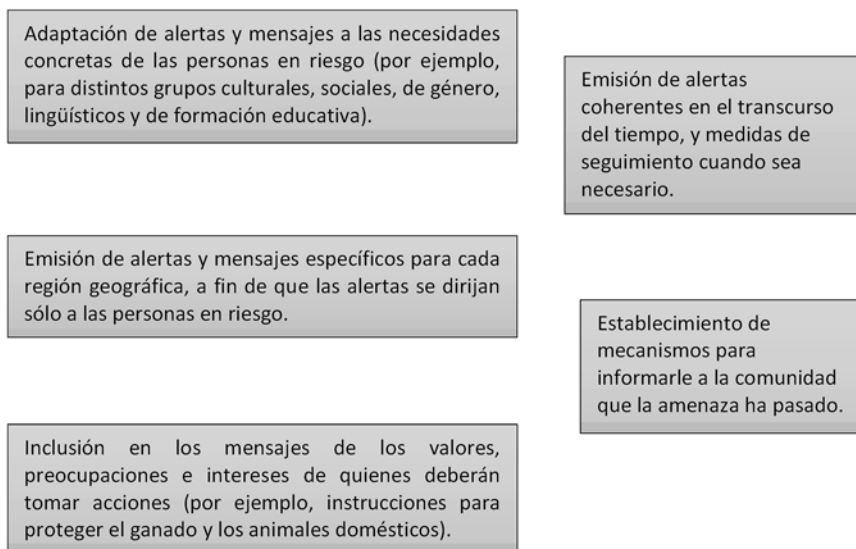
⁶ *Ibíd.*

Adicionalmente, es necesario que preventivamente se brinde información sobre esquemas de aseguramiento de bienes a la población, así como de las maneras de evitar daños y pérdidas de propiedades.

El hecho de estar preparados, lo que incluye la conducción de evaluaciones del riesgo, antes de invertir en el desarrollo a todo nivel de la sociedad, le permitirá a la gente ser más resistente a los peligros naturales. La preparación implica diferentes tipos de actividades, entre las que se encuentran los ejercicios frecuentes de preparación en desastres, incluyendo los simulacros de evacuación, también son esenciales para garantizar una rápida y eficaz respuesta ante los desastres.

La organización y los planes efectivos de preparación también ayudan a hacer frente a muchos de los desastres de pequeña y mediana magnitud, los cuales se producen reiteradamente en muchas comunidades. Las amenazas naturales no pueden prevenirse, pero sí es posible disminuir su impacto al reducir la vulnerabilidad de la gente y de sus fuentes de sustento.⁷

Figura 2. **Consideraciones sobre los Sistemas de Alerta Temprana**



Asuntos Transversales

Es importante tomar en cuenta que, adicionalmente, existe una serie de asuntos transversales y globales que son aplicables a los sistemas de alerta temprana en su conjunto, además de las necesidades de los

⁷ *Ibíd.*

elementos individuales de la alerta temprana. Estos asuntos tienen que ser tomados en cuenta para el diseño y el mantenimiento de sistemas de alerta temprana con el fin de garantizar la eficacia y la sostenibilidad general.

Enfoque de género

Para comenzar a hablar sobre la igualdad de género en la planeación e implementación de los Sistemas de Alerta Temprana el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) reconoce la estrecha relación que existe entre la igualdad de género y la capacidad de recuperación frente a los desastres, así como la importancia de esta relación para el logro de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Resulta por ello imprescindible incluir el asunto de igualdad en las voces de mujeres y hombres, sus necesidades y su experiencia, en la reducción del riesgo de desastres y en la programación y en las políticas y recuperación.⁸

En este sentido, partimos del hecho por el cual las vulnerabilidades de mujeres, niñas, niños y hombres varían según sus edades y los estratos económico-sociales de los que provengan, y todo esto va dando forma a la manera en que enfrentan y viven los desastres y a su capacidad de recuperación. En los países en los que se tolera la discriminación de género, las mujeres y las niñas ocupan un lugar de especial vulnerabilidad ante los peligros naturales. Esto se ve reflejado no sólo en el porcentaje de mujeres y niñas que mueren —mucho más alto en estos países que en otros—, sino también en la incidencia de la violencia de género (en la que se incluyen la violación, la trata de personas y la violencia doméstica), que aumenta de forma exponencial durante y después de los desastres.

En la mayoría de los casos, los desastres acarrearán para mujeres y niñas una carga adicional, puesto que tradicionalmente recae sobre ellas la responsabilidad del trabajo no remunerado (suministro de cuidados, agua y alimentos para los hogares, entre otros). Si las mujeres y los niños se quedan fuera de la planificación para casos de desastre o de las medidas de reducción de riesgos, se estarán desaprovechando el talento, las habilidades y los conocimientos de este sector de la población y será menos probable que se satisfagan las necesidades de los más afectados, aspectos que son necesarios identificar dentro de la planeación e implementación de cualquier SAT centrado en la gente.

Administración eficaz

Otro asunto transversal a tener presente es una gobernabilidad y arreglos institucionales bien establecidos para respaldar el correcto desempeño y mantenimiento operativo de los SAT's. Una adecuada gobernanza

⁸ www.undp.org, octubre, 2010.

propicia una eficaz implantación sobre la cual son construidos, reforzados y mantenidos los cuatro elementos de alerta temprana previamente esbozados.⁹

Considerando que la buena gobernabilidad se encuentra fortalecida en marcos legales sólidos y es apoyada por un continuo compromiso político sostenible y por arreglos institucionales integrados. Es esencial un enfoque sistemático que relacione la toma local de decisiones con la participación de una mayor capacidad de recursos y de administración a nivel nacional o regional con el fin de mantener siempre operando los Sistemas de Alerta Temprana.

Para salvar vidas e infraestructura expuesta ante cualquier peligro natural, es necesario un sólido compromiso en los ámbitos de gobierno en sus distintos niveles. De la misma forma en que actualmente se requiere de evaluaciones de impacto ambiental y social, los peligros naturales deben tomarse en cuenta en la toma de decisiones de los sectores público y privado. Por lo tanto, debemos desarrollar políticas públicas, leyes y marcos organizativos, al igual que planes, programas y proyectos con el propósito de integrar la reducción y la gestión del riesgo de desastres. Un aspecto que suele omitirse comúnmente es la suficiencia presupuestal con objeto de mantener en operación y latencia los SAT's, por esta razón se insta a las entidades o instituciones el hecho de asegurar los recursos suficientes para brindar apoyo a estos esfuerzos y mantenerlos. Esto incluye lo siguiente:¹⁰

- Crear plataformas nacionales multisectoriales y efectivas para orientar los procesos de formulación de políticas y para coordinar las diversas actividades;
- Integrar la reducción del riesgo de desastres a las políticas y la planificación del desarrollo, tales como las Estrategias para la Reducción de la Pobreza, y
- Garantizar la participación comunitaria, con el fin de que se satisfagan las necesidades locales.

Un Enfoque Multirriesgos

El segundo asunto transversal que debemos tener en cuenta es que donde sea posible, los sistemas de alerta temprana deberían buscar enlaces entre los diferentes sistemas basados en riesgos. Las economías de escala, la sostenibilidad y la eficacia pueden ser mejoradas si los sistemas y operaciones son establecidos dentro de un marco de acción multirriesgo

⁹ ISDR, *Platform for the Promotion of Early Warning*. (s.f.). Sección: *Main participants in early warning systems*. Consultado el 16 de abril del 2014 de <http://www.unisdr.org/2006/ppew/>

¹⁰ Organización de Naciones Unidas (2005). *Informe de la Conferencia Mundial Sobre la Reducción de los Desastres Naturales 2005-2015: Hyogo, Japón*.

y de fines múltiples que considere todos los peligros y las necesidades del usuario final.

Al cubrir varios peligros, los sistemas de alerta temprana multirriesgo serán activados más a menudo que un sistema de alerta de un solo riesgo, y por lo tanto deberían aportar una mejor funcionalidad y mayor fiabilidad ante peligrosos acontecimientos de alta intensidad como los *tsunamis*, que rara vez ocurren. También pueden ayudar al público a entender la gama de riesgos que afrontan y pueden reforzar las acciones deseadas de preparación en caso de desastres y los comportamientos de respuesta ante una alerta. Es por ello, que una herramienta indispensable para formular la implantación de un SAT son los Atlas local, estatal o nacional de riesgos.

Participación de las Comunidades Locales

El tercer asunto transversal brevemente expuesto es que los sistemas de alerta temprana enfocados en el factor humano se basan en la participación directa de aquellos con el mayor riesgo de exposición a peligros. Sin la participación de las comunidades y personas en peligro, las intervenciones gubernamentales e institucionales pueden ser inadecuadas cuando los eventos ocurren. Puede ser que el público no entienda o aprecie un sistema oficial, y existe el riesgo de que los sistemas se dirijan principalmente a las ciudades y las áreas más densamente pobladas.

Un enfoque local dirigido a la alerta temprana y la participación de comunidades locales permiten una respuesta multidimensional a los problemas y las necesidades. De este modo, las comunidades locales, los grupos cívicos y las estructuras tradicionales pueden implicarse y contribuir a la reducción de la vulnerabilidad y al fortalecimiento de capacidades locales.

Teniendo en cuenta que en el desarrollo de sistemas de alerta temprana es esencial reconocer que los diferentes grupos tienen diferentes vulnerabilidades según sus características culturales, de género u otras que influyen en su capacidad para prepararse eficazmente, prevenir, mitigar o responder a desastres naturales. Mujeres y hombres a menudo juegan distintos papeles en la sociedad, con diferentes preocupaciones e informaciones en situaciones de desastre. Además, los ancianos, personas con discapacidad y las personas de menores recursos son a menudo altamente vulnerables, tal como lo hemos venido exponiendo.

Sistemas de Monitoreo y Sistemas de Alerta Temprana en México

A lo largo de los años, con la experiencia obtenida en el desastre ocasionado por el sismo de 1985, en México se consolidó institucionalmente el Sistema

Nacional de Protección Civil (SINAPROC). En las últimas tres décadas el SINAPROC ha enfrentado nuevos retos dadas las condiciones actuales de la sociedad mexicana. Un factor importante ha sido el crecimiento poblacional y por ende de infraestructura. Así mismo, se ha observado y aprendido que muchos más fenómenos que los sismos y ciclones pueden causar estragos en la sociedad. Un ejemplo de ello lo tenemos con la actividad volcánica. Nuestro país se encuentra situado geográficamente en una zona en la cual existe un número importante de volcanes. El CENAPRED identifica al Popocatepetl y al Volcán de Colima como muy activos y necesario tenerlos en monitoreo permanente para salvaguardar a la población y sus bienes. Por tal motivo, y en el contexto de la aplicación de un caso de éxito se ejemplificara todo lo antes expuesto tomando como referencia el Semáforo de Alerta Volcánica del Popocatepetl.

Desde 1994 el Volcán Popocatepetl entró en una nueva fase eruptiva, el Centro Nacional de Prevención de Desastres con el apoyo de especialistas de la UNAM comenzó acciones de monitoreo y evaluación permanente de la actividad del volcán.

Conocimiento del Riesgo Volcánico

México se encuentra situado en una región con importante actividad volcánica. De los 3,000 volcanes que aproximadamente tiene el país, 14 son considerados activos. El país ha vivido actividades recientes de volcanes que han presentado fases eruptivas importantes, algunas con consecuencias desastrosas, ejemplo de ello son el Parícutín, en Michoacán, que hizo erupción en 1943, el Chichónal, en Chiapas, en 1982; el Tacaná, en Chiapas, en 1986 y el volcán de Colima, el cual ha tenido episodios de gran actividad en los últimos años. La prueba más reciente se vivió a finales de 1994 cuando el volcán Popocatepetl, pasó de una fase moderada de actividad a una de gran actividad sísmica y fumarólica con abundante emisión de gases, cenizas, extrusión de lava e incluso producción de flujos piroclásticos durante los eventos eruptivos de mayo y junio de 1997.

El Popocatepetl, es un estratovolcán andesítico-dacítico, localizado a 60 km al sureste de la Ciudad de México y a 45 km al oeste de la Ciudad de Puebla. Tiene una altura de 5,452 msnm y un cráter de 900 m de diámetro y aproximadamente 200 m de profundidad. Su edificio cubre un área de 500 km² abarcando los estados de Puebla, México y Morelos.

Monitoreo e Instrumentación del fenómeno

Cuatro tipos de monitoreo se han establecido en el volcán: visual, sísmico, geodésico y geoquímico, de los cuales el más importante es el sísmico. La red de monitoreo del Popocatepetl está compuesta por 8

estaciones localizadas en las laderas circundantes del volcán en sitios con altitudes de hasta 4,300 m y a 1.5 km del cráter. La instrumentación consta de 4 sismógrafos triaxiales de periodo corto, 5 de banda ancha, 2 inclinómetros biaxiales para medir deformación, una cámara de video con enlace de microondas y diversos equipos para mediciones geodésicas, análisis químicos y determinación de las concentraciones de gases SO₂ y CO₂. Más de 50 señales de telemetría son transmitidas en forma continua hacia un puesto central de registro y procesamiento localizado en el CENAPRED. Allí y mediante una extensa red de computadoras, la actividad es monitoreada y procesada las 24 horas del día. Al detectarse cualquier incremento anormal de la actividad sísmica del volcán, se activa un sistema de alarma acústica y a través de un sistema de marcado automático se envían mensajes a teléfonos particulares celulares del personal de guardia.

Método de difusión y diseminación de información

Una forma sencilla y clara de comunicar el estado de actividad del volcán y sus peligros, motivó a diseñar un código de alertamiento al que se le ha denominado Semáforo de Alerta Volcánica. Este mecanismo presenta dos componentes. El primero está dirigido a las autoridades y se refiere a los fenómenos o escenarios posibles correspondientes a los diferentes niveles esperados de actividad del volcán y al correspondiente nivel de atención que deben mantener las autoridades de protección civil. El segundo componente se refiere al nivel de alerta o atención de la población.

Así como los semáforos ubicados en las calles, éste emplea tres colores (verde, amarillo y rojo). El color verde corresponde a niveles normales de actividad del volcán y tiene dos fases. El color amarillo representa una condición de alerta y se compone de tres fases. Tanto el color verde como el amarillo corresponden a las etapas de prevención, es decir, llevar a cabo acciones necesarias para estar preparado en caso de presentarse una actividad mayor del volcán. El semáforo en color rojo tiene dos fases y representa una condición de alarma. Una reciente modificación al semáforo fue el hecho de que, para mejorar la precisión en las decisiones de Protección Civil, los colores y las fases del semáforo debían de marcarse sobre regiones bien definidas de acuerdo con el mapa de peligros volcánicos. Es decir, diferentes regiones del área de riesgo pueden estar en diferentes colores y fases con base a los escenarios de riesgo definidos.

Planes y respuesta antes, durante y después

En caso de detectar un incremento importante en la actividad del volcán, el CENAPRED convoca a una reunión del Comité Científico Asesor y se informa a las autoridades de Protección Civil a través de la Coordinación Nacional de Protección Civil, así como a los responsables de los planes

operativos. En caso de actividad mayor, como la registrada en diciembre del 2000, se instala por parte de la Secretaría de Gobernación una mesa de mando o comité de emergencia en los que participan altos funcionarios de los gobiernos federales y estatales para la toma de decisiones basadas en las recomendaciones de los especialistas.

Retos a mediano plazo en los Sistemas de Alerta Temprana en México

Los sistemas de alerta son tan importantes que en México se está haciendo un esfuerzo por conjuntar todos los sistemas de alerta existentes en una sola plataforma y crear otros más para abarcar todos los tipos de fenómenos naturales, que por el momento no se están monitoreando o se están comenzando a monitorear. En mayo del 2014 el Presidente de la República Mexicana, Enrique Peña Nieto, propuso la creación y operación del Sistema Nacional de Alertas, que nos permita contar con información, en tiempo real, para aumentar la seguridad de los mexicanos en situaciones de inminente peligro.

Figura 3.
Servicios y Sistemas de Alerta operantes en México



Bibliografía

- Basher, R. (2006). *Global early warning systems for natural hazards: systematic and people-centred*. UN-ISDR Platform for the Promotion of Early Warning (PPEW), The Royal Society.
- CENAPRED (2001). *Diagnóstico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México*.
- (2011). *Seminario sobre Sistemas de Alerta Temprana para Sismos y Tsunamis en México con Enfoque de Género*. México, D. F.
- Diario Oficial de la Federación* (2012). “Ley General de Protección Civil”. México, D. F.
- German Foreign Office (2006, marzo). “Desarrollando Sistemas de Alerta Temprana: Lista de comprobación”. *Tercer Conferencia Internacional sobre Alerta Temprana*. EWC III. Alemania.
- Guevara, O.E.; Quaas, W. R.; Castelán, P.G; Ortiz, G.J.; Vázquez, L.J.; Morquecho Z.C., et al. (2003). *Instrumentación y Monitoreo del volcán Popocatepetl*. México, D. F., Centro Nacional de Prevención de Desastres.
- ISDR, Platform for the Promotion of Early Warning (s.f.). Sección: Main participants in early warning systems. Consultado el 16 de abril del 2014 en: <http://www.unisdr.org/2006/ppew/>
- Organización de Naciones Unidas (2005). *Informe de la Conferencia Mundial Sobre la Reducción de los Desastres Naturales 2005-2015*, Hyogo, Japón.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Plaza New York, N.Y., 10017. USA. Consultado el 7 de abril del 2014 en: <http://www.undp.org/content/dam/undp/library/crisis%20prevention/disaster/Reduccion-Genero.pdf>.
- United Nations Organization (2006). *Global Survey of Early Warning Systems*.