

## **La Gestión de Riesgos de Desastres y el Uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG): Algunas Consideraciones.**

Arismar Marcano Montilla<sup>1</sup>, Scarlet Cartaya Ríos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>UPEL- Instituto Pedagógico de Miranda “José Manuel Siso Martínez”,  
Venezuela.

<sup>2</sup>UPEL- Instituto Pedagógico de Caracas, Venezuela.

[arismarcano@gmail.com](mailto:arismarcano@gmail.com)

[scartaya@gmail.com](mailto:scartaya@gmail.com)

### **RESUMEN**

A continuación se presentan algunas consideraciones acerca de la importancia de la gestión local de riesgos y los beneficios que aporta la herramienta SIG para la ordenación territorial en el desarrollo sustentable de las comunidades. Esta investigación producto de una revisión documental, tiene una función informativa-reflexiva sobre esta temática de interés global. La metodología consiste en revisar el panorama general de la gestión de riesgos, la actualización de los términos y algunos ejemplos del uso de los SIG. A manera de conclusión se puede decir que: (a) es necesario consolidar una perspectiva intercultural, centrada en el reconocimiento de las especificidades comunitarias, de género y generación, para la gestión de riesgos y respuesta a desastres; (b) es recomendable incluir a los actores tanto comunales como institucionales; y (c) promover el acceso a las tecnologías apropiadas para la reducción y mitigación de los riesgos, como por ejemplo los SIG, que representan una rápida, económica y actualizable fuente de información.

**Palabras Claves:** Gestión de Riesgos de Desastres, Gestión Local de Riesgos, SIG.

### **ABSTRACT**

In this article some considerations are presented about the importance of the local risks administration and the benefits that the GIS tool provides for the territorial

ordination, concerning the sustainable development in the communities. This investigation is product of a documental background check and has an informative-reflexive function, on this topic of global interest. The methodology consisted in checking the overview of the risk management; the upgrade of the terms of administration and some examples of the use of the GIS is. From the article can be concluded that (a) it is necessary to consolidate an intercultural view of the cultural specificity in educational centers, communities, women and children in the programs of risk management; (b) it is advisable to have actors both communal and institutional; and (c) to promote the access to the appropriate technologies for the reduction and mitigation of the risks, for example the GIS that represent a quick, economic and actualizable source of information.

**Keywords:** Disaster Risks Management, Local Management of Risks, GIS.

### **A manera de Introducción**

Al tratar la Gestión de Riesgos, se debe considerar la particularidad del entorno y la multiplicidad de elementos que podrían colocar en situación de riesgo a las comunidades. Cada comunidad es particular y responde al evento de una manera distinta, bien sea por las condiciones físico-naturales o a la forma de organización y uso del espacio.

De acuerdo con Lavell (2003) y Lavell y Mansilla (2003), la gestión de riesgos puede estar definida como un “proceso social complejo, cuyo fin último es la reducción o la previsión y el control permanente del riesgo de desastre en la sociedad, en consonancia con, e integrada al logro de pautas de desarrollo humano económico, ambiental y territorial, sostenible”. De allí, que se generen dos consideraciones fundamentales: (a) la gestión no es un producto, sino un proceso y (b) hace referencia a dos contextos, el riesgo existente y el riesgo latente.

En el caso específico de la gestión local de riesgos de desastres, “comprende un nivel territorial particular de intervención en que los parámetros específicos que los definen se refieren a un proceso que es altamente participativo por parte de los sectores sociales locales” (Lavell y Mansilla, 2003), por lo que resulta

indispensable, por un lado, contar con la participación de los actores sociales para el desarrollo de esos planes de gestión de sus riesgos, que en definitiva son los llamados a la toma de conciencia sobre lo vulnerable que pueden ser; y por otro, reconocer que la realidad local es única y particular, y que aunque existan referentes en áreas similares, no podrán ser empleados sin antes ser adaptados a la realidad física, socioeconómica y cultural del área a la cual se pretenda aplicar.

Es así cuando los Sistemas de Información Geográficos (desde ahora SIG) representan una novedosa herramienta proporcionada de la Geomática, que permite capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada, con el fin de resolver problemas complejos de planificación territorial y gestión.

La presente investigación, enmarcada bajo el enfoque documental, tiene como propósito resaltar la importancia de la gestión local de riesgos de desastres y los beneficios que aporta la herramienta SIG para la ordenación territorial, en el desarrollo sustentable de las comunidades.

### **La Gestión de Riesgos: un panorama general**

Para abordar la gestión de riesgos, se debe hacer referencia obligada a diferentes documentos que son el resultado de las continuas investigaciones, debates y conclusiones a las que han llegado diversos organismos internacionales, regionales y locales, estudiosos del tema.

En tal sentido, las Conferencias de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, celebrada en Estocolmo-Suiza en 1972; la Declaración del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRND): 1990-1999, y sus reuniones evaluadoras: (a) Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales Estrategias y Plan de Acción de Yokohama para un mundo más seguro, efectuada en Japón en mayo de 1994 y con balance a la mitad del decenio; (b) la Declaración de San José en la Conferencia Hemisférica del DIRND, efectuada en Costa Rica en junio de 1999.

El foro del Programa Internacional del DIRND con el mandato de Ginebra en julio de 1999, como evaluación final del decenio, con la estrategia “un mundo

más seguro en el Siglo XXI: reducción de riesgos y desastres”; y el análisis de las Cumbres para la Tierra: la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo y la Agenda XXI, efectuada en Río de Janeiro-Brasil en junio de 1992 y su posterior evaluación en la Cumbre de la Tierra, celebrada en Nueva York, Estados Unidos de América, en junio de 1997; la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo sostenible de 2002, en Johannesburgo, Sudáfrica, y finalmente, los aspectos acordados en la Conferencia Mundial sobre reducción de los Desastres, realizada en Kobe, Hyogo-Japón durante el mes de enero de 2005. Todo esto enmarcado en el Derecho de la Educación para el Desarrollo Sustentable, iniciado bajo el auspicio de Naciones Unidas desde el 1º de enero de 2005.

Como se puede apreciar, sobre gestión de riesgos de desastres, es mucho y diverso lo que se ha planteado, va desde el cambio de las definiciones básicas, que particularmente ha conllevado a la concreción de los términos, hasta un nuevo enfoque a desarrollar.

En efecto, la preocupación internacional estaba dirigida, en un primer momento, a resolver los desastres y a cómo actuar después de ocurridos. Luego, pasó a la necesidad de mitigarlos, y en la actualidad, con la clara necesidad de integrar a las comunidades en la ejecución de acciones que contribuyan a cambiar este panorama, se habla entonces de gestión: una que no sólo mitigue lo que existe, sino que trabaje por la prevención de los desastres.

Vale la pena resaltar que en los últimos años, los estudios referentes a la gestión de riesgos y a la mitigación de los mismos se hacen cada vez más frecuentes. La Declaración del Decenio Internacional para la Reducción de Desastres Naturales (DIRDN), 1990-1999, a la cual se hizo referencia en las líneas anteriores, es un resultado de esta situación, continuando su abordaje al reconocer en evaluaciones de gestión que “en los últimos 50 años, los desastres naturales han provocado la pérdida de más de 2.8 millones de vidas humanas en el planeta, incrementándose desde 1960 el número de personas afectadas en 6% cada año, el doble de la tasa de crecimiento demográfico mundial” (DIRDN citado en Mardones y Vidal, 2001, p.2), demostrando que faltan muchas cosas por hacer.

Esto lo ratifica el informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres, al señalar que, en el mundo desarrollado como en los países en

desarrollo, han ocurrido eventos que han hecho recordar la vulnerabilidad humana. Europa sufrió las peores inundaciones en siglos, Australia debió enfrentar una grave sequía, ciclones tropicales azotaron las islas Mauricio y Reunión, la República de Corea, Japón y México; en Estados Unidos los tornados dejaron a su paso una huella de devastación. La importante empresa aseguradora Munich Re contabilizó 700 desastres de origen natural en el 2002, que causaron pérdidas económicas estimadas en 55 mil millones de dólares. En el 2003, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) informó que en el mundo se habían producido eventos climáticos extremos sin precedentes. Mayo de 2003 fue el mes en que en los Estados Unidos se registró el número más elevado de tornados: 562, que causaron 41 muertes. En Suiza, el mes de junio fue el mes más caluroso registrado en 250 años. En India, una onda de calor premonsonica, con temperaturas que se elevaron hasta los 48 grados Celsius, cobró 1400 vidas (ONU-Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres- EIRD, 2004).

Estos eventos, erróneamente denominados “desastres naturales”, ocurren en todas partes del planeta y sobre todo, en espacios geográficos con alta densidad de población, que se establecen en las llanuras aluviales montañosas con gran escarpe, áreas de debilidad geológica-litológica o inestabilidad sísmica, lo que requiere de medidas más efectivas.

### **Algunos términos fundamentales para la Gestión Local de los Riesgos de Desastres**

#### **Desastres**

Para comprender el concepto de desastre es necesario revisar las diferentes interpretaciones que evidencia una evolución que pasa de categorizar el desastre como natural hasta entender al desastre como fenómeno social.

Los desastres son eventos concentrados en el tiempo y en el espacio en el cual una comunidad sufre daños severos, y tales pérdidas afectan a sus miembros y a sus propiedades de forma tal que la estructura social se ve afectada inclusive hasta

en el desempeño de sus funciones principales. (United Nations Disaster Relief Organization-UNDRO, 1979, p.6).

Anderson (1991), indica que la pobreza aumenta la vulnerabilidad hacia el desastre, y estos ocurren frecuentemente en los países pobres y causan más sufrimiento entre personas pobres. Por su parte, Maskrey (1993) advierte que es la correlación entre fenómenos naturales peligrosos (como terremotos, huracanes, maremotos, entre otros) y determinadas condiciones socioeconómicas y físicas vulnerables (situación económica precaria, viviendas mal construidas, suelos inestables, mala ubicación de la infraestructura, p.7)

Rodríguez y Toche (1994), señalan que el desastre implica el rompimiento extenso y casi completo de todos los procesos sociales (patrones recurrentes, actividades del diario vivir) y de las interacciones primarias y secundarias. Conlleva a la destrucción extensa de la infraestructura funcional, tales como: edificios, sistemas de comunicación y los sistemas de apoyo social. Los desastres afectan los sistemas de supervivencia biológica, el orden social, la motivación y el manejo de la crisis. Un desastre tiene un alto costo en términos sociales, demográficos, económicos y políticos. En esencia, un desastre es una crisis social.

El desastre ocurre cuando un considerable número de personas experimenta una catástrofe y sufre daños y/o perturbaciones en un sistema de subsistencia, de tal manera que la recuperación es improbable sin ayuda externa, entendida esta como la recuperación psicológica y física de las víctimas, el reemplazo de recursos físicos y las relaciones sociales requeridas para utilizarlos (Piers y otros, 1996).

Para el Banco Internacional de Desarrollo (2001), se trata de cualquier emergencia que se produzca a raíz de fenómenos naturales, accidentales o de origen humano, que provoquen muerte, daños a las infraestructuras físicas y de servicios o pérdidas de bienes materiales de una magnitud tal que afecten el desarrollo económico y social. Mientras que para Lavell (2003), pueden ser definidos como crisis asociadas a pérdidas y daños humanos y materiales socialmente significativos.

Es considerando todo lo anterior, que la Secretaría de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), con el afán de generar un

lenguaje común, sintetiza al desastre como “el resultado del proceso de acumulación del riesgo. Resulta de la combinación de amenazas, condiciones de vulnerabilidad e insuficiente capacidad o medidas para reducir las consecuencias negativas y potenciales del riesgo” (ONU-EIRD, 2004).

Por consiguiente, y para los fines planteados en esta trabajo, se considerará al desastre como un hecho social trágico o catastrófico, en donde se han alterado en forma intensa la vida normal de las comunidades, hay pérdidas humanas, bienes y servicios, generado por cierta actividad humana que excede la capacidad de respuesta de la comunidad afectada, como resultado de las contradicciones de la relación “Ser humano-Naturaleza”.

### **Vulnerabilidad**

Es un concepto al que se le otorgó, desde un principio, poca importancia y que en la actualidad, su comprensión supone un interés especial porque explica la esencia de los desastres sociales. Entre los primeros intentos por definirla, destaca el propuesto por UNDRO en 1979, “la vulnerabilidad es el grado de pérdida como resultado de un fenómeno potencialmente dañino”.

La vulnerabilidad ante fenómenos naturales, “van a depender del tipo de evento (huracanes, inundaciones repentinas, deslizamiento de terrenos, terremotos, entre otros); de las características físicas del área afectada y de las características sociales, culturales y psicológicas”, de la comunidad afectada (Rodríguez y Toche, 1994, p.3).

Para Piers, B., Ferry, C., Ian, D. y Ben, W, (1996) y el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre los Cambio Climático (GIECC) (1997), las causas de fondo más importantes que dan origen a la vulnerabilidad (y que reproducen vulnerabilidad con el tiempo) son procesos económicos, demográficos y políticos. Según los autores, estos afectan la asignación y distribución de recursos entre diferentes grupos de personas (p.11).

Cardona (2003) y García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., y López, P, (2006) consideran la vulnerabilidad como un factor de riesgo que

matemáticamente está expresado como la factibilidad de que el sujeto o sistema sea afectado por el fenómeno que caracteriza la amenaza. (p.2)

En definitiva, la vulnerabilidad puede ser entendida como la incapacidad de resistencia, cuando se presenta un fenómeno amenazante, o la incapacidad para reponerse después de haber ocurrido un desastre y que la ONU-EIRD (2004), la señala como “las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto negativo de amenazas”.

Se comprende por vulnerabilidad, al factor de riesgo interno (disposición intrínseca de ser dañado) que expresa la factibilidad de ser afectado por fenómenos naturales o de otro origen (expresa una relación de susceptibilidad-afectación).

### **Amenaza**

Este término se ha empleado, en el pasado, como sinónimo de peligro. Se presume que su origen es una traducción literal del término en inglés Hazard (Peligro). Se usa por primera vez en los trabajos de los investigadores anglosajones como Natural Hazard para referirse a los fenómenos naturales que según sus interpretaciones, son las causantes de los desastres. A su vez, los primeros trabajos en español fueron traducidos por los mismos norteamericanos que asesoraban en los organismos multilaterales a los países latinoamericanos, que fueron afectados por fenómenos naturales, estos tradujeron Natural Hazard como Amenaza Natural. Esta confusión de origen, trajo como consecuencia que se adoptase el término tal cual y por ende se empezó a calificar al desastre como natural.

Para UNDRO (1979) y Piers, B., Ferry, C., Ian, D. y Ben, W. (1996), se define la amenaza como la probabilidad de ocurrencia de un evento potencialmente desastroso durante cierto período de tiempo en un sitio dado (p.4).

Por su parte, Moncayo y Muñoz (2001), Delgado y Navarro (2002), hacen referencia a la ocurrencia potencial, en un intervalo de tiempo y un área geográfica específica, de un fenómeno natural que puede tener un efecto negativo



sobre vidas humanas, pertenencias o actividades, hasta el punto de causar desastres, teniendo orígenes naturales (geológico, hidrometeorológico y biológico) o antrópicos (degradación ambiental y amenazas tecnológicas) y que pueden ser individuales, combinados o secuenciales en su origen y efectos. Cada una de ellas se caracteriza por su localización, magnitud o intensidad, frecuencia y probabilidad. (ONU-EIRD 2004).

El término amenaza se refiere a la probabilidad de ocurrencia de los fenómenos físicos que afectan al ser humano. Todo esto implica que se entenderá la amenaza como factor de riesgo externo de un sujeto o sistema, representado por un peligro latente asociado con un fenómeno físico de origen natural, que puede representarse en un lugar o área y tiempo determinado, produciendo efectos adversos en las personas, los bienes y/o el ambiente.

## **Riesgos**

Según el diccionario común, riesgo significa “peligro”, “inconveniente posible” y “estar expuesto a la desgracia” (El Pequeño Larousse Ilustrado, 2000). En la literatura anglosajona se utiliza la expresión **natural risk**, para referirse a riesgo natural, diferenciándolo. Otros autores han empleado el término peligro como sinónimo de riesgo. Aneas de Castro, (2000), sostiene que probablemente la confusión proviene del origen del término y su etimología.

El riesgo es la probabilidad de ocurrencia de un peligro. Y el peligro, es la ocurrencia o amenaza de ocurrencia de un acontecimiento natural o antrópico, concibiendo al fenómeno tanto en acto como en presencia.

Las Naciones Unidas, a través de la Oficina Coordinadora para el Socorro en Caso de Desastre (UNDRO, 1979), definió al riesgo como el grado de pérdida previsto, en relación a un fenómeno natural determinado, y en función tanto del peligro natural como de la vulnerabilidad.

Para Calvo García-Tornel, F., (1984), no existe el riesgo natural, sino simplemente riesgo, ya que considera que en... “la naturaleza no hay voluntariedad, que el medio físico en sí es tan solo materia neutral. Se trata de un problema de interacción entre el hombre y la naturaleza, interacción variable y

gobernada por el estado de adaptación respectivo entre el sistema humano de uso de la naturaleza y la situación de esta en sí misma” (p.10). Disiente del concepto de riesgo natural propuesto por Burton y Kates en 1964, quienes lo definen como “aquellos elementos del medio físico y biológico nocivos para el hombre y causados por fuerzas ajenas a él”. (Citados por Calvo García-Tornel, F., 1984, p. 10).

Este autor agrega al concepto de riesgo el componente humano, y sostiene que el desarrollo económico que lleva incorporado en determinados procesos la degradación del medio, así como la ocupación del territorio, están ligados con la gravedad del riesgo.

Mora (1990) Y Maskrey (1993), lo definen como la probabilidad de que durante un tiempo de recurrencia específico, la manifestación de un fenómeno exceda, en determinados sitios, una intensidad de referencia que genere un cierto nivel de daño específico. No obstante, para Cardona (2003) resulta necesario revisar conceptualmente “los enfoques de las Ciencias Naturales, las Ciencias Aplicadas y las Ciencias Sociales” (p.1), con la finalidad de abordar este tema de manera “holística, consistente y coherente del riesgo que contribuya a lograr resultados efectivos de la gestión” de allí que el autor referido, señale que el riesgo corresponde al potencial de pérdidas que puede ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado del mutuo convencimiento a la amenaza y la vulnerabilidad. Así, el riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un período de tiempo determinado.

Cardona, O., (2003), plantea un concepto más actualizado en donde el riesgo, corresponde al potencial de pérdidas que puede ocurrirle al sujeto o sistema expuesto, resultado de la convolución de la amenaza y la vulnerabilidad. Así, el riesgo puede expresarse en forma matemática como la probabilidad de exceder a un nivel de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un cierto sitio y durante un cierto período de tiempo.

COVENIN, (2001), lo define como “la probabilidad de ocurrencia de consecuencias económicas, sociales o ambientales en un sitio particular y durante

un tiempo de exposición determinado. Se obtiene de relacionar la amenaza con la vulnerabilidad de los elementos expuestos” (p. 4).

Hay autores que mantienen el uso del término riesgo natural, como el caso de Ayala, F. y Olcina., (2002), quienes lo definen como la probabilidad de que un territorio y la sociedad que lo habita se vean afectados por un fenómeno natural de rango extraordinario. Lo diferencian de catástrofe y este a su vez, de desastre. El primero, es el efecto perturbador que provoca sobre un territorio un episodio natural extraordinario y que a menudo supone pérdidas de vidas humanas. El segundo, cuando la magnitud del episodio natural es de alto grado y alude al deterioro que sufre la economía de una región y al drama social provocado por la pérdida de numerosas vidas.

Entre los años 70 y 80, en lo que se ha llamado ciencias aplicadas, el riesgo fue definido como función tanto de amenaza como de vulnerabilidad. Los científicos presentaron modelos conceptuales expresados matemáticamente, (Maskrey, A., 1998). En 1980 un grupo de la UNDRO, desarrolló un modelo de riesgo más preciso.

En estos enfoques se centran en el impacto y en el efecto, pero consideran la “amenaza natural” la causa de los desastres. En los últimos años, desde la perspectiva de los desastres naturales, el riesgo se ha intentado dimensionar, para efectos de la gestión, como las posibles consecuencias económicas, sociales y ambientales que pueden ocurrir en un lugar y en un tiempo determinado. Sin embargo, el riesgo no ha sido conceptuado de forma integral sino de manera fragmentada, de acuerdo con el enfoque de cada disciplina involucrada en su valoración. (Cardona, O., 2003).

En esta investigación se entenderá por riesgo la probabilidad que tiene un individuo o una población de ser afectado, según se tenga conocimiento de las características que condicionan el lugar de hábitat.

### **Uso de los Sistemas de Información Geográficos (SIG) para la Gestión Local de Riesgos De Desastres**

Las tendencias actuales para lograr la prevención de sucesos, están dadas por la implementación de tecnologías novedosas que permitan brindar información oportuna para la toma de decisiones.

De acuerdo con Torres (2005), el riesgo de desastre y la debida atención a la gestión del mismo, es un sentir latente en Latinoamérica, indistintamente de las condiciones climáticas, poblacionales, políticas y culturales, a lo cual debe atenderse como una perspectiva local. En la actualidad, el manejo de este tema va cobrando relevancia debido a las pérdidas económicas y humanas que los desastres han producido, elevando las condiciones de pobreza existentes en nuestros países.

Por ello Torres (2005), indica que el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) resulta crucial y necesario en el análisis de todas las etapas o fases de ciclos de desastres, y que deben ser aplicados para generar mayores beneficios en la planificación del territorio, prevención y mitigación.

Vale la pena resaltar en este punto, la necesidad de que los SIG sean integrales e integrados de manera que sean efectivos y sostenibles en el tiempo y el espacio. Lo que quiere decir, que debe haber armonía entre los diferentes componentes del sistema, y orientar esfuerzos no sólo en el uso de las herramientas tecnológicas sino también, en asegurar la participación comunitaria, no sólo como fuente de información, sino en todas las fases de ejecución del mismo, así como los mecanismos que permitan la transferencia de la información.

Es esta consideración la que lleva a entender el por qué García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., y López, P. (2006), aseguran que los SIG constituyen actualmente, una herramienta poderosa para la recopilación, almacenamiento, actualización, análisis y visualización de la información concerniente a la evaluación y manejo de riesgos naturales, facilitando la toma de decisiones en caso de desastres, concretamente en su caso, en la ocurrencia de riesgos sísmicos, pero que puede ser aplicado para otros eventos como movimientos de remoción en masa e inundaciones.

Tanta es la versatilidad de la herramienta SIG para el estudio y modelado cartográfico de riesgos, que Abarca y Quiroz (2005), lo emplearon para modelar riesgos de incendios en el Parque Nacional Henri Pittier, específicamente en la

vertiente sur que colinda con la ciudad de Maracay, estado Aragua. Para ello aplicaron los análisis multicriterios digitalizando variables como: topografía (pendiente y orientación de laderas); uso de la tierra; hidrografía y vegetación, e incorpora una variable antrópica como la vialidad y cortafuegos (esta última propia de la naturaleza del estudio), que le permitieron estructurarlas en dos grandes criterios: Riesgos de Ignición (RI) y Riesgos de Propagación (RP) (p.3)

Hay ejemplos de aplicaciones del SIG en la Gestión Local de Riesgos, que se generan con mucha intensidad en el mundo. Están siendo empleados para abordar estudios de riesgos naturales de diversos orígenes, pero serán los movimientos de remoción en masa causados por las precipitaciones y la sismicidad, el interés particular de esta reflexión, por dos causas: a) en el caso de la precipitación, constituye el desencadenante más significativo en los eventos de Vargas de 1999, que representó para Venezuela el evento fluviotorrencial más complejo y causante de una desastrosa catástrofe, y, b) la comprobada actividad sísmica debido a que Venezuela, al norte, forma parte del límite entre las placas del Caribe y Suramericana, generando una zona de alta fricción que ha dado origen a un importante sistema de fallas activo de tipo horizontal dextral, cercano a 100 Km de extensión y demarcado por el sistema costero montañoso presente en: la Cordillera de los Andes, la Cordillera de la Costa en su tramo Central y el Macizo Oriental, definidas como las fallas de Oca- Boconó- San Sebastián- El Pilar, que comprende el espacio geográfico de mayor asentamiento de la población.

### **Aplicabilidad de la herramienta SIG para la generación de modelos que permiten la gestión de riesgos de desastres por procesos de remoción en masa**

Autores como Lima y González (2000); González y Lima (2004) y Gutiérrez, Castrillo y Hervouët (s/f), entre otros, han abordado la temática de riesgos por deslizamientos con énfasis en generar mapas a través de la aplicación de los Sistemas de Información Geográficos. Los aspectos comunes de los investigadores están referidos a: a) denominar los mapas generados como “Mapas de Riesgos” al vincular elementos como la susceptibilidad y detonantes, usualmente precipitaciones y sismos a los mapas de susceptibilidad que ya

previamente han construido; b) las metodologías, en esencia similares, consisten en generar mapas de susceptibilidad a los deslizamientos por la superposición de mapas temáticos con variables que representan cartográficamente variables coincidentes, como el material litológico; la resistencia de los materiales; las pendientes; la permeabilidad y las precipitaciones dentro de las cuales, Gutiérrez, J., Castrillo, J. y Hervoiët, (ob. cit) sugieren considerar la cobertura vegetal; c) para la superposición de mapas y el desarrollo de los mapas finales, se valen de aplicación métodos estadísticos y pesos ponderados para cada una de la variables y así atribuirle valores a esos atributos.

Eustaquio (2004), por su parte, emplea la herramienta SIG para generar mapas pero de susceptibilidad, utilizando las mismas variables descritas en autores anteriores y las cuales a través de diagnósticos físicos ambientales.

En este orden de ideas, el método Mora- Vharson fue el empleado por el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (2004) y el Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales- Servicio Nacional de Estudios Territoriales de El Salvador (2004) para generar mapas de susceptibilidad a deslizamientos en Nicaragua y El Salvador, respectivamente. Este método se caracteriza por la selección de cinco (5) variables organizadas en dos grandes factores y/o elementos: tres (3) factores intrínsecos y pasivos (litología, pendiente y humedad del suelo) y dos (2) factores externos y activos (precipitación y sismicidad).

Hay otras aplicaciones con la herramienta y no sólo generar mapas, sino llegar a establecer las zonificaciones de esas áreas susceptibles y amenazadas. En este orden de ideas, investigadores como Plaza, G.; Galárraga, R.; Valverde, J.; Proaño, O. y Jiménez, E. (2000), Cartaya, S., Méndez, W. y Pacheco, H. (2006) y Marcano, A. (2010), han elaborado mapas de zonificación de peligros o amenazas y susceptibilidad a los procesos de remoción en masa, con el soporte de los SIG.

Para Castro, E., Valencia, A., Ojeda, J., Muñoz, F., y Fonseca, S. (2001), la zonificación de amenazas, específicamente por fenómenos de remoción en masa, se obtiene siguiendo la metodología de INGEOMINAS, para zonificar la susceptibilidad de dichos fenómenos. Para ello, se sustenta en un modelo estadístico univariado “ya que utiliza como variable independiente el mapa de densidad de procesos morfodinámicos” (p.639). Como elementos para la

implementación del SIG se cuentan: pendientes, geología, geomorfología y conflictos de uso, desarrollándose a partir de aquí los mapas índices que posteriormente se superpondrán con los cálculos de pesos ponderados de acuerdo a cada elemento al determinar la susceptibilidad.

Al obtener los mapas de susceptibilidad y analizando los factores detonantes como las precipitaciones y los sismos, se integran como sumas a los puntajes obtenidos por cada uno para dar origen a mapas de amenazas por fenómenos de remoción considerando cada uno de los detonantes, y que al unirse, podrían generar un mapa de amenazas totales.

Fidel y Zabala (2006), emplearon la herramienta SIG para el análisis espacial de la susceptibilidad a los deslizamientos en masa en la cuenca de la Quebrada Hualanga, Pataz, La Libertad, en Perú. Los autores citados, señalan que el análisis espacial de la susceptibilidad tiene siempre un soporte cartográfico, de modo que la elaboración de mapas y modelos necesarios, y la gestión de estos desde un SIG, son parte fundamental y previa al análisis espacial propiamente dicho.

Como mecanismo de comprobación, Terlien y Van Westwer (s/f), desarrollaron una metodología que intenta demostrar el potencial de la herramienta SIG en la zonificación regional del peligro de deslizamiento de tierra provocado por terremotos, así como generar un modelo que permita emplear fotografías aéreas para el mapeo del deslizamiento, señalando que la información que se extrae de las imágenes está basado en: la morfología, la vegetación, las condiciones de drenaje de la pendiente, entre otras variables. (Van Westwer 2006).

En ciudades como Medellín, Colombia, que han sufrido de numerosos eventos a causa de los deslizamientos, Echeverri y Valencia (2004) se propusieron generar un mapa de amenazas por deslizamientos a través de la proporción de un umbral de precipitaciones entre 3 y 15 días precedentes como indicador de susceptibilidad de deslizamiento de cada formación superficial y pendientes más propensas.

También en Colombia, Sánchez, Urrego, Mayorga, y Vargas (2002) diseñaron un modelo de susceptibilidad general para el pronóstico de la amenaza por deslizamientos en tiempo real, apoyado en el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEM).

## **A manera de conclusión**

La gestión de riesgos de desastres, en la actualidad, apunta hacia la gestión local de los riesgos, por lo que se hace necesaria la formación de un grupo local orientado a la Gestión Local de Riesgo, en coordinación y con el apoyo técnico de las instituciones nacionales. No se trata de una nueva estructura, sino de un espacio que reúna liderazgos locales, representantes de instituciones que tienen presencia en los Municipios y que están vinculados a la atención a la emergencia, como los Bomberos, Protección Civil, la Cruz Roja, Cuerpos Policiales, entre otros. Además, se incluyen representantes de las instituciones estatales que sectorialmente entrarían en un enfoque que supera la emergencia y se incluye en acciones de preparación, prevención y mitigación.

En efecto, la gestión local de riesgos de desastres parte del reconocimiento de que los desastres constituyen problemas generados en el proceso de desarrollo y de la necesidad de fortalecer las capacidades y la articulación entre las diversas instituciones y organizaciones para reducir los riesgos. De allí que se presenten las siguientes consideraciones:

- (a) Es necesario consolidar una perspectiva intercultural, centrada en el reconocimiento de las especificidades comunitarias, de género y generación, para la gestión de riesgos y en respuesta a desastres. Se requiere de la inclusión de centros educativos, comunidades andinas y selváticas, mujeres y niños, en los programas de gestión de riesgos y contingencias en situaciones de emergencia;
- (b) La necesidad de contar para la gestión de riesgos con un número suficiente de actores tanto comunales como institucionales;
- (c) La formación de redes emergentes desde lo local, orientadas a informar, reforzar conocimientos e influir en las políticas públicas, a fin de enfrentar el deterioro ambiental, el incremento de la pobreza, las condiciones inseguras, e iniciar el proceso de gestión que permita reducir las condiciones actuales de vulnerabilidad, en trabajo coordinado con los actores sociales.
- (d) Se debe promover el acceso a las tecnologías apropiadas para la reducción de riesgos y responder ante situaciones de desastres, de manera que se mejore la



calidad de vida y la sustentabilidad de cada una de esas localidades, al disminuir su escenario de riesgo.

Los SIG pueden ser una alternativa viable, económica y dinámica que permitan contar con la información necesaria para tomar decisiones, en futuros planes de desarrollo y ordenación del territorio.

## Referencias

Abarca, O. y Quiroz, J. (2005). Modelo cartográfico de riesgo de incendios en el Parque Nacional Henry Pittier. Estudio de caso: Vertiente sur, área colindante con la ciudad de Maracay. Maracay, Aragua: *Agronomía Tropical*, 55(1).

Aneas de Castro, S. (2000). Riesgos y Peligros una visión desde la Geografía. *Scripta Nova*. [Revista en Línea]. Disponible en: [www.ub.es/geocrit/sn-60.htm](http://www.ub.es/geocrit/sn-60.htm). [Consulta: 2010, julio 30].

Anderson, M. (1991). *Which Costos More: Prevention or recovery?* En: A. Kreimer y M. Mchan. (Eds) *Managind Natural Disasters and the Enviriment*: World Bank, pp. 17-27.

Ayala, F. y Olcina, J. (Coords.) (2002). *Riesgos Naturales*. Barcelona: Ariel Ciencia.

Banco Interamericano de Desarrollo (2001) Geology and tectonics of Northen South America. En *Geodynamic Investigations Venezuela 1972-1980*. (III Geodinamics Bulletin). *Boletín de Geología*. Publicación Especial N° 9. Caracas-Venezuela.

Calvo García-Tornel, F. (1984). La Geografía de los Riesgos. *Geocrítica*, 54, 7-39

Cardona, O. (2003). La necesidad de repensar de manera holística los conceptos de vulnerabilidad y riesgo. “Una crítica y una revisión necesaria para la gestión”. [Artículo en Línea] Disponible: <http://www.desenredando.org/public/artículo>. [Consulta: 2006, febrero 25].

Cartaya, S., Méndez, W. y Pacheco, H. (2006). *Modelo De zonificación de la susceptibilidad a los procesos de remoción en masa a través de un sistema de información Geográfico*. *Iterciencia* 9(31) pp. 638-646.

Castro, E., Valencia, A., Ojeda, J., Muñoz, F., y Fonseca, S. (2001). *Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa: Guía Metodológica*. Santa Fe de Bogotá, Colombia. INGEOMINAS/Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca/Escuela Colombiana de Ingeniería.

Delgado, H. y Navarro, M. (2002). *Mapas de amenaza volcánica*. [Libro en línea]. Disponible:

[http://www.ineter.gon.ni/Geofísica/vol/concepcion/mapas\\_amenaza-libro%20del%20mapa.pdf](http://www.ineter.gon.ni/Geofísica/vol/concepcion/mapas_amenaza-libro%20del%20mapa.pdf). [Consulta: 2006, diciembre 03].

DIRDN (1999, julio). *Mandato de Ginebra sobre la Reducción de los Desastres. Foro del Programa Internacional del Decenio Internacional para la Reducción de los Desastres Naturales*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.rds.org.mx> [Consulta: 2006, noviembre 19].

Echeverri, y Valencia. (2004). Análisis de los deslizamientos en la cuenca de la Quebrada La Iguaná de la ciudad de Medellín a partir de la interacción lluvia-pendiente-formación geológica. Medellín, Colombia: 71(142), 33-45.

El pequeño Larousse Ilustrado. (2000). *Diccionario enciclopédico*. Santa Fé de Bogotá: Larousse.

Eustaquio, C. (2004). *Aplicación de Sistemas de Información geográfica en la determinación de áreas vulnerables a riesgos naturales*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Defensa Civil, Proyecto Sistema de Información Geográfica (GEODECI).

Fidel, L. y Zavala, B. (2006). *Susceptibilidad a los movimientos en masa en la cuenca de la Quebrada Hualanga, Pataz, La Libertad*. [Libro en línea]. Disponible: <http://www.ingemmet.gob.pe/Publicaciones/Captrab-32pdf>. [Consulta: 2006, diciembre 19].

García, J., Monnar, O., Zapata, J., Arango, E., y López, P. (2006). *Sistema de Información Geográfica para el manejo y evaluación del riesgo sísmico en la ciudad de Santiago de Cuba*. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.espejos.unesco.org.uy/simplac2002/ponencias/geom%E1tica%2002/GEO50.doc>. [Consulta: 2006, diciembre 17].

Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (GIECC) (1997). *Informe especial del IRCC. Impactos Regionales del Cambio Climático: evaluación de la vulnerabilidad*. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.grida.no/climate/Inc./spmpdf/reion-s.pdf>. [Consulta: 2006, diciembre 17].

González, M. y Lima de Montes, Y. (2004). *Cartografía del riesgo a los deslizamientos en la zona central del principado de Asturias*. Disponible: <http://www.mappinginteractivo.com>. [Consulta: 2006, diciembre 21].

Gutiérrez, J., Castrillo, J. T. y Hervouët, Y. (s/f). *Cartografía de riesgos naturales utilizando sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG). Alrededor de la ciudad de Valera*. Disponible: <http://www>. [Consulta: 2006, diciembre 21].

Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (2004). *Mapa de susceptibilidad a deslizamientos de Nicaragua*. El Método Mora-Vahrson. Proyecto de

Mitigación de Georriesgos en Centroamérica. Managua, Nicaragua: INETER/SNET/ Instituto Federal de Geociencias y Recursos Naturales.

Lavell, A. (2003). La gestión Local del Riesgo. Nociones y presiciones entorno al concepto y la práctica. [Libro en línea] Cepredenac- PNUD. Disponible: <http://www.desenredando.org/guión/publicx/libro>. [Consulta: 2006, noviembre 18].

Lavell, A. y Mansilla, (2003) Nociones de términos relevantes para la gestión del riesgo. Vocabulario controlado del CRID. [Documento en línea] CEPREDENAC. Disponible: <http://www.sica.int/cepredenac/glosario.aspx> [Consulta: 2010, julio 30].

Lima de Montes, Y. Y González, M. R. (2000). Sistema De Información Geográfica (SIG) para generar mapas de riesgo a los deslizamientos [Documento DC]. *En Seminario Internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela, Caracas*. Disponible: Seminario Internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela, Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería 2000. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Instituto de Mecánica de Fluidos.

Marcano, A. (2010). *Zonificación de amenazas por procesos de remoción en masa en las cuencas comprendidas entre Camurí Chico y Punta Tigrillo, Estado Vargas, Venezuela*. Trabajo de Grado de Maestría no publicado, Universidad Pedagógica Experimental Libertador, Instituto Pedagógico de Caracas, Caracas.

Mardones, M. y Vidal, C. (2001). *La zonificación y evaluación de los riesgos naturales de tipo geomorfológico: un instrumento para la planificación urbana en la ciudad de Concepción*. [Revista en línea]. Disponible: <http://www.scielo.cl/cielo.php?script=sci>. [Consulta: 2006, febrero 20].

Maskrey, A. (1993). *Los desastres no son naturales*. [Libro en línea]. Disponible: [http://www.desenredado.org/public/libros/2006/ges\\_loc\\_riesgo/gestion\\_riesgo\\_español.pdf](http://www.desenredado.org/public/libros/2006/ges_loc_riesgo/gestion_riesgo_español.pdf). [Consulta: 2006, diciembre 03].

Maskrey, A. (1998). *El riesgo*. En A., Maskrey (Edit), *Navegando entre brumas: la aplicación de los sistemas de información geográfica al análisis de riesgos en América Latina* (pp. 9-33). Bogotá: La Red de Estudios Sociales en prevención de desastres en América Latina Intermediate Technology Development Group (ITDG).

Moncayo y Muñoz (2001). Elementos conceptuales generales. En E. Castro M. (Coord.) *Evaluación de riesgos por fenómenos de remoción en masa: Guía Metodológica*. (pp. 14-28). Santa Fe de Bogotá, Colombia: INGEOMINAS/ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca/Escuela Colombiana de Ingeniería.

- Mora, S. (1990). *Inestabilidad de ladera en la cuenca alta del Río Chicamocha*. Informe de la misión de asesoría. Colombia.
- Norma Venezolana COVENIN. (2001) Norma Venezolana: gestión de riesgos, emergencias y desastres, definición de términos, N° 3661: 2001. Caracas: Fondonorma.
- ONU-EIRD. (2004). *Vivir con el riesgo: Informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres*. [Libro en línea]. Disponible: <http://www.eird.org/cd/building-codes/pdf/doc16481/doc16481.pdf> [Consulta: 2006, diciembre 19].
- Organización de las Naciones Unidas (1972). *Declaración de Estocolmo*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.un.org> [Consulta: 2004, marzo 15].
- Organización de las Naciones Unidas (1992). *Declaración de Río*. Documento en línea]. Disponible: <http://www.un.org> [Consulta: 2004, marzo 15].
- Organización de las Naciones Unidas (2002). *Plan de Aplicación de las Decisiones de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible*. [Documento en línea] Disponible: <http://www.un.org> [Consulta: 2005, marzo 16].
- Piers, B., Ferry, C., Ian, D. y Ben, W. (1996). *Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres*. [Libro en línea]. Disponible: [http://www.desenredado.org/public/libros/1996/vesped-todo\\_sep-09-2002.pdf](http://www.desenredado.org/public/libros/1996/vesped-todo_sep-09-2002.pdf) [Consulta: 2006, diciembre 17].
- Plaza, G.; Galárraga, R.; Valverde, J.; Proaño, O. y Jiménez, E. (2000). Zonificación del peligro por deslizamientos, flujos de lodo y escombros y sismos. El caso de la ciudad de Bahía de Caráquez, Ecuador. [Documento en DC]. En *Seminario Internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela, Caracas*. Disponible: Seminario Internacional Los Aludes Torrenciales de Diciembre 1999 en Venezuela, Jornadas de Investigación de la Facultad de Ingeniería 2000. Universidad Central de Venezuela, Facultad de Ingeniería, Instituto de Mecánica de Fluidos.
- Rodríguez, H. y Toche, M. (1994). *Preparación y Mitigación de Riesgos en Puerto Rico: un análisis organizacional. Desastres y Sociedad*. [Libro en línea]. Disponible: <http://www.desenredado.org/public/revista/dys/rdys02/dys2-1.0-nov-19-2001-PMPRUOA.pdf>. [Consulta: 2006, diciembre 13].
- Sánchez, Urrego, Mayorga y Vargas. (2002). *Modelo para el pronóstico de la amenaza por los deslizamientos en tiempo real*. [Documento CD]. En Simposio Latinoamericano de Control de Erosión. Santa Fé de Bogotá, Colombia.

Servicio Nacional de Estudios Territoriales (2004). *Memoria Técnica para el Mapa de Susceptibilidad de deslizamientos de tierra en El Salvador*. San Salvador: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales.

Terlien y Van Westwer. (s/f). *Zonificación regional del peligro de deslizamiento de tierra*. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.ite.nl/externa1/unescorapca/casos%20de%20estudios%pdf>. [Consulta: 2006, diciembre 19].

Torres, J. (2005). *Reflexiones del V curso internacional sobre el manejo de SIG para La mitigación de los riesgos de desastres*. [Artículo en línea]. Disponible: [http://geofocus.rediris.es/2005/Informe7\\_2005.pdf](http://geofocus.rediris.es/2005/Informe7_2005.pdf). [Consulta: 2006, diciembre 19].

UNDRO (1979). *Natural disasters and vulnerability analysis*. Informe de reunión del Grupo de expertos. Ginebra, Oficina Coordinadora de las Naciones Unidas para el Socorro en Caso de Desastre.

Van Westwer (2006). *Introducción a los deslizamientos: Mapeo de los Deslizamientos empleando fotografías aéreas*. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.itn.nl/...140%20Amenaza%20%por%20deslizamientos/pdf>. [Consultado: 2006, diciembre 13].