



ANDREW MASKREY  
Editor

# **NAVEGANDO ENTRE BRUMAS**

LA APLICACIÓN DE LOS **SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA** AL ANÁLISIS DE RIESGO EN AMÉRICA LATINA

**LA RED**

Red de Estudios Sociales en Prevención de  
Desastres en América Latina

**1998**

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO 2: LA APLICACIÓN DE LOS SIG AL ANÁLISIS DE RIESGOS .....</b>	<b>4</b>
ANDREW MASKREY.....	4
1. EL ANÁLISIS DE RIESGOS .....	4
2. LA APLICACIÓN DE LOS SIG AL ANÁLISIS DE RIESGOS .....	5

## **CAPÍTULO 2: LA APLICACIÓN DE LOS SIG AL ANÁLISIS DE RIESGOS**

**Andrew Maskrey**

### **1. EL ANÁLISIS DE RIESGOS**

El análisis de riesgos se refiere a la predicción de un determinado nivel de riesgo y la definición de sus atributos en coordenadas espaciales y temporales específicas. El análisis de riesgos viene recomendándose desde hace mucho tiempo como una herramienta para la gestión de riesgos. En 1980, el ex UNDRO ya había recomendado que los mapas de riesgo no deben limitarse a proporcionar información sobre las amenazas, sino también sobre las vidas y propiedades expuestas (UNDRO, 1980). Según el ex UNDRO, los mapas de riesgo son fundamentales para el diseño de programas de mitigación y para la aplicación de medidas de mitigación como la zonificación urbana y los reglamentos de construcción. La Declaración y Plan de Acción de Yokohama de 1994 (IDNDR, 1994) estableció como principio básico que el análisis de riesgos es clave para lograr el éxito en la reducción de desastres.

En la práctica, el análisis de riesgos como metodología ha reflejado los enfoques establecidos por la investigación y las prioridades de las agencias responsables de la gestión de los riesgos. Ya que existen diferentes enfoques sobre el riesgo, que van desde el concepto de que riesgo es sinónimo de amenaza, hasta conceptos holísticos de escenarios de riesgos, el análisis de riesgos puede entenderse de muchas maneras.

En muchos casos, el análisis de riesgos se limita a producir mapas de la distribución espacial y temporal de las amenazas y sus atributos. Bajo la denominación generalizada de mapas de riesgo se producen mapas de amenaza sísmica, amenaza de deslizamientos y de inundaciones, etc. El análisis de la distribución, frecuencia, topología y magnitud de amenazas, sin embargo, representa una evaluación de amenazas y no de riesgos propiamente dichos, ya que no se toma en cuenta la vulnerabilidad.

Hasta hoy, la mayor parte de la investigación sobre el riesgo (Rogge, 1992) sigue reflejando enfoques derivados de las ciencias aplicadas y, como tal, se basa en la definición de riesgo formulada por el ex UNDRO, como "el número de pérdidas de vida, personas heridas, daños a propiedades y interrupción de actividades económicas esperado debido a un fenómeno natural particular y consiguientemente el producto de riesgo específico y elementos en riesgo" (UNDRO, 1980). Como tal, cuando se intentan formulaciones más sofisticadas que vayan más allá de la simple evaluación de amenazas, el análisis de riesgos se convierte en una metodología para relacionar los estimados de pérdida con los diferentes elementos afectados y la naturaleza y seriedad de la amenaza (Arnold, 1984).

Los análisis de riesgo, elaborados bajo este enfoque, combinan una evaluación de amenazas con información sobre la vulnerabilidad física, tal como la presencia de asentamientos, actividades económicas e infraestructuras vulnerables en ubicaciones susceptibles a amenazas, permitiendo un estimado de las posibles pérdidas (Bender, 1993; OEA, 1993). En general, la información sobre vulnerabilidad social y económica se limita a señalar la ubicación de concentraciones de población o de importantes actividades productivas en zonas susceptibles a amenazas.

En la literatura reciente (Davis y Bickerman, 1993), se describen metodologías complejas y sofisticadas para el análisis de riesgos, que combinan: datos físicos y sociales contextuales, el mapeo de amenazas, el análisis de vulnerabilidades, estimados de pérdidas y el análisis de recursos. Mientras que hay poca evidencia de la aplicación en la práctica de metodologías tan amplias, es claro que aunque intenten incorporar mayor información sobre aspectos sociales y económicos siguen sustentados en la definición del riesgo como la probabilidad de pérdida. Por lo tanto, consideran al riesgo como una variable objetiva, neutral y absoluta que puede medirse y cuantificarse para su uso en la planificación. Es aún bastante raro encontrar análisis de riesgos informados por enfoques sociales u holísticos, y que analicen los aspectos sociales, económicos, culturales y políticos de la vulnerabilidad (Aysan, Davis, 1992; Internacional Hurricane Center, 1996).

## 2. LA APLICACIÓN DE LOS SIG AL ANÁLISIS DE RIESGOS

Antes de la disponibilidad amplia de tecnología informática en los años 80 (Guevara, 1995), los análisis de riesgos fueron realizados utilizando técnicas analógicas, como la superposición manual de mapas temáticos. Esa técnica había sido utilizada durante muchos años para producir mapas de las amenazas ambientales; por ejemplo, para identificar polígonos donde existan terrenos aptos para la construcción, en zonas que no sufran de inundaciones (McHarg, 1975). La misma técnica fue utilizada en 1982 para producir el Plan de Protección Sísmica de Lima Metropolitana (Maskrey y Romero, 1985), mediante la superposición de capas cartográficas sobre la vulnerabilidad física de las construcciones (altura de las construcciones, materiales de construcción, estado de conservación, etc.) con información sobre la vulnerabilidad social y económica.

Técnicas analógicas de este tipo, sin embargo, tienen fuertes limitaciones para el análisis de riesgos, debido al impedimento físico de no poder superponer más que un número pequeño de mapas. Como tal, resultan insuficientes para manejar grandes volúmenes de datos o para realizar operaciones espaciales más sofisticadas. Por otro lado, la información que se produce es fundamentalmente estática en carácter, dado el tiempo y recursos requeridos para redibujar manualmente los mapas.

Es poco sorprendente, entonces, la introducción de sistemas digitales de información, como los SIG, para el análisis de riesgos. Un SIG puede capturar datos geográficos en diferentes formatos; por ejemplo, mapas analógicos digitalizados, imágenes de satélite y datos alfanuméricos georreferenciados, y puede también almacenar grandes volúmenes de datos en un formato digital en diferentes estructuras de bases de datos. Los SIG

permiten la integración de números ilimitados de capas temáticas, utilizando diferentes algoritmos para llevar a cabo operaciones espaciales.

También permiten la representación gráfica de la información geográfica en muchos formatos diferentes, incluyendo pero no limitándose a mapas temáticos. En términos institucionales, los SIG permiten centralizar e integrar información normalmente dispersa en diferentes formatos, en diferentes organizaciones, para producir "nueva" información de acuerdo a las necesidades de diferentes aplicaciones y usuarios. En contraste a las técnicas analógicas, los SIG ofrecen sistemas dinámicos de información, en los cuales los datos pueden ser actualizados periódicamente o continuamente.

Según la OEA (Bender. 1993), el uso de los SIG para el análisis de riesgos ofrece una serie de ventajas: puede ser barato, si es que hay una selección adecuada de equipos; puede multiplicar la productividad, reducir costos y dar resultados de más alta calidad que técnicas manuales, irrespectivo de los costos involucrados; puede, asimismo, facilitar la toma de decisiones y mejorar la coordinación entre agencias. Adicionalmente, puede mejorar la amplitud y profundidad de los análisis de riesgos, orientar los procesos de desarrollo, y asistir a planificadores en la selección de medidas de mitigación y la implementación de acciones de preparativos y respuesta. El uso de un SIG puede ahorrar tiempo en la preparación de mapas y facilitar la evaluación de diferentes estrategias de desarrollo, referente a usos de tierra existentes y potenciales. Mediante la combinación de diferentes fuentes de información, un SIG puede descubrir información nueva y valiosa sobre los riesgos, que permita ayudar a los planificadores a evaluar el impacto de las amenazas en actividades de desarrollo existentes y propuestas.

De la literatura se desprende el uso de varias técnicas para el análisis de riesgos en un ambiente SIG. Una primera técnica consiste en construir índices probabilísticos de riesgo, mediante la combinación de diferentes capas temáticas representando diferentes variables. En cada capa se describen las características espaciales, temporales, atributos y topología de una variable asociada con el riesgo. Por ejemplo, se combinan capas representando variables como la precipitación pluvial, la topografía, la geología y la cobertura vegetal, para inducir una probabilidad de erosión. A cada variable se le asigna un peso o valoración particular; asimismo, se definen diferentes algoritmos para combinar las variables.

Esta técnica se presta para el estudio de los procesos sociales y naturales que configuran el riesgo, para determinar áreas con niveles relativos de riesgo, sobre todo a una baja resolución. Conforme se aumenta la resolución, se requiere incorporar más capas, y la combinación de ellas se vuelve más complicada. Mientras que esta técnica permite indicar los niveles probables de riesgo en determinadas zonas en forma relativa, no permite estimar posibles pérdidas, salvo que el análisis se realice a una resolución más alta y se combine con datos específicos sobre los elementos en riesgo.

Una segunda técnica consiste en combinar capas temáticas sobre los elementos en riesgo y combinarlos con otras capas sobre las amenazas. Esto permite estimar las pérdidas que podrían producirse en caso de manifestarse una amenaza de una magnitud determinada. En este caso, por ejemplo, pueden combinarse datos detallados sobre una red vial con datos sobre la amenaza de inundación, para determinar cuántos

puentes se destruirían en una inundación que ocurra cada 20 años. Este tipo de aplicación puede identificar la existencia de una hidroeléctrica (representado por un punto) en una llanura de inundación (representado por un polígono), o un asentamiento de 400 familias en una ladera susceptible a deslizamientos. Esta técnica se utiliza, frecuentemente, en aplicaciones a nivel local o urbano, y para estudiar la factibilidad y el cosco- benefició antes de la construcción de proyectos de infraestructura. Por ejemplo, las aplicaciones desarrolladas en Quito (Fernández, 1994) y Mendoza (Gray de Cerdán, 1994) ofrecen información detallada sobre aspectos específicos del riesgo, útiles tanto para la planificación urbana y de contingencias.

Estas dos técnicas arriba mencionadas pueden describirse como inductivas, ya que inducen el nivel de riesgo de combinaciones de datos específicos. También en los SIG para el análisis de riesgos se utilizan técnicas deductivas, construyendo patrones históricos de ocurrencia de desastres, para deducir un nivel probable de riesgo en una ubicación y período determinados. Las técnicas deductivas pueden utilizarse en aplicaciones a diferentes niveles de resolución. Las técnicas inductivas y deductivas pueden combinarse: por ejemplo, la integración de datos sobre fallas geológicas y placas tectónicas con datos sobre epicentros anteriores e intensidades para modelar la amenaza sísmica (OEA, 1993).

Según la literatura (Johnson, 1994), una de las primeras aplicaciones de SIG para la evaluación de riesgos fue desarrollada en los años 70 y principios de los 80, por la oficina de Menlo Park del United States Geological Survey, para un condado del norte de California. Otra aplicación pionera de SIG para el análisis de riesgos se llamó el Emergency Preparedness Planning and Operations System (EPPOS), que fue desarrollada para la ciudad de Los Ángeles a mediados de los 80 (Johnson, 1986).

En América Latina, el proyecto piloto de la OEA sobre evaluación de amenazas naturales y mitigación de desastres en América Latina y el Caribe ha sido pionero en la promoción del uso del SIG para el análisis de riesgos. Según la documentación del proyecto, tres aplicaciones pilotos fueron desarrolladas en 1985 en Santa Lucía, Honduras y Paraguay. Y hasta 1993, se habían implementado más de 200 aplicaciones en 20 países de la región, integrando datos sobre amenazas, recursos naturales, población e infraestructura (Bender, 1993).

A nivel nacional, existen aplicaciones para zonificar las amenazas y, mediante la incorporación de datos sobre la población, zonificar también actividades económicas o infraestructura expuesta y llevar a cabo evaluaciones preliminares del riesgo. Por ejemplo, una aplicación desarrollada en Ecuador (Bender, 1993) demostró que 670 km de carreteras asfaltadas estuvieron ubicados dentro de un radio de 30 km de volcanes activos. En Guatemala, se concluyó que todos los aeropuertos principales estuvieron ubicados dentro de zonas de intensidad sísmica de VII o más y, en el Perú, que cerca de 300,000 personas (incluyendo el autor del presente libro) viven en zonas susceptibles de sufrir tsunamis de altura de 5 metros o más.

A nivel regional, se han utilizado SIG para realizar estudios más detallados de zonas seleccionadas; por ejemplo, para integrar información acerca de los regímenes de precipitación, la topografía y la capacidad de los cauces de los ríos, con el fin de

determinar el impacto máximo de las inundaciones o para ubicar a una represa o reservorio futuro. En Honduras, un SIG fue utilizado para combinar información sobre la ubicación de las llanuras de inundaciones, proyectos de desarrollo, usos del suelo, tipos de suelo y asentamientos humanos; detectándose que 66% de la tierra ocupada o planificada para inversiones en agricultura intensiva estuvo ubicada en áreas sujetas a inundaciones.

A nivel urbano y local, los SIG han sido utilizados como herramientas para llevar a cabo estudios de factibilidad o prefactibilidad de proyectos específicos de infraestructura e inversión. Las aplicaciones han analizado los sistemas vitales para instalaciones productivas y asentamientos con el objetivo de poder definir componentes o segmentos críticos que deberían tener los niveles de riesgo más bajos o que deberían ser priorizados para la rehabilitación o reconstrucción después de un desastre.

Ya que la justificación de aplicar el SIG es, normalmente, mejorar la eficacia y eficiencia de los análisis de riesgos, no sorprende que en los SIG predominen los enfoques de las ciencias naturales y aplicadas. Predominan aplicaciones para la investigación de las amenazas (Emani, 1993). Los SIG, para el análisis de amenazas, incluyen aplicaciones para analizar deslizamientos y erosión (Andrade, 1994; Porto de Santos, 1991; Ponte Ramirea, 1991; APODESA, 1994; Beltrao, 1994; Guillander et al., 1993), tsunamis (Zavala, 1991), incendios forestales (Martínez, 1994; Woods, 1994; Yuan, 1994); el monitoreo de derrames de petróleo (Hassen, 1994) y múltiples amenazas (Eustaquio y Quispe, 1995).

En las aplicaciones que incorporan información sobre la vulnerabilidad, se maneja el concepto de riesgo como la probabilidad de pérdida, y por lo tanto, como una variable que puede medirse y cuantificarse. Según la literatura consultada, un SIG fue utilizado en 1987 para evaluar la vulnerabilidad a materiales tóxicos, de minorías "étnicas en Santa Mónica (McMaster et al., 1987). De la misma manera, los SIG han sido utilizados para predecir el impacto social y económico de los sismos (Haney, 1986) y huracanes (Berke et al., 1985); así como también para diseñar sistemas de tránsito que permitan a los servicios de socorro llegar rápidamente a una zona de desastre (Meade, 1994), para hacer mapas de amenaza volcánica y de la población expuesta a ella (Soesilo, 1994), para estudiar las coincidencias entre áreas de amenaza de tomados, alta densidad poblacional, y la existencia de sistemas de alerta (Dymon, 1994); la discriminación de paisajes susceptibles a malaria (Beck et al., 1994), y para combinar mapas de amenazas con datos sobre la vulnerabilidad física (Eustaquio y Ángulo, 1994; Benavides, 1995; Cueva, 1991; Fernández, 1994; Flores, 1994).

Hay pocas aplicaciones documentadas en la literatura que tienen influencia de los enfoques sociales u holísticos del riesgo. El estudio de comunidades en Massachusetts frente a maretazos, utilizando un SIG (Emani et al. 1993), es uno de los pocos estudios documentados, en la literatura, que toma en cuenta factores de vulnerabilidad como la edad, etnicidad, ingreso y la capacidad de la población para resistir y recuperarse de pérdidas. Una aplicación, que aún está en la fase de diseño conceptual, examina explícitamente la cuestión de cómo modelar la vulnerabilidad social en el contexto de un SIG (Macías, 1994); mientras que otra ha desarrollado un modelo espacial que intenta explícitamente representar patrones de vulnerabilidad social (Minaya, 1994).

En otras palabras, la información producida por los SIG, tanto en América Latina como en otras regiones, presenta el riesgo como una variable objetiva, cuantificable y absoluta. Aun cuando existen aplicaciones que ofrecen información sobre la vulnerabilidad social (Gray de Cerdán, 1994; Velázquez, 1994; Prestes, 1994); para complementar un análisis de la vulnerabilidad física, el concepto de vulnerabilidad social se reduce a la exposición de un determinado grupo social o población a una amenaza, y mide su probabilidad de ser afectada. Este concepto es muy diferente al concepto de los enfoques sociales y holísticos de la vulnerabilidad social como la configuración social de la capacidad de la población de resistir y recuperarse de una amenaza. Como tal, los análisis de riesgos llevados a cabo por los SIG tienden a enfocar la atención en las causas naturales y físicas de los desastres; mas no en los procesos sociales, económicos y políticos que configuran tanto amenazas como vulnerabilidades.

Sí bien hay experiencias en América Latina sobre el desarrollo de los SIG para el análisis de riesgos, hay poca sistematización de su aplicación en procesos de gestión de riesgos. La mayoría de las aplicaciones documentadas son de investigación, proyectos pilotos, o no están totalmente implementadas. Aun en los casos donde existen experiencias de aplicación, los resultados documentados se refieren más a productos de los SIG mismos, y no a cambios en políticas, programas y proyectos de gestión de riesgos. Como tal, aunque hay organismos nacionales de gestión de desastres con SIG bajo implementación, es prematuro evaluar hasta qué punto la información producida incide en procesos de toma de decisiones. En otras palabras, existe un enamoramiento entre las organizaciones comprometidas en la gestión de riesgos y los SIG, sin que se haya producido hasta la fecha un matrimonio convincente.

En general, la información sobre el riesgo que producen las aplicaciones resulta informada del mismo imaginario formal del riesgo que impregna las estrategias de la mayoría de los organismos nacionales de gestión de riesgos y de otras organizaciones. Se trata de un imaginario en el cual el riesgo aparece como una variable objetiva, neutral y cuantificable. No se reconoce la posible existencia de otros imaginarios de riesgo; por ejemplo, de poblaciones vulnerables, producto de otros valores, prioridades y prácticas. Como tal, las aplicaciones SIG, por lo general, no están diseñadas para producir información que haga posible apoyar las estrategias de gestión de riesgo de poblaciones vulnerables, si' no para apoyar las estrategias convencionales de los organismos nacionales y otros.

Explícitamente, en muchas de las aplicaciones se indica que la información producida puede utilizarse para apoyar medidas convencionales de gestión de riesgos; por ejemplo: para orientar el uso del suelo y el desarrollo de proyectos de infraestructura, o para incorporarse en los procesos de planificación urbana y regional en forma proscriptiva o prescriptiva. Por ejemplo, las pérdidas potenciales por la manifestación de una amenaza pueden incluirse en un análisis de costos y beneficios, antes de diseñar una carretera o una hidroeléctrica. En el caso del desarrollo urbano, la información puede utilizarse para diseñar reglamentos de zonificación y de construcción que reflejen los niveles de amenaza para diferentes usos y tipos de construcción en distintas zonas, buscando minimizar los daños futuros. La información también puede utilizarse en la preparación para contingencias, permitiendo el almacenamiento de suministros y la



programación de actividades preventivas en áreas donde se esperan mayores daños y destrucción. En el sector privado, las estimaciones de pérdidas y daños pueden ser utilizadas por los aseguradores y reaseguradores para fijar las primas de seguros, y por inversionistas para determinar las prioridades de inversión.

El problema, sin embargo, es que, tal como se comentó en el Capítulo 1, estas estrategias convencionales, a menudo, no logran los resultados esperados, no por la falta de información de un SIG, sino por problemas políticos, sociales y económicos. Por ejemplo, la zonificación urbana como estrategia de gestión de riesgos, a menudo fracasa o termina distorsionada. Por un lado, las empresas del sector construcción influyen políticamente para que la zonificación refleje la rentabilidad del suelo urbano, mientras que poblaciones vulnerables se ven forzadas a asentarse, por invasión u otros medios, en terrenos caracterizados por altos niveles de amenaza. En ambos casos, los actores manejan otros imaginarios del riesgo, donde las potenciales pérdidas que podrían sufrir a raíz de las amenazas tienen menos importancia que los beneficios de rentabilidad o supervivencia que representa la urbanización. Por no reconocer la existencia de estos otros imaginarios, se ve reducida la contribución potencial que podría hacer el SIG a la gestión de riesgos.

En algunos casos, la aplicación de SIG puede ser hasta contraproducente para la población vulnerable, debido al conflicto de imaginarios arriba mencionado. Si es que se llega a reubicar a una población vulnerable con la finalidad de reducir su vulnerabilidad a la amenaza sísmica, puede ser que se la exponga a sufrir pérdidas mayores debido al aumento de otras amenazas como el desempleo. En el imaginario de riesgos de la población, la amenaza del desempleo puede tener mayor peso que la amenaza sísmica; pero no así en el imaginario formal representado en el SIG. En otras palabras, cuando se utiliza la información producida por los SIG, en apoyo a políticas o programas convencionales de gestión de riesgos, se puede terminar imponiendo medidas de gestión de riesgos que atentan contra las prioridades y necesidades de la población vulnerable.

Antes de la utilización del SIG, las metodologías analógicas también generaron información sobre el riesgo, el cual fue presentado como objetivo, cuantificable y absoluto, en apoyo a estrategias convencionales de gestión de riesgos. La información producida por un SIG, sin embargo, tiene connotaciones semióticas muy diferentes. En términos semióticos, un mapa de riesgo producido por un SIG es codificado como alta tecnología, tanto por sus diseñadores como por sus eventuales usuarios, haciendo que la información presentada aparente una mayor objetividad.

Esta codificación semiótica de la información tiene importantes implicancias. En primer lugar, presta mayor poder y prestigio a las organizaciones e investigadores que utilizan SIG para el análisis de riesgos, frente a los que no lo utilizan. En segundo lugar, envuelve la misma información en un aura de mayor objetividad y legitimidad que hace más difícil que se reconozca la existencia de otros imaginarios de riesgo; sobre todo, los imaginarios de las poblaciones vulnerables, quienes eventualmente pueden convertirse en "víctimas" de la información. Dado que la tecnología tiene valores de objetividad y rigurosidad que son compartidos, tanto por sus diseñadores como por sus usuarios, el uso del SIG puede hacer más difícil que una población vulnerable cuestione la veraci-

dad de la información que le es presentada sobre el riesgo, desvalorizando como resultado su propio imaginario del riesgo.

Este problema no es exclusivo de América Latina; sin embargo, puede ser peor que en los países desarrollados, dada la distancia tecnológica entre productores y usuarios de la información. Si mantiene su direccionalidad actual, si es que se llega a aplicar el SIG en los procesos de gestión de riesgos, puede contribuir a que las políticas y programas convencionales de gestión de riesgos sean más tecnocráticos y menos sensibles a los imaginarios de riesgo de poblaciones vulnerables, con el resultado de que la racionalidad de dichos programas y políticas sea más autoritaria y opaca. Este problema se agrava en la medida que, en muchas aplicaciones, la información presentada por el SIG al usuario aparenta una gran objetividad, precisión y resolución. En la realidad, según el análisis presentado en el presente libro, muchas aplicaciones están caracterizadas por utilizar modelos espaciales-temporales especulativos, alimentados por datos de una calidad inadecuada y sin una gestión apropiada del error. Como tal, por un lado, la información presentada al usuario puede ser caracterizada por niveles inaceptables de error; mientras que, por otro lado, el usuario no dispone de herramientas para cuestionar o verificar la información presentada.

Este carácter y enfoque tan conservador de la aplicaciones del SIG para el análisis de riesgos puede ser resultado, en parte, del hecho de que la mayoría de los profesionales comprometidos en el desarrollo de SIG provienen de las ciencias naturales o aplicadas y, como tal, tienen poca familiaridad con los enfoques sociales u holísticos del riesgo o con estrategias participativas de gestión de riesgos. Mediante la literatura, se manifiesta no sólo una visión reduccionista del riesgo, sino también una fe positivista en la tecnología per se y una actitud poco crítica hacia los problemas conceptuales y metodológicos implícitos en el diseño del SIG. Las dificultades propias del diseño del SIG para el análisis de riesgos, se reducen a la obtención de los datos necesarios, a los problemas técnicos de integrar datos de diferentes fuentes en diferentes formatos y al montaje de una configuración de hardware y software de una potencia adecuada. A la vez, las instituciones que implementan estrategias participativas de gestión de riesgos, con poblaciones vulnerables, a menudo son las que tienen menos experiencia en el diseño y aplicación de un SIG.

Una alternativa más apropiada para el desarrollo del SIG, entonces, sería el diseño e implementación de aplicaciones articuladas a las estrategias-de gestión de riesgos de las poblaciones vulnerables en la región. El diseño del SIG que representan los imaginarios de riesgo de una población vulnerable podría convertirse en una herramienta, que ayude a las poblaciones a visualizar los escenarios de riesgo de los cuales son sujetos, aumentando su conciencia de los mismos y su capacidad de pasar de estrategias de supervivencia hacia estrategias de contraataque. En este sentido, los SIG, en manos de una población vulnerable o de las instituciones que la apoyan, puede ser un arma potente de negociación con actores sociales externos. En la misma forma que la posesión de un SIG da poder y prestigio a organismos gubernamentales, universidades y otros; la utilización de información generada por un SIG puede cambiar la imagen de una población vulnerable, objeto de planificadores y técnicos externos. Si son combinados con estrategias apropiadas de información y comunicación en regiones

y zonas vulnerables, los SIG podrían convertirse en instrumentos valiosos para la gestión local de riesgos.

De la misma forma, los SIG podrían utilizarse como instrumentos de concertación y de negociación, en la medida que, en vez de representar sólo un imaginario de riesgos, se utilizarían para representar múltiples imaginarios de riesgo. En este sentido, los SIG podrían utilizarse para visualizar y modelar las consecuencias de diferentes estrategias de gestión de riesgos, alimentadas por diferentes imaginarios. Desde esta perspectiva, los SIG podrían convertirse en instrumentos para la democratización de la información sobre riesgos.

Incorporar los SIG dentro de una estrategia participativa de gestión de riesgos, sin embargo, implica un cambio fundamental en la actitud, filosofía y enfoque asumidos por los especialistas y científicos comprometidos con su diseño y desarrollo. Es preciso que ocurra una revalorización de los imaginarios de riesgo de las poblaciones vulnerables y de las ventajas de articular las estrategias de gestión de riesgos a esos imaginarios, para poder diseñar aplicaciones apropiadas a las necesidades de la población vulnerable.