



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

El presente libro ofrece una sistematización de experiencias de aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina y un análisis de los problemas conceptuales y metodológicos que deberían enfrentarse en su diseño e implementación. No pretende ofrecer recetas, pero sí busca resaltar las cuestiones claves que deberían tomarse en cuenta en las aplicaciones SIG para el análisis de riesgos y las posibles estrategias de diseño e implementación que podrían explorarse. El uso de *inteligencia* en el diseño de modelos espaciales-temporales y desarrollo de aplicaciones a diferentes niveles de resolución como estrategias para reducir la complejidad y la incertidumbre; el uso de métodos participativos de generación de datos y de análisis de riesgos; la aplicación de métodos y técnicas para la gestión de errores y estrategias de implementación de los SIG a corto plazo, basadas en sistemas de bajo costo y ofreciendo funcionalidades muy específicas, son sólo algunas de las recomendaciones que se postulan aquí.

El objetivo central de su publicación, por parte de la Red de Estudios Sociales en América Latina: LA RED, es que los investigadores, diseñadores y usuarios comprometidos adopten una actitud crítica y analítica hacia el desarrollo de aplicaciones de SIG para el análisis de riesgos, mejorando la calidad de las mismas. La primera parte de este libro ofrece una sistematización y análisis comparativas sobre la aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina, en base a la literatura disponible. La segunda parte del libro ofrece una selección de estudios de casos presentados en un Taller sobre la Aplicación de SIG al Análisis de Riesgos, organizado por la Red de Estudios Sociales en América Latina: LA RED, en el marco de su V Reunión General llevada a cabo en Lima, Perú, en octubre de 1994.

TABLA DE CONTENIDO

BIODATAS.....	2
INTRODUCCIÓN.....	5

BIODATAS

STEPHEN BENDER es M.Sc. en arquitectura. Actualmente se desempeña como Especialista Principal de la Unidad de Desarrollo y Medio Ambiente de la Organización de Estados Americanos en Washington D.C.

ANA CAMPOS es ingeniería civil. Hizo M.Sc. en ingeniería sísmica en la Universidad de los Andes. Ha hecho evaluaciones de vulnerabilidad sísmica en Pereira y Cali, evaluación de vulnerabilidad de líneas vitales en Cali.

MARÍA JOSÉ DOS SANTOS es ingeniería agrónoma, especialista en Teledetección y profesora de la Universidad Federal de Paraíba. Es coordinadora del Área de Teledetección y SIG del Departamento de Ingeniería Agrícola de la Universidad Federal de Paraíba, Brasil. También es miembro de la Unidad de Estudios y Proyectos sobre Desastres (UN CAL).

MARÍA-AUGUSTA FERNANDEZ es ingeniería geógrafa e ingeniería en sistemas y ciencias de la computación de la Escuela Politécnica del Ejército de Ecuador. Postgrado en planificación regional en el Centro Panamericano de Estudios e Investigaciones Geográficas. Miembro Principal de la Comisión de Geografía del Instituto Panamericano de Geografía e Historia. Catedrática de la Universidad Católica del Ecuador. Asesora en desastres y medio ambiente para América del Sur de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional USAID. Tiene aproximadamente veinte publicaciones entre artículos, ponencias y libros.

NELLY AMALIA GRAY DE CERDÁN es doctora en filosofía y letras especializada en geografía de la Universidad de Cuyo. Tiene, asimismo, un postgrado en Ordenamiento Territorial de la Universidad de Burdeos, Francia. Es investigadora del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) de Argentina. Se desempeña como Profesora Titular y como Coordinadora del Centro de Estrategias Territoriales para el Mercosur (CETEM) en el Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad Nacional de Cuyo. Cuenta con una producción de más de cincuenta artículos publicados en revistas nacionales y extranjeras, cinco libros y capítulos de libros. Ha realizado una importante tarea como asesora de gobiernos locales, provinciales y de la Presidencia de Argentina en programas de ordenamiento territorial. Actualmente es Consultora Externa de la Unidad de Desarrollo Sustentable y Medio Ambiente - Programa de Mitigación de Desastres de la OEA.

JESÚS MANUEL MACÍAS es geógrafo, doctor en Geografía, graduado en la Universidad Nacional Autónoma de México. Desde hace algunos años trabaja como investigador en el Centro de Investigaciones y Estudios Sociales en Antropología Social (CIESAS) en México, haciendo estudios regionales y sobre desastres. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores de México, de la Unión de Geógrafos Progresistas de México y del Grupo Especializado en Desastres del Consejo Mexicano de Ciencias Sociales, que es miembro de la

Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina. Tiene 35 títulos publicados entre artículos, libros y capítulos de libros.

ALICIA MINAYA PIZARRO es geógrafa, graduada en la Pontificia Universidad Católica del Perú, con estudios de postgrado en Sistemas de Información Geográfica (SIG) y Teledetección en la Universidad de Alcalá, España y maestría en Gestión del Medio Ambiente en la Universidad de Nottingham, Inglaterra. Ha trabajado en los temas ambiental, oferta ambiental, cambio climático, El Niño-Oscilación Sur, desastres, Agenda 21, en ITDG-Perú, CCAIJO-Cusco, el Instituto Geofísico del Perú y el Centro de Investigación en Geografía Aplicada (CIGA-PUCP). Actualmente apoya al Consejo Nacional de Medio Ambiente (CO-NAM) de Perú a través del Centro de Estudios Ambientales (IDEA) de la Pontificia Universidad Católica. Cuenta con varios artículos y trabajos a nivel nacional e internacional.

NÉSTOR MONTALVO es ingeniero agrícola, doctor en ciencias agronómicas, es especialista en recursos de agua y tierra, sistemas automatizados y sistemas de información geográfica. Se ha desempeñado como jefe del programa APODESA y jefe del departamento de recursos de agua y tierra de la Facultad de Ingeniería Agrícola de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Actualmente se desempeña como jefe del proyecto Estudios Automatizados Especializados del INADE y es profesor principal de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

MARX PRESTES BARBOSA es geólogo de petróleos, doctor, profesor de la Universidad Federal de Paraíba (Brasil), profesor visitante en el Centro de Ciencias para la Observación de la Tierra del Departamento de Geografía de la Universidad de Manitoba por el Consejo Nacional para el Desarrollo Técnico y Científico (CNPq/Brasil). Trabaja en desastres naturales y sus vinculaciones urbanas y rurales, con énfasis en la aplicación de datos de percepción remota en los problemas de sequías en el nordeste de Brasil.

FERNANDO RAMÍREZ GÓMEZ es sociólogo. Realizó estudios de maestría en La Universidad de París VIII. Ha trabajado en diferentes instituciones realizando investigaciones y consultorías sobre temas como población, desarrollo y desastres para el gobierno colombiano e instituciones internacionales como Naciones Unidas. Fue consultor de la Dirección Nacional para la Prevención y Atención de Desastres hasta 1994. Actualmente se desempeña como consultor independiente en prevención de desastres y planificación urbana regional. Tiene entre sus publicaciones: "Algunas anotaciones sobre el trabajo independiente en Colombia", en:

Lecturas sobre Empleo (1987) y "Asentamientos Humanos en Zonas de Alto Riesgo, Elementos para una Política" (1991).

JULIO SERJE DE LA OSSA es ingeniero de sistemas y computación graduado en la Universidad de los Andes. Actualmente es Gerente de CompuArte Ltda. de Colombia. Se ha desempeñado como Consultor de FONADE en el diseño y desarrollo de un procesador de

documentos con capacidades gráficas y numéricas y un sistema de producción de gráficos estadísticos. Es desarrollador del software Desinventar promovido por LA RED.

ANDRÉS VELASQUEZ es ingeniero geólogo graduado en la Universidad Nacional Seccional de Medellín (1984). Ha sido investigador asociado del Observatorio Sismológico de Sur Occidente (OSSO) y actualmente es su director. Es profesor asistente de la Universidad del Valle desde 1988; es miembro fundador de LA RED. Participó en los planes de desarrollo de Medellín, Manizales, Pereira, y Cali (1983-1992), hizo estudios posterremoto de los sismos de 1991 (Chocó) y 1992 (Urabá). Es también miembro de comités locales y regionales para la prevención de desastres y de comisiones asesoras del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres. Ha dado conferencias y ha sido coorganizador de seminarios y talleres de mitigación de riesgos en Colombia y otros países en América Latina. Tiene varias publicaciones en las áreas de desastres históricos, planes de prevención de desastres, zonificaciones de amenaza, vulnerabilidad y riesgos. Ha participado en actividades de mitigación de riesgos con comunidades urbanas y rurales, con sectores gubernamentales y no gubernamentales, instituciones de socorro y comunicadores.

INTRODUCCIÓN

El presente libro ofrece una sistematización de experiencias de aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina y un análisis de los problemas conceptuales y metodológicos que deberían enfrentarse en su diseño e implementación.

En los últimos años, ha surgido un creciente interés en la región por el uso de los SIG, tanto por parte de los organismos nacionales de gestión de desastres como por otras instituciones. Las expectativas generadas por el uso de SIG son muy altas, lo que a menudo implica que las organizaciones en la región dediquen cantidades significativas de recursos humanos, financieros e institucionales en la implementación de aplicaciones propias de los SIG.

Lamentablemente, paralelo al auge de los SIG, no ha ocurrido una sistematización de las experiencias en marcha ni una reflexión sobre los problemas conceptuales y metodológicos que se presentan en el diseño e implementación de aplicaciones para el análisis de riesgos. Sin enfrentar ni resolver estos problemas, se corre el peligro de que las aplicaciones no contribuyan positivamente a las estrategias de gestión de riesgos en la región.

Sin embargo, no es fácil una sistematización y análisis de la aplicación de los SIG al análisis de riesgos en la región. Por un lado, es evidente que, incluso en contextos como los Estados Unidos, el diseño de este tipo de aplicación es aún tema de investigación. No existen parámetros y procedimientos establecidos y probados que puedan utilizarse en su desarrollo, lo cual se refleja en una escasa literatura sobre el tema. En América Latina, la literatura disponible es más pobre aún, y se ha producido poca documentación sobre los proyectos en implementación.

Por otro lado, la literatura, en general, es de carácter descriptivo, centrada sobre todo en las características técnicas de los sistemas y no en el conjunto de cuestiones conceptuales y metodológicas que surgen en el diseño e implementación de las aplicaciones: los propósitos de la aplicación en el contexto de la gestión de riesgos; los conceptos y enfoques sobre el riesgo que informa el diseño de los modelos espaciales-temporales utilizados; los problemas para obtener datos de una adecuada calidad y cobertura; la gestión de los errores que pueden surgir en la información producida, y las estrategias utilizadas para la implementación de la aplicación en una entidad. Como tal, en vez de ayudar al análisis de problemas y a la exploración de estrategias, gran parte de la literatura confirma la impresión de que el diseño e implementación de aplicaciones SIG para el análisis de riesgos en América Latina, se está llevando a cabo en un vacío conceptual y metodológico.

Según los casos documentados en la literatura, los SIG, en la actualidad, juegan un rol sumamente conservador en la gestión de riesgos en la región. La mayoría de las aplicaciones documentadas parten de concepciones de riesgo informadas por las ciencias naturales y aplicadas, y en muchos casos se limitan al análisis de amenazas. Aun cuando el análisis de amenazas se complementa con datos sobre la vulnerabilidad, se busca cuantificar el riesgo como una medida neutral, y como objetivo de la

probabilidad de sufrir daños y pérdidas. Como tal, las aplicaciones 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. Hasta la fecha, hay pocas aplicaciones que buscan representar el riesgo como una medida relativa y dinámica de la resistencia y capacidad de recuperación de una población vulnerable, frente a los daños y pérdidas causados por una amenaza determinada. En general, la información producida por los SIG se utiliza para sustentar estrategias convencionales de gestión de riesgo, como la zonificación de amenazas, y no para apoyar las estrategias de gestión de riesgos de poblaciones vulnerables. Menos comunes aún son las aplicaciones diseñadas para visualizar los escenarios de riesgo, desde la perspectiva de diferentes imaginarios, con el potencial de servir como herramientas de negociación entre los diversos actores comprometidos en su gestión.

Las aplicaciones documentadas manifiestan también un conjunto de problemas de diseño y de implementación. Debido a la gran variedad de amenazas y vulnerabilidades en la región y los procesos muy dinámicos de cambio, el riesgo en América Latina tiene una escala fractal muy alta, manifestada en escenarios de riesgo altamente localizados, cambiantes, heterogéneos y complejos.

Es muy difícil diseñar modelos espaciales-temporales de una resolución suficientemente alta, para poder visualizar estos escenarios en un SIG, debido a: la complejidad de las variables involucradas; la dificultad de cuantificar y representarlos como entidades espaciales-temporales, y la existencia de niveles de incertidumbre muy altos en tomo a su integración. En muchos contextos, estos problemas en el diseño de modelos espaciales se han complicado y agravado por la ausencia de fuentes de datos con una cobertura espacial y temporal adecuada y de una calidad aceptable.

El uso de datos de una calidad deficiente, en modelos cuya representación del riesgo es básicamente especulativa, magnifica y multiplica las posibilidades de error en la información producida. En general, en la región, se presta poca atención a la gestión del error en las aplicaciones SIG, y se ofrece poca información sobre el linaje de los datos y las operaciones realizadas sobre ellos. Como consecuencia, es probable que la información sobre el riesgo producida por muchas aplicaciones tenga niveles inaceptables de error, tanto en términos de la localización del riesgo como en términos de sus atributos, mientras que la detección y eliminación de los errores se vuelve bastante difícil.

Por otro lado, las estrategias de implementación de SIG en la región, que se basan en la adquisición de sistemas caros, ofreciendo funcionalidades sofisticadas, que requieren largos períodos para su puesta en funcionamiento, se han mostrado poco exitosas y sostenibles, dado que la mayoría de las instituciones y organizaciones comprometidas en la gestión de riesgos en América Latina se caracterizan por la inestabilidad, la falta de recursos y un enfoque cortoplacista y reactivo en la planificación de sus actividades.

Dada la falta de sistematización y análisis, no existen procedimientos y parámetros establecidos para resolver estos problemas. El presente libro no pretende ofrecer recetas, pero sí busca resaltar las cuestiones claves que deberían tomarse en cuenta en las aplicaciones SIG para el análisis de riesgos y las posibles estrategias de diseño e

implementación que podrían explorarse. El uso de inteligencia en el diseño de modelos espaciales-temporales y desarrollo de aplicaciones a diferentes niveles de resolución como estrategias para reducir la complejidad y la incertidumbre; el uso de métodos participativos de generación de datos y de análisis de riesgos; la aplicación de métodos y técnicas para la gestión de errores y estrategias de implementación de los SIG a corto plazo, basadas en sistemas de bajo costo y ofreciendo funcionalidades muy específicas, son sólo algunas de las recomendaciones que se postulan aquí.

Como tal, es menester resaltar que el libro no es un manual para aprender el manejo de un SIG. Tampoco pretende comparar las bondades relativas de los diferentes sistemas y softwares que se utilizan en la región. El objetivo central de la publicación de este libro, por parte de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina: LA RED, es que los investigadores, diseñadores y usuarios comprometidos adopten una actitud crítica y analítica hacia el desarrollo de aplicaciones de SIG para el análisis de riesgos, mejorando la calidad de las mismas. Nuestra apuesta con esta publicación es que los SIG pueden ser herramientas para la generación de información que permiten la visualización y análisis de riesgos en la región, y que no podría producirse de otra forma.

La primera parte de este libro ofrece una sistematización y análisis comparativo sobre la aplicación de los SIG al análisis de riesgos en América Latina. en base a la literatura disponible. En el Capítulo 1, se presentan los diferentes enfoques conceptuales sobre el riesgo que han surgido de la investigación sobre los riesgos y los desastres, para luego caracterizar los escenarios de riesgo y la gestión de riesgos en América Latina. En el Capítulo 2, se introduce el concepto de análisis de riesgos, para luego reseñar la evolución de la aplicación de los SIG a este campo, tanto en América Latina como en otras partes del mundo, como una herramienta para la gestión de riesgos. En el Capítulo 3, se presenta un análisis y una sistematización de los problemas de diseño e implementación de aplicaciones de SIG para el análisis de riesgos en América Latina, además de las estrategias que podrían explorarse para resolver estos problemas.

La segunda parte del libro ofrece una selección de estudios de casos presentados en un Taller sobre la Aplicación de SIG al Análisis de Riesgos, organizado por la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina: LA RED, en el marco de su V Reunión General llevada a cabo en Lima, Perú, en octubre de 1994. La importancia y relevancia de estos casos se debe no sólo al hecho de que ilustran con ejemplos concretos muchos de los problemas y estrategias reseñados en la primera parte del libro, sino que constituyen algunos de los pocos esfuerzos que se han realizado en América Latina, hasta la fecha, para sistematizar el uso del SIG en este campo, desde una perspectiva crítica. Como tal, representan una veta de análisis y sistematización que debe seguir profundizándose en el futuro.

Es preciso hacer explícito una limitación del presente trabajo. Refleja más que nada el estado de arte de los SIG del año 1994. Mientras que el análisis y sistematización presentados aquí no pueden representar más que un corte transversal en el tiempo, el desarrollo de la informática en general y de los SIG en particular en años recientes ha tenido una velocidad espectacular.

En el transcurso de la investigación y redacción del libro es indudable que han surgido numerosas nuevas aplicaciones en la región que ofrecen nuevas perspectivas sobre los problemas y estrategias presentados aquí. Nuestra única justificación frente a esta probabilidad y en defensa de la vigencia del libro es que los problemas de diseño e implementación presentados aquí, no son tan coyunturales como los sistemas de informática que los experimentan. Más bien, son problemas perennes, de carácter conceptual y metodológico, cuya solución no está garantizada por avances técnicos en el campo de la informática.

Por último, el autor quisiera agradecer a las siguientes personas que han contribuido en forma decisiva al desarrollo del presente trabajo: Andrés Velásquez (OSSO, Colombia); Jesús Manuel Macías (CIESAS, México); Juvenal Medina (ITDG, Perú); y Marx Prestes (Universidad de Paraíba, Brasil) quienes participaron en el diseño de la investigación y en la organización del Taller de la Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina: LA RED antes mencionado. Por su parte, María Augusta Fernández de RHUDO AID, Quito, y Stephen Bender de la OEA, Washington, facilitaron el acceso a una parte importante de la literatura analizada.