

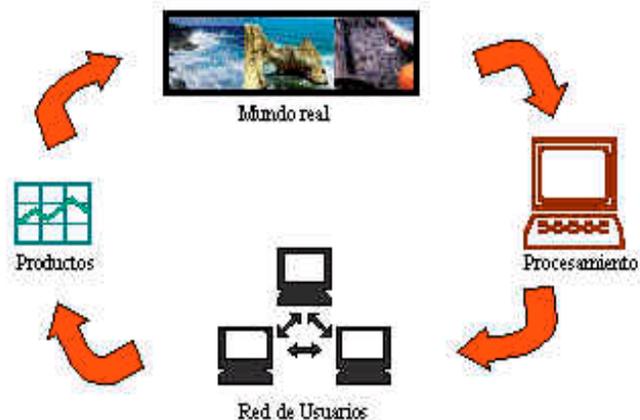
ESTUDOS DE VULNERABILIDAD SISMICA DE EDIFICACIONES CON APLICACIONES DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

Por : Bach. Ing. Kelly Reque Córdova ¹
Ing. Francisco Ríos Vara ¹

INTRODUCCION

Por la ubicación del continente Americano nuestro país se ve expuesto entre otras amenazas naturales a una actividad sísmica importante. Para el caso particular de los terremotos, los daños y colapso de las edificaciones se deben al impacto de los terremotos sobre los elementos estructurales, sin embargo han existido casos donde las instalaciones han salido de funcionamiento debido a los daños en los elementos no estructurales, razón por la cual el tema de la mitigación debe ser tratada de manera integral a fin de considerar todas las variables que intervienen en su vulnerabilidad.

Los sistemas de información en muchas formas se asemeja a un programa de base de datos, ya que analiza y relaciona información almacenada bajo la forma de registros, pero con una diferencia crucial: cada registro en una base de datos **SIG** contiene información usada para dibujar formas (normalmente un punto, una línea, o un polígono). Cada una de esas formas representa un lugar único sobre la Tierra al cual le corresponden los datos.



Pero un **SIG** no simplemente almacena y despliega información acerca de lugares, almacena y despliega información que puede ser relacionada con lugares, es decir, información que tiene una ubicación geográfica.

Por esta razón, un **SIG** es más que una herramienta para dibujar mapas (sin tener en cuenta que puede realizar esta tarea extremadamente bien): es en realidad un sistema para mapeo y análisis de la distribución geográfica de los datos. Y se entiende por datos a toda aquella información que pueda ser almacenada en la base de datos, así como relacionada con una localidad.

¹ DEPARTAMENTO DE PLANEAMIENTO Y MITIGACIÓN DE DESASTRES - CISMID

OBJETIVO

El objetivo general de este estudio es determinar las áreas de mayor Vulnerabilidad frente a desastres naturales , y donde las intervenciones puedan tener mayor impacto.

Se trata de obtener información en forma de mapas de vulnerabilidad sísmica, población social, ambiental y de infraestructura y a partir de esta Información, desarrollar un índice de Vulnerabilidad del distrito en estudio.

Para ello se ha requerido información sobre riesgo de desastres naturales, la localización de la población urbana y rural, la ubicación de los sectores más vulnerables de la población, el estado de la infraestructura y estado de conservación.

CAUSA DE LOS SISMOS

Origen de los Sismos

La actividad sísmica en el ámbito mundial se encuentra estrictamente ligada con la teoría de placas o deriva de los continentes, que establece que los continentes se desplazan como grandes bloques de corteza terrestre sobre un manto líquido.

Al observar un mapa de sismicidad encontramos los puntos donde epicentros con magnitudes mayores a 4.0 han ocurrido a lo largo de la historia y de ellos se visualiza que la sismicidad mundial esta concentrada en ciertas regiones.

Cuantificación del Sismo

Para cuantificar el tamaño (magnitud) de un sismo y consecuencias (intensidad) de un sismo, existen varias formas de hacerlo. Pero la más utilizadas entre otras son la Magnitud de Ritche y la escala de intensidades de Mercalli modificada, la intensidad de Mercalli proporciona una medida cualitativa del movimiento sísmico de un sitio, en cambio la magnitud es una medida cuantitativa del tamaño del sismo.

El tamaño de un sismo esta relacionado con la cantidad de energía liberada. La magnitud (M) definida por Richter en 1935 se utiliza para definir el tamaño del sismo. Cada vez que la magnitud aumenta un valor (por ejemplo de 4.5 a 5.5), la cantidad de energía liberada aumenta 32 veces.

Por otro lado la intensidad es una escala que cuantifica el movimiento con base en la valoración del daño en las obras realizadas por el hombre y la reacción humana generada por el movimiento del terreno. La escala de Mercalli Modificada (MM) de 12 grados se ha adoptado en muchas partes del mundo para estimar la intensidad del movimiento.

ACCIONES SISMICAS SOBRE LAS ESTRUCTURAS

Normas de Diseño Sísmico

La filosofía de la mayoría de las normas sísmicas de los países de Latinoamérica y el Caribe procura que toda estructura y cada una de sus partes sea proyectada, diseñada y construida de manera que:

- a) Resistan sin daños movimientos sísmicos de intensidad moderada.
- b) Limiten los daños en elementos no estructurales durante sismos de mediana intensidad.
- c) Aunque presenten daños, eviten el colapso durante sismos de intensidad excepcionalmente severa.

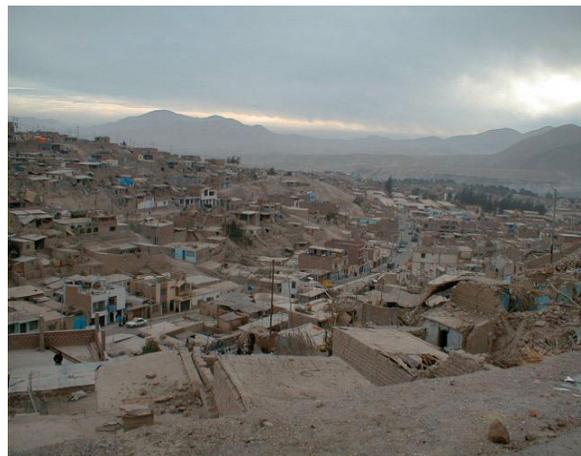
De lo anterior se desprende que dichas normas o códigos de diseño sismorresistente, tienen como fin último el proteger la vida de los ocupantes, sin embargo, para edificaciones esenciales como los hospitales esta filosofía puede no ser suficiente ya que además de proteger la vida de los ocupantes de la edificación, se debe asegurar su funcionamiento con posterioridad a un sismo.

El criterio de diseño sísmico se basa en admitir que los materiales sufran algún nivel de daño con el fin de que la estructura disipe energía mediante deformaciones no elásticas.

VULNERABILIDAD DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Los análisis de vulnerabilidad estructural se realizan con el propósito de evaluar la seguridad sísmica en edificaciones existentes o por construir. Estos análisis se realizan en estructuras que hayan sido o no dañados por sismos, dichos estudios indican la necesidad de refuerzo estructural, con el fin de asegurar el funcionamiento ininterrumpido de un establecimiento con posterioridad a un sismo.

El análisis debe indicar entre otras cosas, las deficiencias a nivel de estructuración,



configuración física y resistencia de sus elementos, que hacen de la estructura una edificación vulnerable.

METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Los procedimientos de evaluación de la vulnerabilidad sísmica se clasifican en dos:

- a. Métodos cualitativos
- b. Métodos cuantitativos

Métodos Cualitativos

Los métodos cualitativos tiene como objetivo evaluar de forma rápida y sencilla las condiciones de seguridad estructural de la obra. Con estos métodos la estructura recibe una clasificación de acuerdo a la evaluación de parámetros tales como la edad de la edificación, el estado de conservación, la característica de los materiales, el numero de pisos, la configuración geométrica arquitectónica y la estimación de la resistencia al cortante en base al área de los elementos verticales resistentes en cada piso y dirección. También reciben clasificación las condiciones geológicas y la amenaza sísmica en el sitio de la obra.

La calificación de los métodos cualitativos sirve para realizar un tamizado y reafirmar la seguridad de la estructura. Si con este diagnóstico alguna edificación resulta ser insegura, se requerirá de análisis cuantitativos más detallados para conocer su vulnerabilidad sísmica.

Métodos Cuantitativos

Los métodos cuantitativos deben determinar la resistencia de la estructura principal. Sus procedimientos en términos generales son muy parecidos a las del diseño de estructuras nuevas sismo-resistentes; la diferencia con respecto a los métodos de diseño radica en que en el diseño de estructuras nuevas el diseñador provee un nivel de ductilidad a la estructura, en cambio, en el análisis de vulnerabilidad la ductilidad es un valor propio de la estructura y en muchas ocasiones es incierto.

Los métodos cuantitativos requieren de la mayor recopilación de información posible, por lo tanto son más precisos que los cualitativos, al momento de predecir el tipo de falla y donde estas se producirán, estos métodos son más confiables al momento de estimar la seguridad de una edificación frente a sismos.

Si la estructura no cumple los requisitos de resistencia, flexibilidad y ductilidad debe ser objeto de refuerzo a fin de elevar su nivel de seguridad sísmica estructural.

APLICACIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

COMPONENTES DE UN SIG.



El diagrama adjunto, representa como **ENTRADA**, el ingreso de la información ya sea de forma digital o a digitalizar.

Respecto al **MANEJO** de la data, esta fase corresponde al almacenamiento, actualización de las correspondientes bases de datos geográficas, esto quiere decir que se encuentren georeferenciadas (latitud, longitud).

La interpretación, también denominada **ANALISIS**, permitirá utilizar nuestro método científico para la elaboración de modelos espaciales, normas, monitoreos y poseer de manera versátil la información.

La **SALIDA** de la información será a través de los diversos productos que requerimos, dependerá de la data que necesitemos para nuestras investigaciones o para los diversos usuarios.

Finalmente, cabe señalar que en la fase de **ENTRADA**, se ingresará la data que disponemos, en tanto que en la última fase (**SALIDA**), obtendremos un valor agregado intelectual (información multidisciplinaria). Asimismo, la calidad del producto está en función de los datos utilizados.

ALCANCES

ALCANCES DEL ESTUDIO PROPUESTO

- El trabajo desarrollado se centra en el estudio de las edificaciones del distrito de Ate- Vitarte y la aplicación de sistemas de información geográfica como herramienta para la determinación de su nivel de vulnerabilidad sísmica. Para alcanzar los objetivos propuestos se tuvieron que salvar muchos obstáculos en la etapa de recopilación de datos; debido a la falta de información precisa (a veces inexistente) en cada uno de los aspectos tratados, en vista que la información que se tiene del distrito esta más enfocada a la agroindustria. En cuanto a la información sobre infraestructura es deficiente, por lo que se tuvo que realizar trabajos de inspección de campo en la parte relacionada con la vulnerabilidad de las edificaciones.
- Esta basada en las características representativas más saltantes de la zona, y desarrolla el estudio de zonas de diferente vulnerabilidad frente a sismos según el estado de conservación, la altura de edificación, y la estructuración que presenta.

ALCANCES DE LA APLICACIÓN PROPUESTA.

La aplicación cuenta con las siguientes características:

- El reto del proyecto y lo novedoso de la metodología desarrollada es demostrar cómo se puede trabajar con **SIG** (Sistemas de Información

Geográfica) en países o zonas con mucha o poca disponibilidad de información.

- Permite un despliegado de las capas geográficas modeladas, así como la realización de una serie de consultas a una base de datos.
- Por otro lado, la aplicación propuesta no realiza cálculos ni análisis espaciales (ej.: desplegar la densidad de población de un área geográfica dada a través de un mapa), sino que se limita a desplegar la capa geográfica previamente modelada y a permitir las consultas a los atributos relacionados a dicha capa. Sin embargo, esta aplicación sirve como un marco de referencia para que tales funcionalidades puedan desarrollarse en futuras versiones de la misma.

La aplicación permitirá, dependiendo de las facilidades de la base de datos a utilizar, la implementación de una arquitectura usuario - servidor que permita el despliegado de las capas geográficas a través de la Internet. En caso de que no existan las facilidades requeridas para dicha aplicación, se tendrá que descargar en el servidor la información, dependiendo entonces el tiempo de cargado de las capas geográficas a la capacidad de recepción.

QUE PODEMOS HACER CON UN SIG.

CAPTURA DE LA INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

Antes de que la información geográfica pueda ser usada por un SIG, dicha información debe ser convertida al formato digital apropiado. El proceso de convertir datos de mapas, fotografías vía satélite, o cartografía obtenida mediante GPS a archivos de computadora es denominado como digitalización; la tecnología SIG de la actualidad permite este proceso utilizando ya sea:

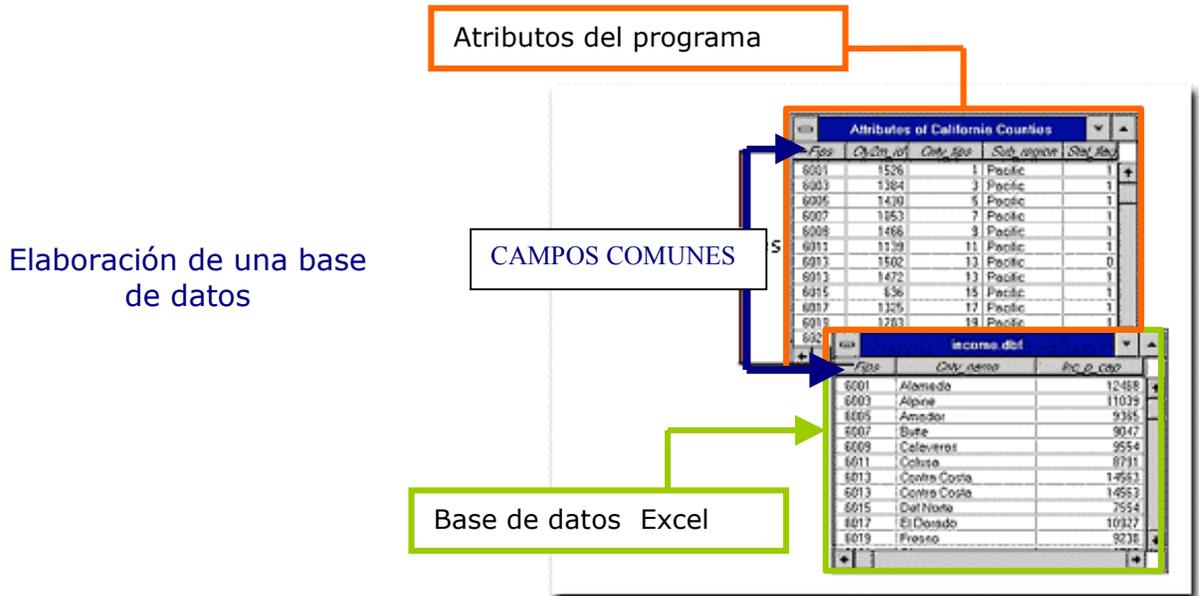
- a) Tecnología que implique la "fotocopia" de un mapa a un archivo mediante un dispositivo llamado escáner; o
- b) El uso de una tabla digitalizadora para convertir los mapas manualmente. Sin embargo, el proceso de digitalización no es directo: requiere de técnicas y métodos de fotogrametría para corregir errores en las dimensiones de los cuerpos que se desean digitalizar. Por otro lado, la información geográfica puede ser almacenada en una gran variedad de formatos de archivo, que dependen de la marca o el modelo que sigue un sistema de información geográfica: los formatos más comunes son el archivo SHP de la compañía ESRI, el formato NMEA-0183 usado por el Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System - GPS) y el formato **R12** de la compañía **AutoCAD**.

ELABORAR UNA BASE DE DATOS

Una vez que ha sido adquirido el **SIG**, se debe diseñar un sistema de información. Típicamente, los usuarios que por primera vez hacen uso de un SIG tienden a insertar al sistema mucha información aparentemente apropiada, tratando de desarrollar alguna aplicación inmediata. Generalmente, los sistemas diseñados por consideraciones de suministro de datos en vez de sobre

consideraciones de demanda de información, concluyen en un desarreglo del archivo de datos y una caótica e ineficiente base de datos. Una metodología sistemática para formar una base de datos eficiente y práctica incluye:

- i) la cuidadosa determinación de las necesidades del usuario, definiendo las aplicaciones de las necesidades en mente y si fuera posible,
- ii) una evaluación del diseño o prueba en un estudio piloto (ver procedimiento de diseño del SIG que se presenta en la Figura).



REALIZAR CONSULTAS GEOGRÁFICAS

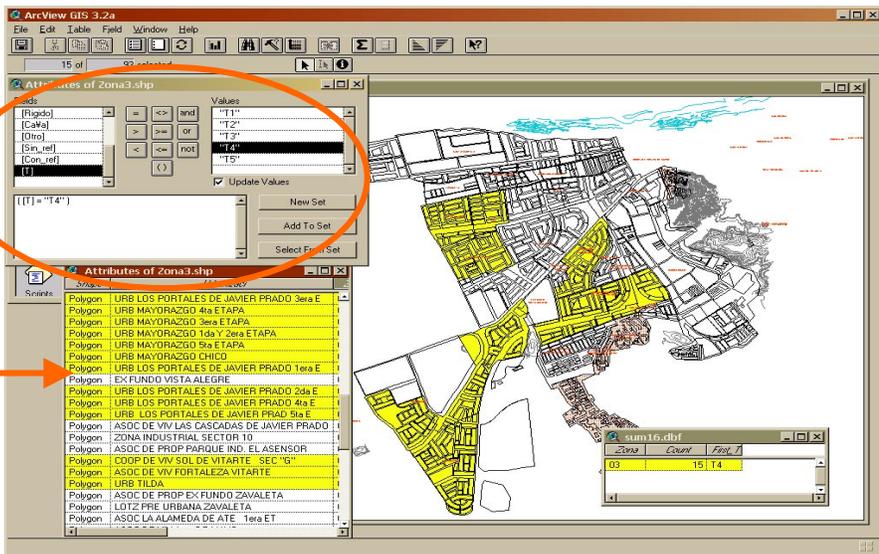
La habilidad del **SIG** para buscar en bases de datos y realizar consultas geográficas ha ahorrado literalmente millones de dólares a muchas empresas, en nuestro caso los SIG han ayudado a :

- Disminuir el tiempo que lleva responder a requerimientos de información.
- Encontrar viviendas con distintos materiales de construcción.
- Ubicar viviendas que se encuentren cercanas a hospitales.
- Identificar zonas de expansión.
- Buscar relaciones entre cultivos, suelos y clima.
- Localizar la posición de viviendas expuestas a deslizamientos o huaycos.

Se podría usar un **SIG** para encontrar las casas que tienen techos livianos y, luego listar sus características.

La consulta podría ser refinada en mayor grado agregando criterios adicionales tales como que la casa se encuentra en un estado de conservación buena. También podría encontrar casas dentro de una cierta distancia a zonas de riego.

HACER CONSULTAS



QUERY :
NOS PERMITE HACER PREGUNTAS A LA BASE DE DATOS Y REPRESENTAR VISUALMENTE LOS DATOS ALMACENADOS EN CUALQUIER CAMPO DE UNA TABLA O EN UN ARCHIVO DE MAPA REPRESENTADOS BAJO LA FORMA DE DISTINTAS TONALIDADES DE COLORES, COMO SÍMBOLOS DE DISTINTOS TAMAÑOS,

PLANO: 1 MUESTRA COMO HACER CONSULTAS A LA BASE DE DATOS Y LA VISUALIZACION EN EL MAPA.

¿POR QUE LA GEOGRAFIA IMPORTA?

Asociar una ubicación geográfica con información es un proceso que se aplica a muchos aspectos. Escoger un sitio, identificar una zona de riesgo, planificar una red de distribución, dibujar territorios de venta, ubicar recursos, etc. Todos estos problemas involucran cuestiones de geografía. ¿Donde se localizan mis clientes?, actuales o potenciales. ¿En que vecindario o área censal viven consumidores con un mismo perfil? ¿Dónde se ubican mis competidores? ¿Qué zonas no son importantes? A veces las interrogantes abarcan demasiados factores y otras veces son bien específicas: ¿Qué construcciones se encuentran en una determinada zona, sus ocupantes tienen determinados ingresos mínimos, y están a menos de cinco minutos caminando del punto de interés?.

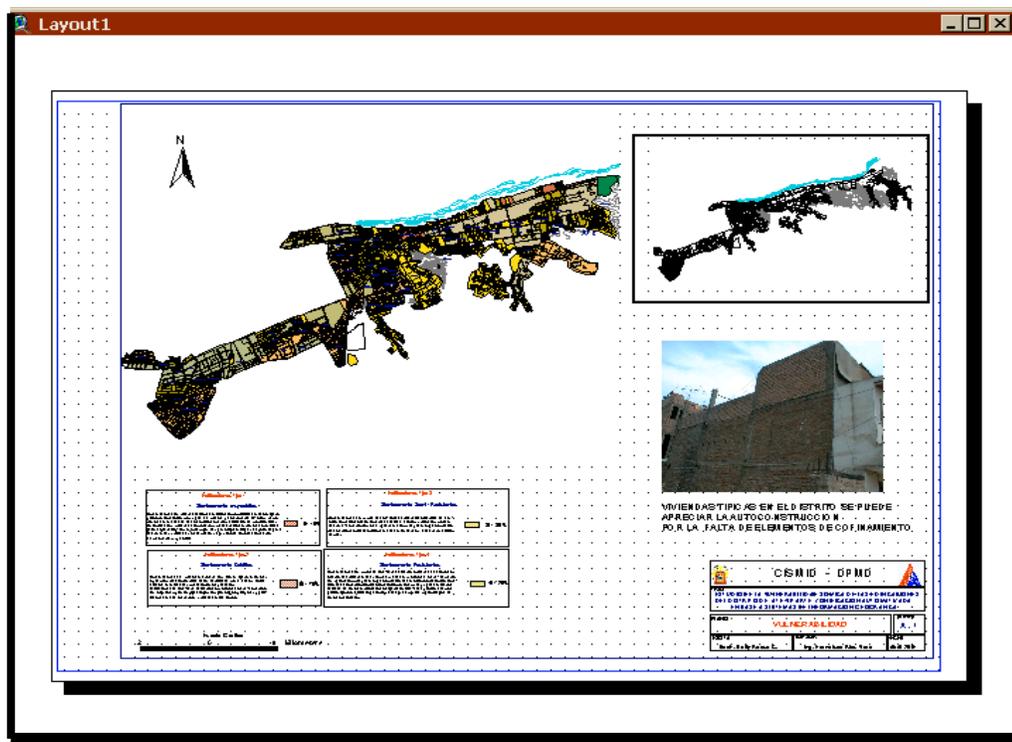
Los Sistemas Información Geográfica proporcionan la herramienta necesaria para responder a estas y otras muchas interrogantes en forma rápida, precisa, y demostrable. Tan pronto como Ud. se familiarice con los principios y técnicas del análisis geográfico, se va a encontrar a Ud. mismo preguntando y respondiendo a interrogantes que jamás se hubiera planteado.

HACIENDO MAPAS CON SIG

Los mapas tienen un lugar especial en un **SIG**. El proceso de hacer mapas con SIG es mucho más flexible que tradicionales aproximaciones cartográficas, manuales o automáticas. Comienza con la creación de bases de datos. Pueden digitalizarse mapas existentes en papel y traducirse información computadora al SIG. La base de datos cartográfica basada en el SIG puede ser continua y libre de escala. Los productos cartográficos pueden crearse centrados en cualquier localidad, a cualquier escala y mostrando información seleccionada simbolizada efectivamente para destacar características específicas.

Las características de los atlas y series de mapas pueden codificarse en programas de computación y compararse con bases de datos en tiempo de producción final. También pueden derivarse productos digitales para uso en otros SIG, simplemente copiando datos de la base de datos. En una gran organización, las bases de datos topográficas pueden utilizarse como un marco de referencia por otros departamentos.

A continuación se muestra un plano de vulnerabilidad del distrito de Ate Vitarte



PLANO INDICANDO LAS CARACTERÍSTICAS Y ZONAS VULNERABLES DEL DISTRITO DE ATE - VITARTE - LIMA Y LOS CUATRO TIPOS DE EDIFICACIONES QUE SE HAN ENCONTRADO EN EL DISTRITO.

CONCLUSIONES

El poder conocer qué tipo de eventos pueden presentarse en el futuro en una región determinada, aunque no se conozca con exactitud cuándo exactamente pueden ocurrir, es una actividad de fundamental importancia para orientar el desarrollo de una ciudad, de tal manera que el impacto de dichos eventos sea el mínimo posible y que no signifiquen un trastorno para el desarrollo social.

El conocer los efectos potenciales y/o pérdidas que pueden presentarse en el contexto social y material permite que dentro de los planes de desarrollo y los programas de inversión se puedan definir medidas que eviten o atenúen las consecuencias de los futuros desastres, bien sea mediante la intervención en la ocurrencia del evento, en el caso de que esto sea posible, o modificando las condiciones que propician que los efectos del mismo se presenten.

El amplio espectro de aplicaciones del SIG presentado en este trabajo , ilustra su valor como herramienta para el manejo de los peligros naturales (sismos) y la planificación del desarrollo. Como ha sido demostrado, los sistemas de información geográfica pueden mejorar la calidad y poder de análisis de las evaluaciones de estudios de vulnerabilidad, guiar las actividades de desarrollo y ayudar a en la elección de medidas de mitigación y en la implementación de acciones de preparativos y respuesta a la emergencia.