

## APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA SIG, A LOS PROBLEMAS DE VULNERABILIDAD<sup>1</sup>

Por: Economista ANA MERCEDES MUNERA BRAND (\*)  
Arquitecta CECILIA INES MORENO JARAMILLO (\*)

### INTRODUCCIÓN

#### ¿POR QUÉ EL TEMA DE LOS DESASTRES?

Para el CEHAP la temática de la vulnerabilidad y los desastres toma una importancia cada vez mayor, dentro de la multiplicidad de aspectos estudiados a través de talleres, seminarios internacionales y ciclos de investigación, que se vienen desarrollando desde la creación misma del programa PEVAL en 1982 (Programa de Estudios de Vivienda en América Latina)

A partir del proceso de acompañamiento y asesoría a la comunidad damnificada de Mi Casita<sup>2</sup>, que se desarrolla en el marco del Proyecto Piloto del PEVAL, se viene depurando una experiencia metodológica que busca multiplicarse en otras comunidades damnificadas o en situación riesgo a través del Programa de Asesorías.

Nuevos Horizontes es otro caso de una comunidad damnificada por los deslizamientos ocurridos en el barrio Granizal en el año de 1985. El proceso fue asesorado por un grupo de estudiantes de la Universidad Nacional de Colombia al que el CEHAP se vinculó totalmente en 1988 luego de una asesoría indirecta.

---

<sup>1</sup> Ponencia presentada en el 17º Taller Latinoamericano: Prevención y Planificación para Evitar Desastres, organizado por el CEHAP, en Agosto de 1991

(\*) Instructora asociada CEHAP Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

<sup>2</sup> Comunidad que se organiza luego de ser víctima de un deslizamiento, en el sector de Nuevos Conquistadores en el año de 1984

Los logros de ambas experiencias dan pie para que el Concejo Municipal de Medellín y algunas ONG, se unan al CEHAP en un proceso de apoyo a la comunidad afectada por el desastre de Villa Tina<sup>3</sup> Se inició un proceso de discusión y análisis a partir del cual se creó el Comité interinstitucional "Población y Territorio" y se conformó la "Coordinadora Metropolitana de Damnificados". Por múltiples causas estas iniciativas no trascienden así como tampoco la municipalidad ejecutó un plan certero de atención global.

Como resultado práctico de este proceso se iniciaron diagnósticos de vulnerabilidad y se desarrolló un plan educativo con la comunidad para la disminución del riesgo en el sector de Picachito<sup>4</sup>. Es un proceso que busca la participación de las entidades del municipio para convertirlo en un Plan Piloto para Prevención y Mitigación de desastres en los Barrios de Medellín, considerados como zonas de alto riesgo por decreto 15 de 1985.

Con toda la experiencia acumulada, el CEHAP quiso hacer un análisis más profundo y formuló el tema de "Desastres y Hábitat" para la realización del 6o. Ciclo de Investigaciones, el cual se convocó a nivel latinoamericano en 1988. Se realizó la investigación: Agentes y Acciones en Zonas de Alto Riesgo en 1990 y en agosto de 1991 se realiza el 17<sup>o</sup> Taller Latinoamericano "Prevención y Planificación para Evitar Desastres" y el Taller Nacional "Hábitat y Riesgos".

## **¿POR QUÉ LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA?**

Como parte del proceso de capacitación de profesionales del CEHAP, se recibió en 1988 el curso sobre "Manejo de Información con Referencia Espacial para la Planeación Urbana".

En este curso se trabajó la parte teórica, concerniente a los aspectos generales sobre Sistemas de Información Geográfica (SIG) y se complementó con la metodología y las herramientas necesarias para implementar este sistema tales como: fotografías aéreas, trabajo de campo, uso de mapas y cartografía, etc.

Durante el curso se hizo un análisis de ventajas y desventajas del sistema a través de un ejercicio. El estudio de caso se realizó en un sector del asentamiento "Nuevos Conquistadores", nombrado por los investigadores "La Muelita". Allí se compiló información para la creación de una base de datos con

---

<sup>3</sup> Desastre de gran magnitud ocurrido en la Comuna Centro Oriental de Medellín en el año de 1987

<sup>4</sup> Proceso desarrollado entre el CEHAP, el Instituto Nacional de minas INGEOMINAS y el Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA.

el programa GEOSYS<sup>5</sup>

Entendiendo la importancia de los SIG y su potencialidad como herramienta para la toma de decisiones y notando, de un lado, las limitaciones de nuestro trabajo y, de otro, la pobre disponibilidad y baja calidad de la información que poseen las agencias del Gobierno, se desarrolló un estudio que permitiera la formulación de un plan para la adopción de sistemas de información a ser implementado por el CEHAP.

Con el proceso desarrollado se busca el cumplimiento de dos objetivos principales: iniciar el entrenamiento en la metodología de manejo de la información georeferenciada para los problemas de vivienda y urbanismo, y desarrollar el estudio de caso "La Planeación Preventiva en el Barrio Nuevos Conquistadores"

Así debe entenderse este estudio: no como un análisis terminado, sino como parte de un proceso en desarrollo.

### **¿POR QUÉ NUEVOS CONQUISTADORES?**

En 1984 el CEHAP finalizó la investigación, "Mejoramiento barrial en Medellín 1974 - 1984". En esta se analizaron diferentes asentamientos populares de Medellín, entre ellos "Nuevos Conquistadores".

La zona es vulnerable debido a los sistemas constructivos utilizados, que producen la desestabilización de los terrenos que a su vez no son muy apropiados para la construcción.

En Nuevos Conquistadores han ocurrido varios deslizamientos de importancia; el mayor ocurrió en 1984 afectando a 81 familias. El CEHAP asesoró a esta comunidad en aspectos organizativos, técnicos y de autoconstrucción con el fin de capacitar a la comunidad para enfrentar el programa de reubicación y autogestión comunitaria.

Es uno de los barrios meta de los programas de mejoramiento barrial realizados por el Municipio mediante el Programa de Rehabilitación de Barrios Subnormales.

---

<sup>5</sup> GEOSYS Spatial Data Base Management System. Programa diseñado por Henk T. Lutchman y Diederick Terharmans del IHS - Rotterdam.

## ESTUDIO DE CASO

### OBJETIVOS

- Determinar el **grado de vulnerabilidad** en el asentamiento de Nuevos Conquistadores identificando los diferentes **niveles de riesgo**.
- Desarrollar una propuesta de mejoramiento y/o rehabilitación barrial y diseñar planes de acción para la prevención de los riesgos, con metodologías posibles de replicar en otros asentamientos del Area Metropolitana.
- Desarrollar una estrategia de acciones donde la capacitación de la comunidad sea el eje central desde el punto de vista técnico y organizativo.
- Experimentar, en una realidad específica, la utilidad, comportamiento, limitaciones, problemas y potencialidades que tiene un SIG para estudiar y proponer alternativas frente a problemas relacionados con desastres.

### HIPOTESIS

- El desarrollo urbano en los asentamientos populares se caracteriza porque los sistemas constructivos utilizados por las personas, no son adecuados para el tipo de suelos y condiciones topográficas.
- La ausencia de asesoría técnica en el proceso constructivo de la viviendas es una razón para que estas condiciones de riesgo se mantengan.
- Los **planes de prevención** para las zonas de alto riesgo no existen, de esta forma la vulnerabilidad es creciente.
- Los programas de mejoramiento adelantados por el municipio, en algunos casos, son de baja calidad y contribuyen a la pérdida de recursos económicos y técnicos.
- Algunas veces, los Planes de Desarrollo Municipal son elaborados sin diagnósticos previos sobre las condiciones geológicas, topográficas y geográficas de los terrenos.

### METODOLOGÍA

Se trata de desarrollar una investigación aplicada en un sector de la ciudad, Barrios Nuevos Conquistadores, el cual se encuentra en un alto grado de vulnerabilidad frente a riesgos de diferente índole. La investigación tiene como fin encontrar el real estado de vulnerabilidad del asentamiento, utilizando como herramienta un SIG.

Se desarrolla un proceso metodológico de tipo analítico y confrontado. Es decir que la puesta a prueba de la información, mediante el uso de programas automatizados, permita por un lado, demostrar la importancia del uso de los SIG y, por otro lado, producir resultados útiles para los agentes que intervienen en el sector a ser estudiado. Como resultado práctico se espera producir un insumo técnico de gran cobertura que posibilite crear las bases para el diseño de una **metodología de análisis** general.

Se determinan las variables que permiten la definición de los diferentes ángulos de la vulnerabilidad. Posteriormente se analiza las interrelaciones de las distintas variables: dependencia, correlación, etc y se pondera el grado de influencias de unas con respecto a las otras.

De este modo se estructura el Modelo de Análisis con el que se encuentra la vulnerabilidad global. Esta metodología se pone a prueba para su validación y aplicación en futuros análisis de definición de vulnerabilidades.

## **ESTRUCTURA CONCEPTUAL**

### **ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD**

Existen múltiples definiciones sobre **desastre, riesgo, amenaza y vulnerabilidad**, determinadas y validadas por el interés particular y la formación profesional o disciplinaria de quienes las han formulado. Para el presente estudio de caso, nos acogeremos al marco conceptual propuesto por el Doctor WILCHES CHAUX <sup>6</sup>

**Desastre:** Es el producto de la convergencia, en un momento y lugar determinados, de dos factores: **Riesgo y Vulnerabilidad**.

**Riesgo:** Se entiende como cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea **vulnerable** a ese fenómeno.

**Vulnerabilidad:** La incapacidad de una comunidad para "absorber", mediante un autoajuste, los efectos de un determinado cambio en su medio ambiente, o sea su "inflexibilidad" o incapacidad para adaptarse a ese cambio que para la comunidad constituye un **riesgo**. La vulnerabilidad determina la intensidad de los daños que produzca la ocurrencia efectiva del **riesgo** sobre la comunidad.

---

<sup>6</sup> Wilches Chau, Gustavo. Desastres, ecologismo y formación profesional. Pág 3-1 a 3-51, SENA, Popayán 1989. (Extracto).

**Amenaza:** Se considera como la probabilidad de que ocurra un **riesgo** frente al cual una comunidad en particular es **vulnerable**.

**Preparación:** Posibilidad de la comunidad para enfrentar el desastre. En la fórmula siguiente, al reducir el valor de un factor en la multiplicación, se reduce el resultado.

$$\frac{\text{RIESGO} \times \text{VULNERABILIDAD}}{\text{PREPARACION}} = \text{DESASTRE}$$

En la preparación habría dos acciones que aunque genéricamente conocemos como prevención, el Doctor Chauv divide en:

**Prevención:** Reducción del riesgo

**Mitigación:** Reducción de la vulnerabilidad.

A esta división que es para efectos de clarificar la acción, se precisa que: "Un fenómeno de la naturaleza sólo adquirirá la condición de riesgo cuando su ocurrencia se dé o se prevea en un espacio ocupado por una comunidad que debe afrontar las consecuencias de dicho fenómeno".

"La vulnerabilidad se constituye como un sistema dinámico, es decir, surge como interacción de una serie de factores y características que convergen en una comunidad en particular. A esta interacción se le denomina **VULNERABILIDAD GLOBAL**". Para efecto de entender la vulnerabilidad como parte de un sistema Chauv propone dividir en distintas vulnerabilidades. Cada una de ellas constituye apenas un ángulo particular para analizar el problema global, cada una en estrecha interconexión.

### **ÁNGULOS DE LA VULNERABILIDAD**

**Vulnerabilidad natural:** La da el mismo hecho de existir, está determinada por los límites ambientales en los cuales es posible la vida.

**Vulnerabilidad física:** La ubicación de los asentamientos humanos en zonas inapropiadas y las deficiencias de sus estructuras físicas para absorber los efectos de esos riesgos.

**Vulnerabilidad económica:** Se expresa en desempleo, insuficiencia de ingresos, inestabilidad laboral, etc.

**Vulnerabilidad social:** Está referida por el nivel de cohesión interna que posee una comunidad.

**Vulnerabilidad política.** Constituye el valor del nivel de autonomía de una comunidad para la toma de decisiones.

**Vulnerabilidad técnica:** Dada por los diseños y estructuras y su apropiación a las condiciones físicas del terreno.

**Vulnerabilidad ideológica:** Depende de la concepción sobre el mundo y del papel de los seres humanos en él.

**Vulnerabilidad cultural:** La definen los patrones de comportamiento social y la influencia del medio.

**Vulnerabilidad educativa:** El conocimiento y las verdades académicas para enfrentar el reto del mundo.

**Vulnerabilidad ecológica:** La posibilidad de compensar los efectos de la acción humana sobre la naturaleza.

**Vulnerabilidad institucional:** La debilidad o fortaleza de la sociedad y las instituciones para enfrentar la crisis.

## **DEFINICION DE LOS SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA - SIG**

Existen diferentes definiciones sobre los SIG, las cuales pueden ser complementarias:

- "Un SIG es un poderoso conjunto de herramientas para obtener, almacenar, recuperar a voluntad, transformar y desplegar datos espaciales del mundo real para determinados propósitos". (Burrough, 1986).
- "Un SIG es un sistema especializado de base de datos capaz de manipular información espacial".
- Un SIG es una herramienta de apoyo a la toma de decisiones legales administrativas, económicas; y ayuda para los procesos de planeación y desarrollo presentando de un lado, la información georeferenciada para un área definida y de otro, un buen volumen de procedimientos y técnicas para la recolección sistemática, actualización, procesamiento y distribución de datos.

- Un SIG es un sistema computarizado que permite manipular información georeferenciada.

### **¿POR QUÉ RELACIONARLOS?**

Asumimos el análisis de la vulnerabilidad como una valiosa herramienta de diagnóstico orientada a la identificación de los efectos posibles de un desastre, el grado de exposición de las personas y bienes ante un determinado evento, el impacto que puede causar dicho evento en la estructura física, económico, social y político.

En general el objetivo del uso del sistema, es apoyar la toma de decisiones participativas dentro del proceso administrativo de los recursos humanos para emergencias, el cual podría ayudar a reducir la vulnerabilidad urbana o en establecer medidas (prevención, mitigación, rescate o reaparición) para prevenir los desastres, sean ellos naturales u originados por las actividades humanas como ayuda para disminuir el impacto causado por la dimensión espacial de los conflictos sociales.

Así, el GIS suministra información, materia prima para el proceso de toma de decisiones en los diferentes sectores involucrados, observando las políticas y programas de desarrollo con base al funcionamiento de un sistema de monitoreo o permanente actualización.

El sistema debe ser más que proposiciones generales o orientaciones suplementarias. Este podría contribuir para la evaluación de riesgos y situaciones de vulnerabilidad en las áreas urbanas, en las distintas escalas ya definidas, investigar el impacto de las decisiones tomadas en el pasado, para con base en ellas entender las tendencias y probar hipótesis de los posibles impactos de las decisiones a ser tomadas. Lo anterior podría llevar a un inventario de la actual situación tener una descripción consistente de la realidad y además, monitorear y evaluar el impacto de ciertas actividades.

## **DESARROLLO DEL ESTUDIO**

### **IDENTIFICACIÓN DE LA SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD EN NUEVOS CONQUISTADORES.**

Nuevos Conquistadores es un barrio popular de invasión que fue declarado por el Municipio como zona de alto riesgo. El asentamiento ha sido desarrollado progresivamente sin ayuda del Estado ni asesoría técnica para la autoconstrucción de las viviendas, más aún, en su gran mayoría están hechas con materiales desechables.



En los últimos años, Nuevos Conquistadores ha tenido varios "pequeños deslizamientos" en épocas lluviosas. La vulnerabilidad es el resultado del desarrollo de un asentamiento en condiciones que podemos resumir en:

**Desmante:** Rápida desaparición de la capa vegetal lo cual produce erosión.

**Banqueos:** Los cambios en las pendientes de las laderas, las cuáles desestabilizan el suelo, ya que cambia la distribución natural de las cargas (el peso).

**Construcciones no adecuadas:** Precarias obras de construcción que imponen, junto con el depósito de tierra resultante de banqueos, nuevos pesos. Construcción sobre llenos de materiales no adecuados, suelos no preparados o con fundaciones no aptas.

**Zonificación Caótica:** trazo de vías que lentamente se van acomodando el suelo, luego de pequeños deslizamientos.

**Evacuación de desechos líquidos y sólidos:** En forma caótica aparecen caños de aguas negras que en forma natural buscan caminos de drenaje. Hay muchos puntos críticos donde hay percolaje o estancamientos de agua que ablandan el suelo.

**Plantíos inadecuados:** Como el plátano y otros que guardan mucha humedad, imprimen peso y contribuyen a la erosión.

## **LAS FUENTES DE INFORMACIÓN**

La información para el estudio provino de mapas a diferentes escalas y cubrimiento; fotografías aéreas de diferentes años, cobertura y áreas; estudios socioeconómicos tanto de la oficina de Planeación Metropolitana como de unidades académicas universitarias o de instituciones no gubernamentales que desarrollan alguna actividad en el asentamiento.

Por lo desactualizado de la información se optó por realizar una actualización de la base topológica, utilizando fotografías aéreas existentes y otras tomadas por el equipo de trabajo y visitas de campo. A esta base topológica se vaciaron todas y cada una de las variables consideradas en el censo llevado a cabo por el equipo con el apoyo de estudiantes de bachillerato residentes en el barrio.

Para procesar la información se optó por el método digital, por tal motivo se

digitalizaron los mapas temáticos, teniendo muy en cuenta las coordenadas geodésicas definidas para el estudio.

### **ESTRUCTURA DE LA BASE DE DATOS**

El área cubierta es de 635 metros de ancho por 390 metros de largo, para un total de 247,650 metros cuadrados.

En la medida que el objetivo es la identificación del grado de vulnerabilidad de las viviendas en el asentamiento, se define la unidad de análisis de 25 metros cuadrados correspondiente al área típica del barrio. En el área así definida encontramos 555 viviendas, a las que posteriormente se les diligenció la encuesta.

### **EL PLAN DE ANÁLISIS**

Debido a que el tiempo de la realización del trabajo era corto, a la disponibilidad de la información era poca, la formación académica y conceptual de los participantes de estudio de caso no era muy alta, se definió solo trabajar con la definición de las siguientes vulnerabilidades, entendiendo que el modelo aquí resultante debe ser complementado y verificado posteriormente.

#### **VULNERABILIDAD TÉCNICA**

- \* Área
- \* Materiales constructivos
- \* Áreas constitutivas de las viviendas.
- \* Acueducto
- \* Alcantarillado
- \* Energía eléctrica
- \* Drenajes de aguas lluvias.

#### **VULNERABILIDAD FÍSICA:**

- \* Localización de la vivienda en la pendiente
- \* Vías de acceso
- \* Áreas constitutivas de las viviendas
- \* Servicios externos

#### **VULNERABILIDAD NATURAL:**

- \* Vías de acceso
- \* Presencia de caños y cañadas

- \* Localización de la vivienda en la pendiente
- \* Estaciones de energía
- \* Cotas de nivel

#### VULNERABILIDAD ECONOMICA:

- \* Tipo de empleo de los habitantes de la vivienda
- \* Ingresos semanales
- \* Inversiones hechas en la vivienda
- \* Tiempo de permanencia en el sitio.

#### VULNERABILIDAD SOCIAL

- \* Personas por familia
- \* Familias por vivienda
- \* Uso de la vivienda

#### VULNERABILIDAD CULTURAL

- \* Inversiones hechas en la vivienda
- \* Tiempo de permanencia en el lugar

Luego se realizaron varios cruces de variables con el fin de definir los factores que intervienen en la vulnerabilidad por deslizamiento definidos anteriormente. Posteriormente se definirá un modelo por medio del cual se pueden relacionar los distintos factores.

## CONCLUSIONES

Antes de la era de los computadores, el mapa era la base de datos espacial y con el fin de producir nueva información desde los mapas, los técnicos tenían que leerlos y estudiarlos con una gran muestra de imaginación. Tradicionalmente hemos analizado estos datos espaciales usando herramientas como la superposición y traslapes de mapas, los planímetros, el compás, las reglas y los lápices. Todos éstos métodos son aún ampliamente usados. Los SIG los están reemplazando de manera acelerada, debido a que son más rápidos, es mayor el costo efectivo pero dan mejor precisión.

Un SIG está en capacidad de suministrar información rápidamente, elaborar representaciones gráficas de excelente calidad y mantener la información más actualizada que mediante procesos manuales.

El SIG permite operaciones analíticas que se pueden clasificar en dos tipos:

primaria y compuesta. La primaria la constituyen rutinas con un número significativo de funciones. Los más avanzados son los procedimientos analíticos que aún se están experimentando y están siendo mejoradas.

Pero un aspecto fundamental para la organización y buen funcionamiento de un Sistema de Información Geográfica es la definición del ámbito requerido por el proyecto, el grado de agregación de la información a procesar y producir. Se parte entonces del estudio de la funcionalidad de las estructuras administrativas existentes, que funciones cumple cada una de sus dependencias, que información procesa, con qué cartografía, mapas o planchas se esta trabajando: y se empieza a hacer un inventario de todos los elementos con los cuales se trabaja. De otro lado se consulta con los usuarios para que usa los mapas, como usa las estadísticas, con que recurrencia la utiliza, etc.

Esta etapa de definición del sistema es la más importante y la que toma un mayor tiempo, ya que a partir de ésta se definen las características de los equipos y programas necesarios.

El segundo punto es el análisis de los sistemas existentes. Se sabe que en todas las entidades hoy se esta trabajando con sistemas de computación y se crean pequeñas bases de datos individuales. Lo que se busca con el establecimiento de un SIG es unificar todas las bases de datos y crear una base de datos que sea operativa para todas las entidades que requieren el servicio.

Lo anterior deberá cambiar la forma como la información fluye y circula dentro de las organizaciones o entidades. El cambio implica aspectos más organizacionales que técnicos.

El mayor reto no es ahora lanzar mayores avances en la tecnología, lo cual ocurre actualmente día a día, sino extender el uso y manejo de la tecnológica de modo que administrativamente sea una herramienta usada, tanto por las autoridades locales como las comunidades. Gracias a esto la información será legible y la participación ciudadana será efectiva.