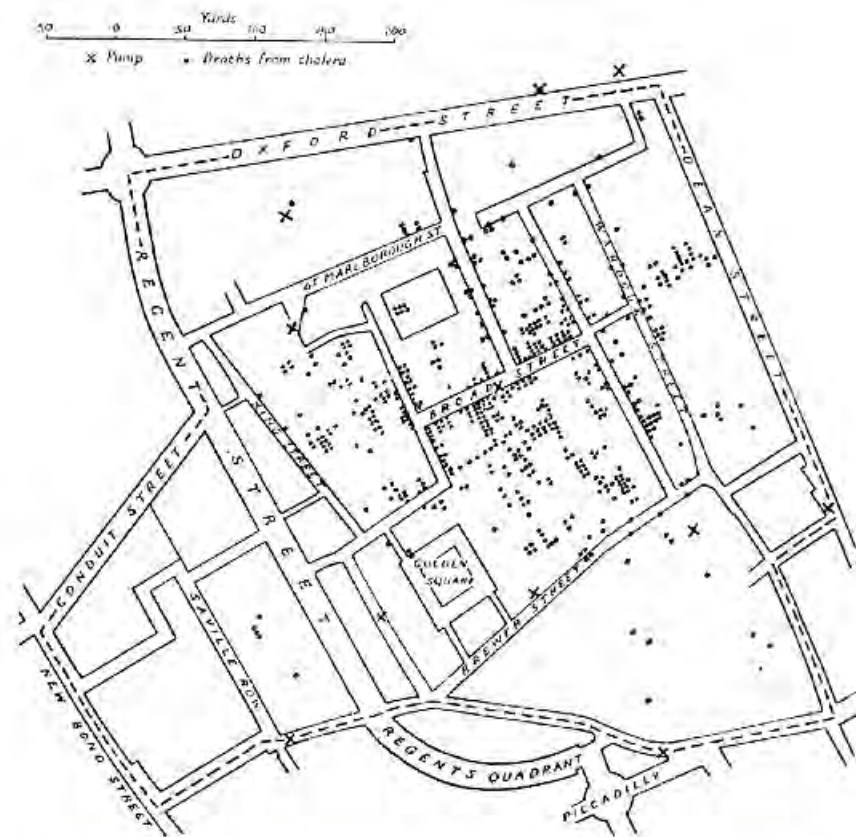


Los Sistemas de Información Geográfica

Mientras envejecíamos, el mundo progresaba. Tendríamos que haber corrido para mantenernos en el mismo lugar. Si no corrimos hoy nos encontramos retrasados, y debemos ponernos al día. Es lo que trato hoy de hacer explicando el origen histórico y los conceptos fundamentales de los sistemas de información geográfica (GIS por sus siglas en inglés).

Para poderme al día, iré a Baton Rouge a escuchar durante dos horas en que consiste un sistema de información geográfica. Que aplicaciones gratis puedo utilizar y si la herramienta me sirve para ilustrar la revista.

HISTORIA



Mapa del Dr. Snow. Los puntos son casos de cólera y las cruces X los pozos de agua de donde bebía la población. El pozo de Broad Street era el contaminado, donde se agrupan más los casos. Fuente: Wikipedia.

En 1854, el pionero de la epidemiología, el Dr. John Snow, proporcionaría un clásico ejemplo de este concepto cuando cartografió, en un ya famoso mapa, la incidencia de los casos de cólera en el distrito de Soho en Londres. Este proto-GIS, uno de los ejemplos más tempranos del método geográfico, permitió a Snow localizar con precisión un pozo de agua contaminado como la fuente causante del

brote del cólera. Si bien la cartografía topográfica y temática ya existía previamente, el mapa de John Snow fue el único hasta el momento que, utilizando métodos cartográficos, no solo representaba la realidad, sino que por primera vez analizaba conjuntos de fenómenos geográficos dependientes.

Al comienzo del siglo XX, se desarrolló la "foto litografía", donde los mapas eran separados en capas. El avance del hardware (hardware) impulsado por la investigación en armamento nuclear daría lugar, a comienzos de los años 60, al desarrollo de aplicaciones cartográficas para computadores de propósito general.

El año 1962 vio la primera utilización real de los GIS en el mundo, concretamente en Ottawa (Ontario, Canadá) y a cargo del Departamento Federal de Silvicultura y Desarrollo Rural. Desarrollado por Roger Tomlinson, el llamado Sistema de información geográfica de Canadá (Canadian Geographic Information System, CGIS) se utilizó para almacenar, analizar y manipular datos recogidos para el Inventario de Tierras Canadá (Canada Land Inventory, CLI) - una iniciativa orientada a la gestión de los vastos recursos naturales del país con información cartográfica relativa a tipos y usos del suelo, agricultura, espacios de recreo, vida silvestre, aves acuáticas y silvicultura, todo ello a una escala de 1:50.000. Se añadió, así mismo, un factor de clasificación para permitir el análisis de la información.

El Sistema de información geográfica de Canadá fue el primer GIS en el mundo similar a tal y como los conocemos hoy en día, y un considerable avance con respecto a las aplicaciones cartográficas existentes hasta entonces, puesto que permitía superponer capas de información, realizar mediciones y llevar a cabo digitalizaciones y escaneos de datos. Asimismo, soportaba un sistema nacional de coordenadas que abarcaba todo el continente, una codificación de líneas en "arcos" que poseían una verdadera topología integrada y que almacenaba los atributos de cada elemento y la información sobre su localización en archivos separados. Como consecuencia de esto, Tomlinson está considerado como "el padre de los GIS", en particular por el empleo de información geográfica convergente estructurada en capas, lo que facilita su análisis espacial. El CGIS estuvo operativo hasta la década de los 90 llegando a ser la base de datos sobre recursos del territorio más grande de Canadá. Fue desarrollado como un sistema basado en una computadora central y su fortaleza radicaba en que permitía realizar análisis complejos de conjuntos de datos que abarcaban todo el continente. La aplicación (software), decano de los sistemas de información geográfica, nunca estuvo disponible de manera comercial.

En 1964, Howard T. Fisher formó en la Universidad de Harvard el Laboratorio de Computación Gráfica y Análisis Espacial en la Harvard Graduate School of Design (LCGSA 1965-1991), donde se desarrollaron una serie de importantes conceptos teóricos en el manejo de datos espaciales, y en la década

de 1970 había difundido código de software y sistemas germinales, tales como SYMAP, GRID y ODYSSEY - los cuales sirvieron como fuentes de inspiración conceptual para su posterior desarrollos comerciales - a universidades, centros de investigación y empresas de todo el mundo.

En la década de los 80, M&S Computing (más tarde Intergraph), Environmental Systems Research Institute (ESRI) y CARIS (Computer Aided Resource Information System) emergerían como proveedores comerciales de software GIS. Incorporaron con éxito muchas de las características de CGIS, combinando el enfoque de primera generación de sistemas de información geográfica relativo a la separación de la información espacial y los atributos de los elementos geográficos representados con un enfoque de segunda generación que organiza y estructura estos atributos en bases de datos.

En la década de los años 70 y principios de los 80 se inició en paralelo el desarrollo de dos sistemas de dominio público. El proyecto Map Overlay and Statistical System (MOSS) se inició en 1977 en Fort Collins (Colorado, EE. UU.) bajo los auspicios de la Western Energy and Land Use Team (WELUT) y el Servicio de Pesca y Vida Silvestre de Estados Unidos (US Fish and Wildlife Service). En 1982 el Cuerpo de Ingenieros del Laboratorio de Investigación de Ingeniería de la Construcción del Ejército de los Estados Unidos (USA-CERL) desarrolla GRASS como herramienta para la supervisión y gestión medioambiental de los territorios bajo administración del Departamento de Defensa.

Esta etapa de desarrollo está caracterizada, en general, por la disminución de la importancia de las iniciativas individuales y un aumento de los intereses a nivel corporativo, especialmente por parte de las instancias gubernamentales y de la administración.

Los 80 y 90 fueron años de fuerte aumento de las empresas que comercializaban estos sistemas, debido el crecimiento de los GIS en estaciones de trabajo UNIX y ordenadores personales. Es el periodo en el que se ha venido a conocer en los GIS como la fase comercial. El interés de las distintas grandes industrias relacionadas directa o indirectamente con los GIS crece en sobremanera debido a la gran avalancha de productos en el mercado informático internacional que hicieron generalizarse a esta tecnología.

En la década de los noventa se inicia una etapa comercial para profesionales, donde los sistemas de información geográfica empezaron a difundirse al nivel del usuario doméstico debido a la generalización de los ordenadores personales o microordenadores.

A finales del siglo XX principio del XXI el rápido crecimiento en los diferentes sistemas se ha consolidado, restringiéndose a un número relativamente reducido de plataformas. Los usuarios están comenzando a exportar el concepto de visualización de datos GIS a Internet, lo que requiere una estandarización de

formato de los datos y de normas de transferencia. Más recientemente, ha habido una expansión en el número de desarrollos de software GIS de código libre, los cuales, a diferencia del software comercial, suelen abarcar una gama más amplia de sistemas operativos, permitiendo ser modificados para llevar a cabo tareas específicas.

CONCEPTOS

Un sistema de información geográfica (GIS) es un sistema de computadora para capturar, almacenar, verificar y mostrar datos relacionados con las posiciones en la superficie de la Tierra. Al relacionar datos aparentemente no relacionados, GIS puede ayudar a las personas y organizaciones a comprender mejor los patrones y las relaciones espaciales.

La tecnología GIS es una parte crucial de la infraestructura de datos espaciales, que la Casa Blanca define como "la tecnología, políticas, estándares, recursos humanos y actividades relacionadas necesarias para adquirir, procesar, distribuir, usar, mantener y preservar los datos espaciales".

GIS puede usar cualquier información que incluya la ubicación. La ubicación se puede expresar de muchas maneras diferentes, como latitud y longitud, dirección o código postal.

Muchos tipos diferentes de información pueden ser comparados y contrastados usando GIS. El sistema puede incluir datos sobre personas, como población, ingresos o nivel educativo. Puede incluir información sobre el paisaje, como la ubicación de arroyos, diferentes tipos de vegetación y diferentes tipos de suelo. Puede incluir información sobre los sitios de fábricas, granjas y escuelas; o desagües pluviales, caminos y líneas de energía eléctrica.

Con la tecnología GIS, las personas pueden comparar las ubicaciones de diferentes cosas para descubrir cómo se relacionan entre sí. Por ejemplo, al usar GIS, un solo mapa podría incluir sitios que producen contaminación, como fábricas y sitios que son sensibles a la contaminación, como los humedales y los ríos. Tal mapa ayudaría a las personas a determinar dónde están más expuestos los suministros de agua.

FORMATOS DE DATOS

Las aplicaciones GIS incluyen tanto hardware como sistemas de software. Estas aplicaciones pueden incluir datos cartográficos, datos fotográficos, datos digitales o datos en hojas de cálculo.

Los datos cartográficos ya están en forma de mapa, y pueden incluir información como la ubicación de ríos, caminos, colinas y valles. Los datos

cartográficos también pueden incluir datos de encuestas, información de mapeo que se puede ingresar directamente en un GIS.

La interpretación fotográfica es una parte importante de GIS. La interpretación de fotos implica el análisis de fotografías aéreas y la evaluación de las características que aparecen.

Los datos digitales también se pueden ingresar a GIS. Un ejemplo de este tipo de información son los datos de computadora recopilados por satélites que muestran el uso de la tierra: la ubicación de granjas, pueblos y bosques.

La detección remota proporciona otra herramienta que se puede integrar en un GIS. La detección remota incluye imágenes y otros datos recopilados de satélites, globos y drones.

Finalmente, GIS también puede incluir datos en forma de tabla u hoja de cálculo, como datos demográficos de la población. La demografía puede variar desde edad, ingresos y origen étnico hasta compras recientes y preferencias de navegación en Internet.

La tecnología GIS permite que todos estos tipos de información diferentes, sin importar su fuente o formato original, se superpongan uno encima del otro en un solo mapa. GIS utiliza la ubicación como la variable de índice clave para relacionar estos datos aparentemente no relacionados.

Poner información en un GIS se llama captura de datos. Los datos que ya están en formato digital, como la mayoría de las tablas e imágenes tomadas por satélites, pueden simplemente cargarse en GIS. Sin embargo, los mapas primero se deben escanear o convertir a formato digital.

Los dos tipos principales de formatos de archivo GIS son raster y vector. Los formatos de trama son cuadrículas de celdas o píxeles. Los formatos de trama son útiles para almacenar datos GIS que varían, como la elevación o las imágenes de satélite. Los formatos de vectores son polígonos que usan puntos (llamados nodos) y líneas. Los formatos de vectores son útiles para almacenar datos GIS con fronteras firmes, como distritos escolares o calles.

RELACIONES ESPACIALES

La tecnología GIS se puede usar para mostrar relaciones espaciales y redes lineales. Las relaciones espaciales pueden mostrar topografía, como campos agrícolas y arroyos. También pueden mostrar patrones de uso de la tierra, como la ubicación de parques y complejos de viviendas.

Las redes lineales, a veces llamadas redes geométricas, a menudo están representadas por carreteras, ríos y redes de servicios públicos en un GIS. Una línea en un mapa puede indicar una carretera o carretera. Sin embargo, con las

capas GIS, ese camino puede indicar el límite de un distrito escolar, parque público u otra área demográfica o de uso de la tierra. Utilizando una captura de datos diversa, la red lineal de un río puede mapearse en un GIS para indicar el flujo de flujo de diferentes afluentes.

Los GIS deben hacer que la información de todos los diversos mapas y fuentes se alinee, de modo que encajen en la misma escala. Una escala es la relación entre la distancia en un mapa y la distancia real en la Tierra.

A menudo, los GIS deben manipular los datos porque los diferentes mapas tienen proyecciones diferentes. Una proyección es el método de transferir información desde la superficie curva de la Tierra a una hoja de papel o una pantalla de computadora. Diferentes tipos de proyecciones realizan esta tarea de diferentes maneras, pero todas producen cierta distorsión. Para transferir una forma curva y tridimensional a una superficie plana inevitablemente se requiere estirar algunas partes y exprimir otras.

Un mapa mundial puede mostrar el tamaño correcto de los países o sus formas correctas, pero no puede hacer ambas cosas. GIS toma los datos de los mapas que se hicieron usando proyecciones diferentes y los combina para que toda la información se pueda mostrar usando una proyección común.

MAPAS GIS

Una vez que todos los datos deseados se han ingresado en un sistema GIS, se pueden combinar para producir una amplia variedad de mapas individuales, dependiendo de qué capas de datos están incluidas. Uno de los usos más comunes de la tecnología GIS consiste en comparar las características naturales con la actividad humana.

Por ejemplo, los mapas GIS pueden mostrar qué características artificiales están cerca de ciertas características naturales, como qué hogares y empresas se encuentran en áreas propensas a inundaciones.

La tecnología GIS también permite "profundizar" en un área específica con muchos tipos de información. Los mapas de una sola ciudad o barrio pueden relacionar dicha información con el ingreso promedio, las ventas de libros o los patrones de votación. Cualquier capa de datos GIS se puede agregar o restar al mismo mapa.

Los mapas GIS pueden usarse para mostrar información sobre números y densidad. Por ejemplo, GIS puede mostrar cuántos médicos hay en un vecindario en comparación con la población del área.

Con la tecnología GIS, los investigadores también pueden ver los cambios a lo largo del tiempo. Pueden usar datos satelitales para estudiar temas como el

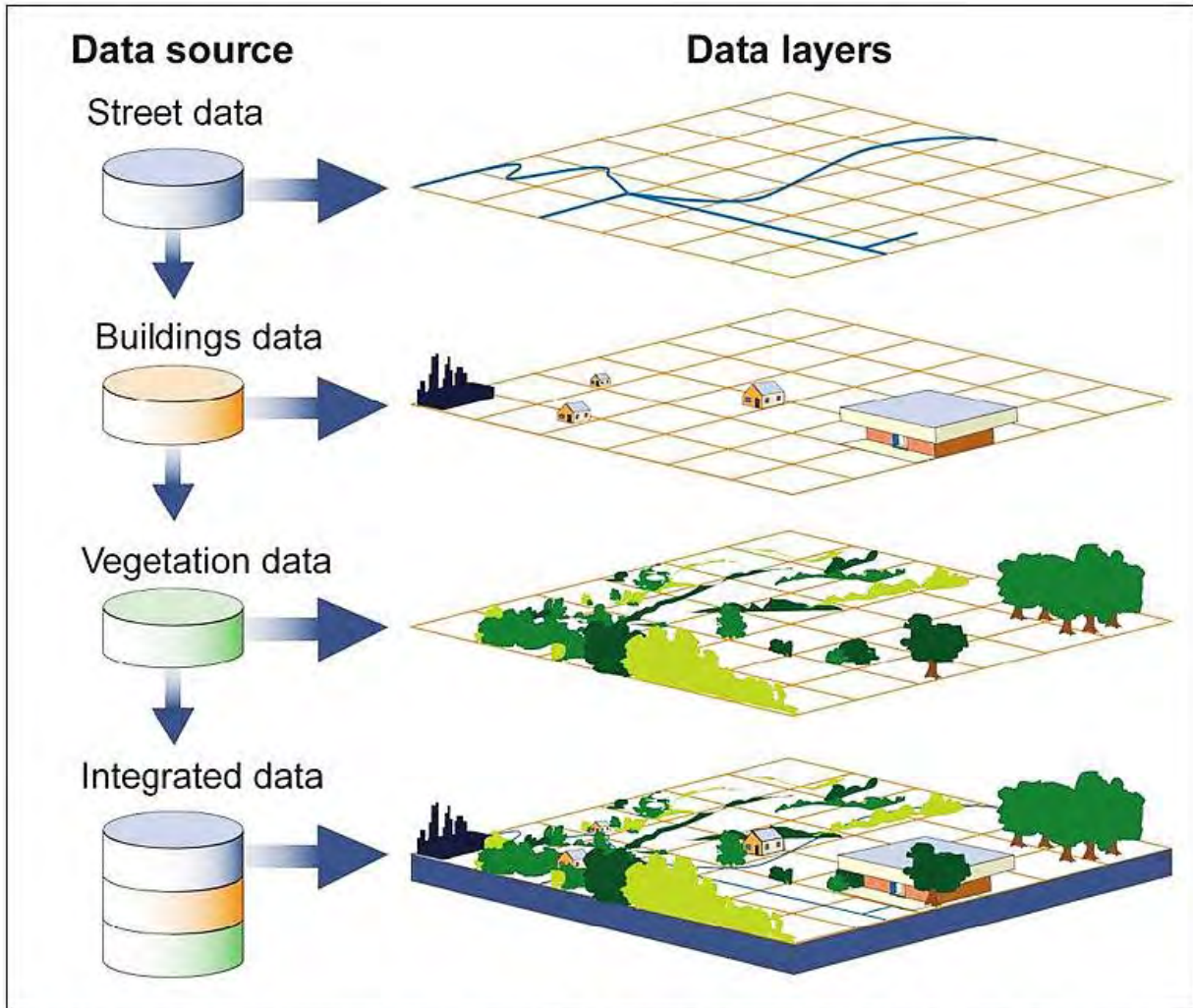
avance y retroceso de la capa de hielo en las regiones polares y cómo esa cobertura ha cambiado a lo largo del tiempo. Un recinto policial podría estudiar los cambios en los datos del crimen para ayudar a determinar dónde asignar oficiales de policía.

Un uso importante de la tecnología GIS basada en el tiempo implica la creación de fotografías en intervalos de tiempo que muestran los procesos que se producen en grandes áreas y largos períodos de tiempo. Por ejemplo, los datos que muestran el movimiento del fluido en el océano o las corrientes de aire ayudan a los científicos a comprender mejor cómo la humedad y la energía térmica se mueven alrededor del globo.

La tecnología GIS a veces permite a los usuarios acceder a más información sobre áreas específicas en un mapa. Una persona puede señalar un punto en un mapa digital para encontrar otra información almacenada en el GIS sobre esa ubicación. Por ejemplo, un usuario puede hacer clic en una escuela para encontrar cuántos estudiantes están matriculados, cuántos estudiantes hay por maestro o qué instalaciones deportivas tiene la escuela.

Los sistemas GIS se utilizan a menudo para producir imágenes tridimensionales. Esto es útil, por ejemplo, para los geólogos que estudian las fallas del terremoto.

La tecnología GIS hace que actualizar mapas sea mucho más fácil que actualizar mapas creados manualmente. Los datos actualizados simplemente pueden agregarse al programa GIS existente. Un nuevo mapa puede imprimirse o mostrarse en la pantalla. Esto omite el proceso tradicional de dibujar un mapa, que puede consumir mucho tiempo y ser costoso.



Se crean tres mapas separadamente: arriba el mapa de las calles, debajo de él, el mapa de las casas; el tercero es el mapa de la vegetación, y el cuarto el mapa integrado de las res capas. Fuente: GAO

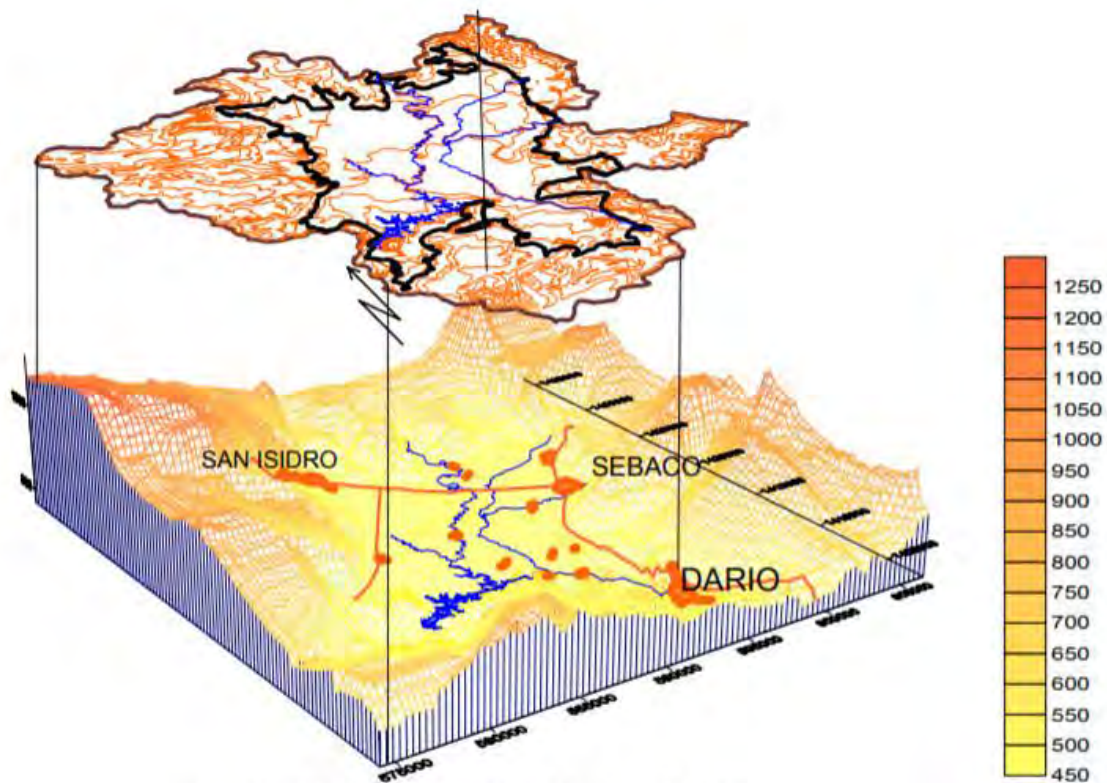


Fig. No.II.2 .Geomorfología del Area de Estudio

Capa superior muestra el mapa topográfico del área de Sébaco. El mapa inferior muestra el relieve construido a partir de las curvas de nivel en la capa superior. Tesis de maestría de Ing. Yelba Flores Meza, Criterios Hidrogeológicos Para La Formulación Del Plan De Gestion En El Acuífero Del Valle De Sebaco, UNAN-Managua, 2004

Las personas que trabajan en muchos campos diferentes usan tecnología GIS. La tecnología GIS se puede utilizar para investigaciones científicas, gestión de recursos y planificación del desarrollo.

Muchas empresas minoristas usan GIS para ayudarlas a determinar dónde ubicar una nueva tienda. Las compañías de mercadotecnia usan GIS para decidir a quién comercializar esas tiendas y restaurantes, y dónde debe estar esa comercialización.

Los científicos usan GIS para comparar las estadísticas de población con recursos como el agua potable. Los biólogos utilizan GIS para rastrear los patrones de migración de los animales.

Las autoridades municipales, estatales o federales usan GIS para ayudar a planificar su respuesta en caso de un desastre natural como un terremoto o un

huracán. Los mapas de GIS pueden mostrar a estos funcionarios qué vecindarios están en mayor peligro, dónde ubicar los refugios de emergencia y qué rutas deben tomar las personas para alcanzar la seguridad.

Los ingenieros utilizan la tecnología GIS para respaldar el diseño, la implementación y la administración de redes de comunicación para los teléfonos que usamos, así como la infraestructura necesaria para la conectividad a Internet. Otros ingenieros pueden usar GIS para desarrollar redes de carreteras e infraestructura de transporte.

No hay límite para el tipo de información que se puede analizar utilizando la tecnología GIS.

BIBLIOGRAFÍA

National Geography Society, [GIS \(geographical information systems\)](#), consultado el 24 de octubre de 2017.

Wikipedia, [Sistemas de Información Geográfica](#), consultado el 24 de octubre de 2017. ■