

## Tendencias de los Sistemas de Información Geográfica. Alcances y limitaciones

### Trends of Geographic Information Systems. Scope and limitations

ALARCÓN-RUIZ, Erika†\*, ORDOÑEZ-PACHECO, Luis Daniel y RAMÍREZ-SALAS, Virginia

*Tecnológico Nacional de México. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero*

ID 1<sup>er</sup> Autor: Erika Alarcón-Ruiz / CVU CONACYT ID: 163514

ID 1<sup>er</sup> Coautor: Luis Daniel Ordoñez-Pacheco / CVU CONACYT ID: 844011

ID 2<sup>do</sup> Coautor: Virginia Ramírez-Salas / CVU CONACYT ID: 173197

DOI: 10.35429/JOCT.2019.12.3.8.13

Recibido 23 de Octubre, 2019; Aceptado 3 Diciembre, 2019

#### Resumen

La sinergia que existe entre la geografía, la informática y los avances en las tecnologías de la información ha permitido la consolidación de la ciencia geográfica desde una perspectiva integral y permite la correlación de elementos básicos para el análisis del territorio en una ciencia aplicada llamada Geomática. Los resultados de la investigación en este campo están vinculados a la recopilación y análisis de datos de observación, que se recopilan a través de satélites, estaciones terrestres, boyas oceánicas, el sistema de posicionamiento global (GPS), sensores aéreos (fotogrametría), globos meteorológicos y técnicas tradicionales para medir y describiendo la tierra. Para procesar estos datos, se han desarrollado Sistemas de Información Geográfica (SIG), que involucran aspectos de hardware y software con aplicaciones tan diversas y variadas como los propios usuarios. Además, presenta un análisis de los principales SIG, sus principales características y aplicaciones, porque a pesar de tener una estructura científica y soporte de TI que permite una gestión eficaz de la tierra en el tipo rural o urbano, hay una amplia área de oportunidad en el modelamiento de las interacciones entre las actividades humanas y las características geográficas.

**Sistemas de Información Geográfica, aplicaciones, ambiente**

#### Resumen

The synergy that exists between geography, computer science and advances in information technologies has allowed the consolidation of geographic science from an integral perspective and allowing the correlation of basic elements for the analysis of the territory in an applied science called Geomatics. The research result in this field are linked to the collection and analysis of observation data, which are collected through satellites, ground stations, ocean buoys, the global positioning system (GPS), aerial sensors (photogrammetry), Weather balloons and traditional techniques for measuring and describing land. To process this data, Geographic Information System (GIS) has been developed, involving aspects of hardware and software with applications that are as diverse and varied as the users themselves. Also, presents an analysis of the main SIG's, its main features and applications, because despite having a scientific structure and IT support that allows one effective land management in rural or urban type, yet there is a wide area of opportunity solving and Previ or endo the emergence of conflicts interactions between human activities and geographical characteristics.

**Geographic Information Systems, application, environment**

**Citación:** ALARCÓN-RUIZ, Erika, ORDOÑEZ-PACHECO, Luis Daniel y RAMÍREZ-SALAS, Virginia. Tendencias de los Sistemas de Información Geográfica. Alcances y limitaciones. Revista de Tecnologías Computacionales. 2019. 3-12: 8-13

\* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: erika.alarcon.ruiz@gmail.com)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

## Introducción

Los avances de las tecnologías de la información (TIC's) han permitido al hombre desarrollar aplicaciones que procesan grandes volúmenes de datos geográficos, creando una disciplina denominada geomática (o geoinformática) que abarca la captura, análisis y aplicación de los datos descriptores y de localización de objetos georeferenciados. La geomática tiene aplicaciones en todas las disciplinas que dependen de información espacial, incluyendo estudios ambientales, planificación urbana, transporte, usos de suelo y propiedad de la tierra (Bermejo, 2004). Dentro de las áreas de investigación se encuentran los Sistemas de Información que integran Bases de Datos Espaciales, Procesamiento Digital de Imágenes, Ingeniería de Software Sistemas de apoyo a la toma de decisiones, Tecnologías de Geoinformación en la Web, Sistemas de Información Geográfica, Modelaje de Datos Ambientales, Sensores Remotos Geodesia, Cartografía y GPS.

Los SIG permiten reconocer patrones espaciales, ayudan en la toma de decisiones considerando una gran cantidad de datos simultáneamente, responden a las preguntas de localización dónde, por qué y cómo. Además permiten obtener mapas temáticos fácilmente de acuerdo a los requerimientos de los usuarios Su información es precisa y actualizable.

## Interacción entre la Informática y las Ciencias Geográficas

La informática se encarga del procesamiento automático de la información, estudia la estructura, el comportamiento y la interacción de los sistemas naturales y las tecnologías de información. Además se ocupa de los procesos de obtención, representación, organización, almacenamiento, recuperación y uso de la información; así como de la evaluación, comunicación, transformación y el control de la información para la creación de artificios capaces de reproducir ciertas funciones propias de los sistemas naturales (Gordillo et. al., 2010). Como disciplina científica y tecnológica, está compuesta por elementos que se interrelacionan entre sí. Las herramientas tecnológicas surgen como producto de la aplicación del conocimiento científico de la disciplina en la construcción de artefactos que se incorporan al mundo real o virtual en forma de productos o servicios. (Barchini & Sosa, 2004).

Las tecnologías de la información y de las comunicaciones (TIC) son hoy en día fundamentales en todas las áreas de la sociedad y en la búsqueda por cuidar el medio ambiente y ayudar en las catástrofes naturales no se quedan atrás (INE, 2005); por el contrario, las TIC's se han establecido como un factor esencial en esta materia y así lo han entendido los gobiernos y la sociedad civil en el mundo. La informática ambiental integra las tecnologías de información y la sustentabilidad ambiental contribuyendo a la conservación del medioambiente, generando nuevo conocimiento y fomentando la difusión y divulgación del conocimiento científico favoreciendo un cambio en los hábitos y comportamientos de los ciudadanos en beneficio de nuestro entorno.

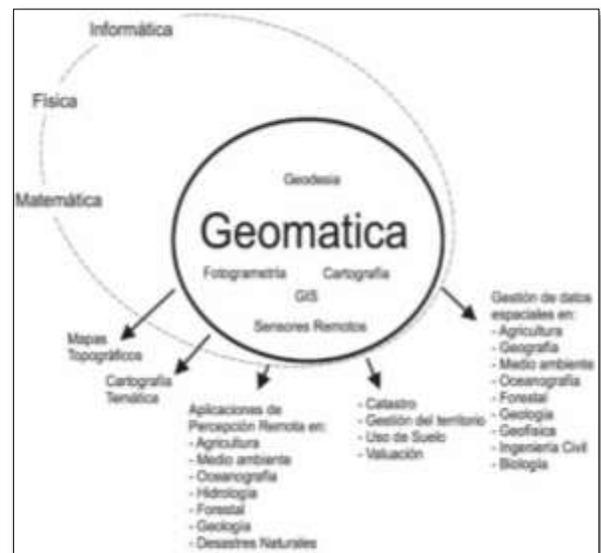


Figura 1 Interacción de la Geografía y la Informática: Geomática. *Elaboración propia*

## Sistemas de Información geográfica

Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, Geographic Information System) es una integración organizada de hardware, software y dato geográfico diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con la finalidad de resolver problemas complejos de planificación y gestión geográfica. Puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información. Los SIG son herramientas que permiten a los usuarios crear consultas interactivas, analizar la información espacial, editar datos, mapas y presentar los resultados de todas estas operaciones.

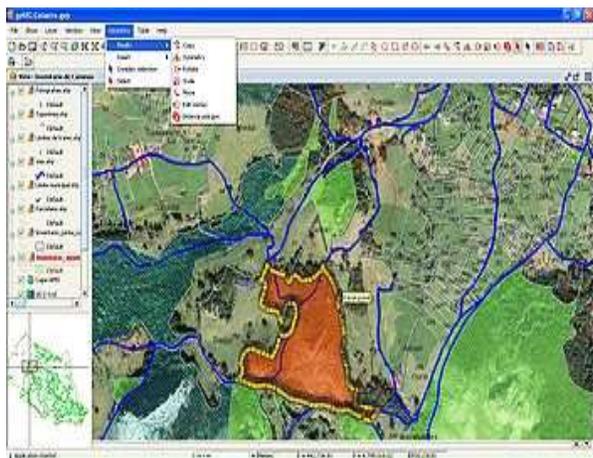
## Funcionamiento de un SIG

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

Las principales cuestiones que puede resolver un Sistema de Información Geográfica, ordenadas de menor a mayor complejidad, son:

1. Localización: preguntar por las características de un lugar concreto.
2. Condición: el cumplimiento o no de unas condiciones impuestas al sistema.
3. Tendencia: comparación entre situaciones temporales o espaciales distintas de alguna característica.
4. Rutas: cálculo de rutas óptimas entre dos o más puntos.
5. Pautas: detección de pautas espaciales.
6. Modelos: generación de modelos a partir de fenómenos o actuaciones simuladas.

La información geográfica puede ser consultada, transferida, transformada, superpuesta, procesada y mostrada utilizando numerosas aplicaciones de software. Dentro de la industria empresas comerciales como ESRI, Intergraph, MapInfo, Bentley Systems, Autodesk o Smallworld ofrecen un completo conjunto de aplicaciones.



**Figura 2** Modelado de información mediante el SIG. *Elaboración propia*

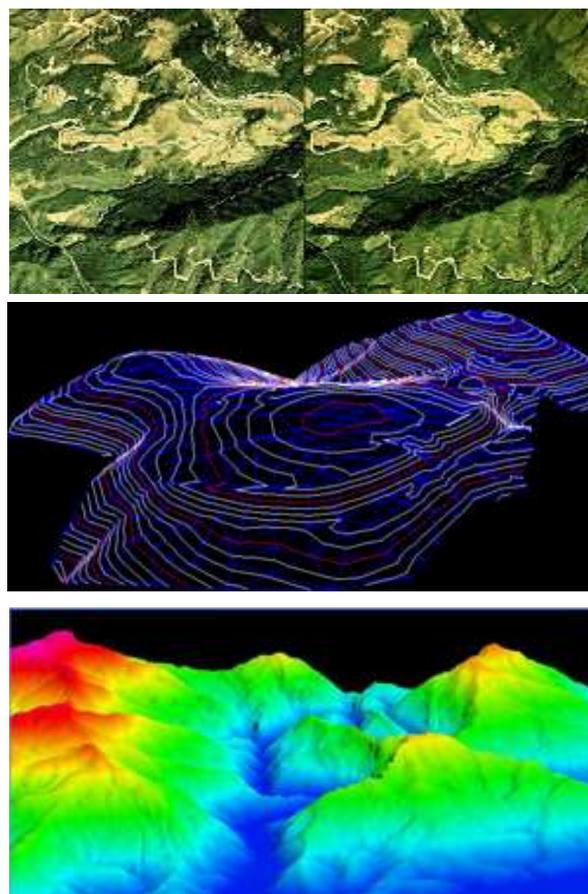
## Tipos de SIG's

Dentro del software SIG se encuentran los siguientes tipos de programas informáticos:

**SIG de escritorio.** Son aquellos que se utilizan para crear, editar, administrar, analizar y visualizar los datos geográficos. A veces se clasifican en tres subcategorías según su funcionalidad:

**Visor SIG.** Suelen ser software sencillo que permiten desplegar información geográfica a través de una ventana que funciona como visor y donde se pueden agregar varias capas de información.

**Editor SIG.** Es aquel software SIG orientado principalmente al tratamiento previo de la información geográfica para su posterior análisis. Antes de introducir datos a un SIG es necesario prepararlos para su uso en este tipo de sistemas. Se requiere transformar datos en bruto o heredados de otros sistemas en un formato utilizable por el software SIG.



**Figura 3** Editor SIG. *Elaboración propia*

**SIG de análisis.** Disponen de funcionalidades de análisis espacial y modelización cartográfica de procesos.



Figura 4 Procesado de información en un SIG. Elaboración propia

**Sistemas de gestión de bases de datos espaciales o geográficas (SGBD espacial).** Se emplean para almacenar la información geográfica, pero a menudo también proporcionan la funcionalidad de análisis y manipulación de los datos. Una base de datos geográfica o espacial es una base de datos con extensiones que dan soporte de objetos geográficos permitiendo el almacenamiento, indexación, consulta y manipulación de información geográfica y datos espaciales.

**Servidores cartográficos.** Se utilizan para distribuir mapas a través de Internet (véase también los estándares de normas Open Geospatial Consortium WFS y WMS).

**Servidores SIG.** Proporcionan básicamente la misma funcionalidad que los SIG de escritorio pero permiten acceder a estas utilidades de geoprocésamiento mediante una red informática.

**Cientes web SIG.** Permiten la visualización de datos y acceder a funcionalidades de análisis y consulta de servidores SIG a través de Internet o intranet.

**Bibliotecas y extensiones espaciales.** Proporcionan características adicionales que no forman parte fundamental del programa ya que pueden no ser requeridas por un usuario medio de este tipo de software.

**SIG móviles.** Se usan para la recogida de datos en campo a través de dispositivos móviles con la adopción generalizada por parte de estos de dispositivos de localización GPS integrados, el software SIG permite utilizarlos para la captura y manejo de datos en campo.

**Principales compañías que desarrollan SIG's**

ESRI, Inc., Redlands, CA, MapInfo, Troy N.Y Intergraph (Huntsville, AL) Bentley Systems (Exton, PA) Autodesk (San Rafael, CA).

**Sistemas Operativos y Licenciamiento de los principales SIG's.**

En la figura 5 se presenta una tabla comparativa donde se pueden observar los sistemas operativos que soportan cada una de las diferentes distribuciones de SIG y su esquema de licenciamiento (Arce, 2007).

Software SIG	Windows	Mac OS X	Geo-Linux	BSD	Unix	Entorno Web	Licencia de Software
ARCO DBMAP	SI	SI	SI	SI	SI	Java	Comercial
ARCGIS	SI	NO	SI	NO	SI	SI	Comercial
Autodesk Map	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
Bentley Map	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
Capware	SI (C++)	NO	NO	NO	NO	NO	GNU GPL
Caris	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
CartaLinux	SI	NO	NO	NO	NO	NO	Comercial
El Suel	Java	Java	Java	Java	Java	NO	GNU
Geomedia	SI	NO	NO	NO	SI	SI	Comercial
Geoplista	Java	Java	Java	Java	Java	SI	GNU
GeoServerProject	SI	NO	NO	NO	NO	Java	Comercial
GeoServer	SI	SI	SI	SI	SI	Java	GNU
GRASS	SI	SI	SI	SI	SI	PHP/MS	GNU
gvSIG	Java	Java	Java	Java	Java	NO	GNU
IDRISI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	Comercial
ILWIS	SI	NO	NO	NO	NO	NO	GNU
G-Mapping Tools	SI	SI	SI	SI	SI	SI	GNU
JUMP	Java	Java	Java	Java	Java	NO	GNU
Kosmo	Java	Java	Java	Java	Java	En desarrollo	GNU
LocalGIS	Java	Java	Java	Java	Java	SI	GNU
LatinoGIS	SI	NO	NO	NO	NO	SI	GNU
Manifold	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
MapGuide Open S.	SI	SI	SI	SI	SI	LAMP/WAMP	LGNU
MapInfo	SI	NO	SI	NO	SI	SI	Comercial
MapServer	SI	SI	SI	SI	SI	LAMP/WAMP	Libra BSD
Maptitude	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
MapWindow GIS	SI	NO	NO	NO	NO	NO	MPL
ortoSky	SI (C++)	NO	NO	NO	NO	NO	Comercial
Quantum GIS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	GNU
SAGA GIS	SI	SI	SI	SI	SI	NO	GNU
GE Smallworld	SI	NO	SI	NO	SI	SI	Comercial
SavGIS	SI	NO	NO	NO	NO	Google Maps	Freeware
SEXTANTE	Java	Java	Java	Java	Java	NO	GNU
SITAL	SI	NO	NO	NO	NO	Google Maps	Comercial
SPRING	SI	NO	SI	NO	SoftGIS	NO	Libra
SuperGIS	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
TalukGIS	SI	NO	NO	NO	NO	NO	Comercial
THTMips	SI	NO	NO	NO	SI	SI	Comercial
TransCAD	SI	NO	NO	NO	NO	SI	Comercial
uDIG	SI	SI	SI	NO	NO	NO	LGNU
GeoStratum	SI	SI	SI	SI	SI	SI	Comercial
ASINELSA SIDAC	Java	Java	Java	Java	Java	SI	Comercial

Figura 5 Sistemas de información geográfica existentes. Elaboración propia

**Tecnologías de Información Geográfica y Geoespacial.**

A continuación se muestra un listado de las aplicaciones desarrolladas a las cuales se puede tener acceso (CEPAL, 2011).

- Tecnologías para crear y procesar esta información
- Sistemas de Posicionamiento Global (GPS)
- Sensores Remotos (SR).
- Sistemas de Información Geográfica.

## Perspectivas

**Crowdsourcing.** Este paradigma se basa en la recolección de las diversas opiniones de la gente de donde se obtienen datos que son procesados y georeferenciados para a partir de ellos obtener un análisis de la información más profundo. Se comienza a tomar de una manera más formal los comentarios de la gente sobre un tema o problema específico y cómo lo han resuelto para permitir obtener de las experiencias un criterio que considera también la parte de la regionalización. Los datos crudos enriquecen los SIG y se está buscando la manera que los usuarios puedan utilizar, administrar, interpretar e incorporarlos a su trabajo.



**Figura 6** Naturaleza de la información en Internet. *Elaboración propia*

A través de las distintas plataformas que cotidianamente son utilizadas se obtiene información que puede ser trazada a través de un SIG. Facebook, Twitter, Youtube, Instagram, entre otros incorporan las tecnologías de los sistemas de información geográfica para que a partir de ella se puedan obtener bases de datos geográficas que apoyen la toma de decisiones como es el caso del Geomarketing.



**Figura 7** Plataformas Web más utilizadas. *Elaboración propia a partir de diversas imágenes públicas*

## Computación en la nube (Cloud computing)

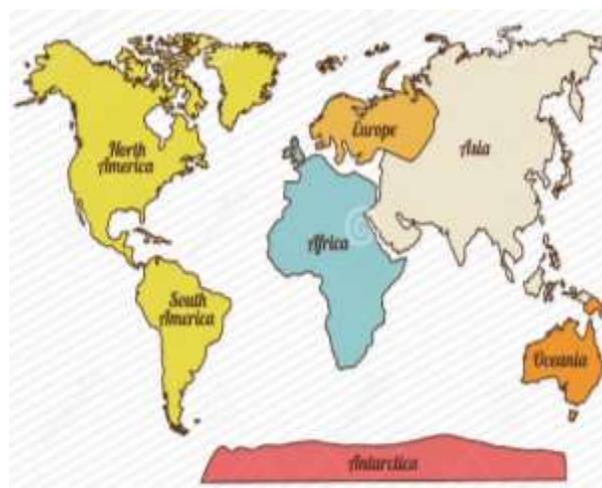
La computación en la nube se está convirtiendo rápidamente en una tendencia tecnológica que casi todas las industrias que proporcionan o consumen software, hardware e infraestructura tecnológica pueden aprovechar.

Los SIG en la nube ofrecen oportunidades para que las organizaciones se vuelvan más rentables, productivas y flexibles. Además les permite ofrecer capacidades nuevas rápidamente.



**Figura 8** Esquematación de computación en la nube. *Elaboración propia*

**GeoDesign (Diseño geográfico).** Los SIG siguen evolucionando como una plataforma completa, ahora integrando la colaboración en la web, la gestión de escenarios, la iteración en diseño y las herramientas de intercambio de datos.



**Figura 9** Geo Design.

## Conclusiones

Este trabajo presentó un análisis de los principales Sistemas de Información Geográfica, haciendo énfasis en la importancia de su construcción e implementación para cualquier organización.

Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información y además, se debe considerar las especiales características de los datos que utiliza y sus correspondientes procesos de actualización.

Los SIG han sido desarrollados a fin de hacer más rápida, precisa y económica la obtención, manejo, interpretación y análisis de datos referidos a los recursos naturales, como también a las modificaciones que sufren las distintas zonas por cambios en el uso de suelo de áreas agrícolas o urbanas, así como también modificaciones en los ambientes naturales.

La constante evolución de la tecnología ha permitido que actualmente se pueda manipular la información de formas que en años anteriores solo se hubiesen podido llevar a cabo manualmente y con una gran inversión de tiempo.

De la misma manera, también se pueden realizar procesos que anteriormente requerían de una gran cantidad de recursos humanos, es decir, que una o más personas estén físicamente para realizar dicho proceso, como por ejemplo, cálculos estadísticos, reportes, graficas, etc.

Cuando se piensa en una nueva tarea o proceso que se pueda llegar realizar en línea o una actividad que no se encuentra automatizada, es entonces cuando se debe de buscar la manera por la cual, se pueda facilitar la realización de dichos procesos para los usuarios involucrados.

## Referencias

Arce R., Rosa M. (2007). *Las tecnologías de información y las comunicaciones y el medioambiente*. EOI escuela de Negocios. Fundación Gas Natural. Barcelona, España. 2007. ISBN-13: 978-84-611-5868-3.

Barchini, Graciela E. (2006). *Informática una disciplina bio-psico-socio-tecno-cultural*. Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. *Revista Ingeniería Informática*, Edición 12, abril 2006.

Bermejo, A., J.M. Meneses, (2004), *Tecnologías de la información y las Comunicaciones en la agricultura*. <http://www.ceditec.etsit.upm.es>

CEPAL. (2011). *Las TIC como herramientas para la sustentabilidad ambiental*. División de Desarrollo Productivo y Empresarial. Newsletter *Tic y Medioambiente*, eLAC2015.no.14. Marzo 2011.

Gordillo Martínez Alberto José, Cabrera Cruz René Bernardo Elías\*, Hernández Mariano Marisol, Galindo Erick, Otazo Elena y Prieto Francisco (2010). *Evaluación regional del impacto antropogénico sobre aire, agua y suelo*. Caso: Huasteca Hidalguense, México. *Rev Int Contam Ambient.* (México) (ISSN: 0188-4999) Vol.26 (3) 229-251.

INE (2005). *Guía de elaboración y usos de inventarios de emisiones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Western Governors' Association, México D.F., 508 p.