

SIG PARA LA EFICIENCIA DE CADENAS DE SUMINISTROS

Recibido: diciembre de 2011
Arbitrado: marzo de 2012

César Viloria-Núñez*, Yoly Triviño Barrios**, Ricardo Ariza-Aguilar***,
Iván Saavedra-Antolínez****, Johanna Amaya Leal*****

Resumen

En el presente artículo se presenta una revisión acerca de los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Su definición y beneficios, algunos ejemplos de estos sistemas y distintas aplicaciones en la industria con el fin de mostrar las bondades que tendría implementar este tipo de sistemas para la mejora de la administración de cadenas de suministro y diseño de rutas para transporte de mercancía.

Palabras clave

Sistemas de información, cadenas de suministro, gestión.

Abstract

In this paper an overview of Geographic Information Systems (GIS) is presented. Its definition, benefits, and some examples of these systems along with different applications in the industry are shown in order to elucidate the benefits that possible implementation of such systems would report in supply chain management and routes design processes.

Keywords

Geographic Information Systems, supply chains, management

I. Introducción

El alto grado de competitividad que existe en las empresas hoy en día, las ha llevado, no sólo a mejorar sus operaciones internas, sino también a crecer tecnológicamente para el intercambio de información, recursos y

materiales con sus diferentes proveedores y clientes de una forma más efectiva y eficiente [1], [2], [3]. Todo esto, conlleva a la implementación de ideas innovadoras que benefician a todos los participantes dentro una cadena de suministro [4], [5].

La implementación de ideas innovadoras, implica una revolución en la forma en la cual se llevan a cabo los negocios. Una óptima utilización de la información sobre los clientes, proveedores y competidores, así como también de la forma en la cual el producto pueda ser llevado al consumidor final, supone el reconocimiento del carácter estratégico de los Sistemas de Información (SI) como instrumentos capaces de alcanzar sustanciales ventajas competitivas en ambientes con crecientes niveles de competencia [6], [7], [8].

Una cadena de suministro está integrada por tres funciones fundamentales las cuales son: suministro, fabricación, y distribución [4], [9], [10]. Dentro de estas tres funciones la distribución es un tema

* M. Sc. Ing. de Sistemas y Computación. Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Universidad del Norte. E-mail: caviloria@uninorte.edu.co.

** M. Sc. (c) Ing. de Sistemas Departamento de Ingeniería de Sistemas, Universidad del Norte. E-mail: aguilar@uninorte.edu.co

*** Ph. D. (c) Ing. Industrial. Industrial and Manufacturing Engineering Department, University of Wisconsin-Milwaukee. E-mail: saavedr9@uwm.edu

**** M. Sc. Ing. Industrial. University of Florida, Gainesville, FL. Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Norte. E-mail: amayaj@uninorte.edu.co

principal debido a que esta hace posible que el producto pueda llegar a los consumidores finales, permitiendo a la empresa mantener su competitividad en el mercado [11], [12].

La distribución de productos en Colombia se lleva a cabo generalmente por vía terrestre, mediante el uso de camiones que reciben el producto desde los distribuidores mayoristas y minoristas. Este flujo de mercancía está expuesto a sufrir rupturas debido a factores imprevistos como bloqueos de vías, accidentes de tránsito, desastres naturales, entre otros. La falta de estrategias efectivas de reacción ante tales sucesos, genera retrasos en la entrega, ocasionando daño en el caso de productos perecederos al igual que incumplimiento de contratos, desembocando en pérdidas económicas. Por tal motivo, es necesario buscar alternativas tecnológicas que minimicen los perjuicios causados por estas situaciones [13], [14].

A continuación, se presenta una breve descripción de lo que es un Sistema de Información Geográfica y de Google Maps. Adicionalmente, se muestran algunas aplicaciones realizadas alrededor del mundo en servicio de distintas disciplinas. Luego, se presentan aplicaciones que han mejorado las condiciones de cadenas de suministro. Finalmente, se presenta una discusión y unas conclusiones sobre el tema tratado.

II. Sistemas de Información Geográfica

La tecnología de la información constituye un factor de gran incidencia dentro de las transformaciones de la naturaleza de productos y procesos en el mercado, puesto que ha modificado la estructura de un gran número de empresas y de la

competencia en sí misma [15]. Una de las principales características de la gestión económica de la empresa, la constituye su capacidad de convertir la información en acción [16].

La información adquiere una importancia cada vez mayor dentro de las organizaciones, dada la urgencia con la cual deben solucionarse los problemas del entorno en el cual se desarrolla la actividad de la misma y los cambios tecnológicos que se producen en función de la información [15], [17].

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de métodos, herramientas, y datos, integrados en un mismo entorno, con el fin de manipular la información geográfica de una manera ágil y dinámica que permite construir herramientas para la gestión y planeación frente a la necesidad de resolver problemas dentro de una organización que utilice información espacial geográfica [18], [19]. Estos, permiten la captura, ingreso, almacenamiento, análisis e interpretación de información válida para tomar decisiones [20], [21], [22].

Los SIG son muy usuales en el ámbito del transporte, ya que estos son empleados para la toma de decisiones concernientes a la planificación, diseño y gestión del transporte público. Adicionalmente, estos se implementan en operaciones de análisis de tráfico y control, análisis de seguridad, evaluación de impactos ambientales, mitigación de riesgos, configuración y administración de sistemas logísticos complejos, entre otros [23].

Los sistemas inteligentes de transporte, incluidos los servicios, tales como sistemas inteligentes de vehículo de carretera y los sistemas automáticos de localización de vehículos, constituyen una integración particularmente ambiciosa de las tecnologías SIG y la comunicación para una amplia variedad de servicios de transporte [24], [25].

Gracias a los SIG, se tiene la posibilidad de incrementar la eficiencia de muchos procesos de transporte de productos entre ciudades, ya que brindan alternativas para analizar y comparar distintas rutas entre dos puntos distintos, teniendo en cuenta distintos factores como distancias, tipos de terrenos, entre otros [26], [27].

La infraestructura y tecnología que proporciona Internet, ha transformado los SI, a partir de lo cual, se fundamenta el cambio de perspectiva que supone estructurar un SI desde el punto de vista del decisor y no mediante la interpretación de algunas necesidades predeterminadas de la información [28]. Adicionalmente, Internet sugiere algunas ventajas con respecto a otros tipos convencionales de SI, tales como un menor costo, una información que satisfaga en mayor medida a quien la requiera a través de un sistema interactivo, un tiempo de espera para acceder a la misma, empleando productivamente la información con más rapidez, entre otras [29], [30].

Un SIG encontrado en Internet que es altamente reconocido es Google Maps. Debido a la flexibilidad que brinda la Application Programming Interfase (API) de este sistema, se han hecho posibles desarrollos que brinden a las empresas un elemento de apoyo para la planificación de sus redes y la organización de su comunicación vía terrestre con sucursales y sitios de interés para las mismas. De esta forma, pueden contar con información visual clara de su red de suministros y de las entidades asociadas a esta [31].

III. Google Maps

Google Maps un servicio de mapas libre, más sencillo que otros servidores, muy utilizado por los programadores [21]. Este servicio de Google que consiste en un servidor de aplicaciones de mapas en Internet, ofrece imágenes de mapas desplazables, así como fotografías satelitales de todo el mundo, incluso la ruta entre diferentes ubicaciones [32], [33].

La API de Google Maps permite a los usuarios integrar el SIG en sus propias páginas Web con JavaScript. Además, proporciona una serie de utilidades para manipular mapas (igual que en la página Web <http://maps.google.com>) y añadiendo contenidos al mapa a través de una variedad de servicios, permitiendo a los clientes crear aplicaciones de mapas robustas en sus propios sitios Web. Google Maps permite obtener una clave de API secreta a través de una cuenta de usuario de Google [34], [35], [36].

La API de Google Maps se integra completamente con las API AJAX de Google. Este marco permite cargar más de una clave de API para todas las API AJAX de Google (como Google Maps) y también proporciona un espacio de nombres comunes para cada API, lo que permite diferentes API de Google para operar juntos [37].

IV. Aplicaciones de Sistemas de Información Geográfica y Google Maps

4.1 TURISMO

El surgimiento y desarrollo de Google Earth ofrece una herramienta para el turismo, constituyéndose en la plataforma para el desarrollo de nuevas aplicaciones y recursos. [38]:

En el *Indian Institute of Information Technology Allahabad*, se implementó un sistema que proporciona a turistas, fácil acceso a la información sobre una ciudad. Este sistema, integra interfaces API de Google Maps de Microsoft. NET Speech SDK y tecnologías Web 2.0 como Java Script, AJAX, y con Asp.Net. NET. Es un conjunto de mapas basados en el sistema multimodal de guía turística que cuenta con control de navegación, funciones de búsqueda de hoteles, restaurantes, atracciones, rutas más cortas hacia los destinos especificados e interacción multimodal más natural con el teclado y voz. Este sistema suministra información acerca de lugares, ubicación en el mapa, fotografías, textos y enlaces relacionados con los mismos [39].

En la Universidad de Coruña, España, se desarrolló una Interfaz Web para un sistema geográfico de información turística para usuarios de la ciudad de Galicia. Este sistema le permite al usuario interactuar con

un mapa que proporciona el manejo de entidades geográficas tales como provincias, municipios, sitios de interés, rutas entre otros, contenidos en varias capas superpuestas sobre el mapa. Dependiendo de la consulta que se requiera, el sistema muestra la capa correspondiente que contenga la información buscada. El sistema brinda además la posibilidad de tener rutas literarias, mostrando trayectorias que cubren

sitios de interés. Todo esto sobre el mapa, considerando la red vial de Galicia y de las provincias cercanas [40].

Desarrolladores en Serbia, diseñaron un prototipo de software que utiliza la API de Google Maps para aplicaciones turísticas en la ciudad de Palic, mostrada en la figura 1. El sistema utiliza una base de conocimientos a partir del seguimiento de las acciones del usuario. Basado en esto, el sistema sugiere información de especial interés para el usuario [41].

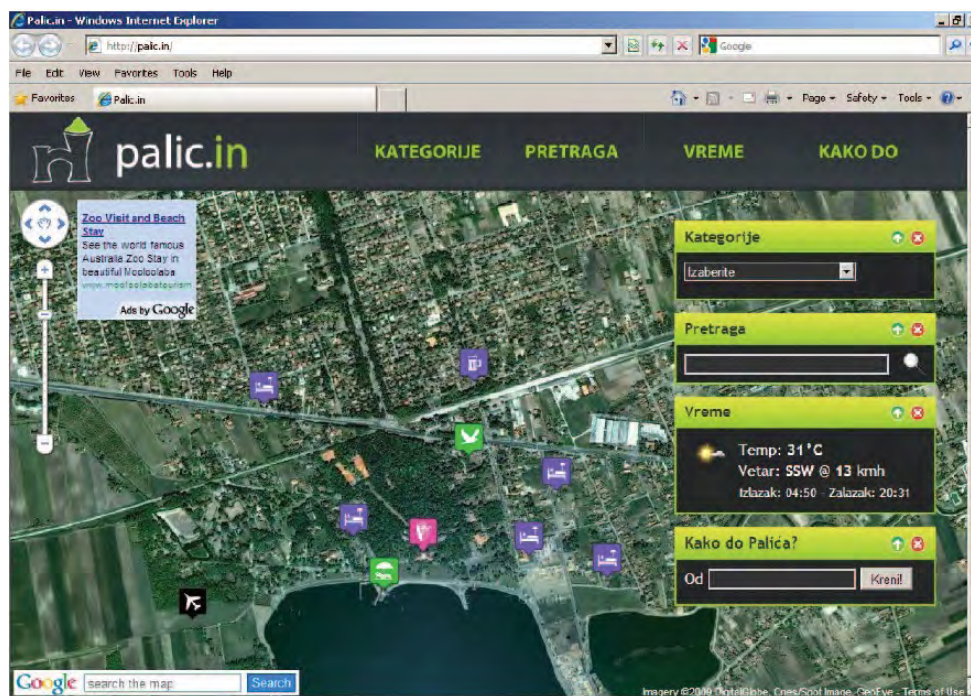


Figura 1. Aplicación turística en Palic, Serbia. Tomada de [41]

4.2 SALUD

En el área de la salud, en Venezuela, se utilizaron Sistemas de Información Geográfica para analizar la reintroducción de la malaria. El estudio se realizó mediante un enfoque eco-epidemiológico y el empleo de SIG y Sensores Remotos (imagen Landsat TM), que permitieron identificar distintos factores de riesgo malárico. El SIG integra datos epidemiológicos (casos de malaria), meteorológicos (precipitación), geográficos (relieve,

hidrografía, vialidad, población humana, uso de la tierra, etc.) y entomológicos (criaderos de anofelinos vectores) [42].

Por su parte, la Organización Panamericana para la Salud, utilizó los Sistemas de Información Geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud en sus áreas de influencia. En este caso, se realizó un análisis epidemiológico mediante los SIG, con el que fue fácil reconocer cómo se comporta un fenómeno de salud y sus factores de riesgos. Se lograron identificar fácilmente los patrones de distribución espacial de los factores de riesgo [43].

En el Hospital Chihaya de Japón, se implementó un sistema electrónico de información geográfica utilizando la API de Google Maps, el cual suministra a aquellos pacientes que requieran algún tipo de traslado, información concerniente a 155 proveedores de servicios médicos, categorizándolos de acuerdo a sus especialidades, permitiéndole así a sus usuarios la posibilidad de movilizarse al que mejor se ajuste a sus necesidades o ubicación geográfica [44].

4.3 DISEÑO DE RUTAS

La Universidad de Barcelona desarrolló un aplicativo Web que utiliza la API de Google Maps para que, a partir de varias rutas registradas en el sistema, se generen nuevas rutas, con el fin de que los usuarios no tengan

la necesidad de introducir todas las rutas existentes. Las rutas se trazan siguiendo los requerimientos que ingresen los usuarios para estas [45].

El aplicativo permite que el usuario defina un conjunto de puntos y genera las rutas pasando lo más cerca posible por este conjunto de puntos. Luego, estas rutas pueden ser visualizadas desde Google Maps o descargadas en un dispositivo de posicionamiento geográfico (GPS) Portátil [45]. El resultado de este trabajo se muestra en la figura 2, donde se muestra una ruta generada por el aplicativo con las características de la misma.

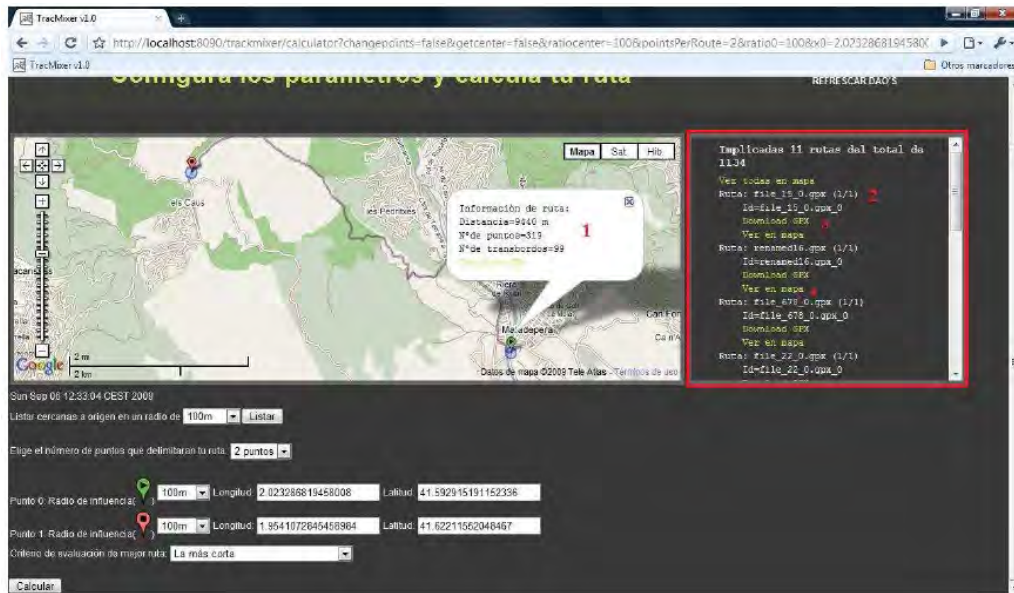


Figura 2. Aplicativo para generar rutas en Google Maps. Tomado de [45].

Un grupo de investigación de la Universidad de Laguna en España creó un software para el enrutamiento de vehículos y optimización de rutas, aplicado a un sistema de clientes, depósitos y vehículos. Se utilizó Google Maps para crear el entorno que permitió interactuar con las tareas propias que posee un mapa digital, como son localización de puntos, almacenamiento de información geográfica y trazado de rutas entre un conjunto de puntos. En este proyecto se pretendió realizar una simulación de un problema real que involucra el transporte escolar y la forma en que la correcta planificación de las rutas

de los vehículos destinados para esta tarea, puede ser significativo en el ahorro de dinero [46].

El sector minero también se ha visto influenciado por el aprovechamiento de la información proveniente de los SIG. Se desarrolló un sistema de conducción asistida, basada en el GPS, las redes inalámbricas y la API de Google Earth, para mejorar la seguridad de la opera-

ción de los camiones utilizados en las minas para el transporte. Este sistema, permite localizar, rastrear y visualizar los vehículos, en tiempo real, en una interfaz basada en mapas 3D de las minas, obtenidos a partir de la interfaz gráfica de Google Earth. Así, se aumenta

la fiabilidad y se reduce la incertidumbre relacionada con las operaciones de minería a cielo abierto, permitiendo la personalización de los mapas, el seguimiento de los vehículos, la emisión de alertas de proximidad y la visualización de posibles rutas de escape [5]. La primera aplicación móvil de navegación llegada a Colombia es Waze [47], [48].



Figura 3. Visualización de la aplicación Waze en BlackBerry e iPod. Tomada de [47].

Waze es una aplicación social gratuita que, siendo guiada por voz, proporciona la información al usuario en tiempo real del estado de las vías que este requiera, a través de teléfonos celulares inteligentes con GPS tal como se muestra en la figura 3. Adicionalmente, sirve para compartir información en concerniente al estado de la calle, tal como tráfico, accidentes, entre otros.

V. Mejora en Cadenas de Suministros

En términos generales, la cadena de suministro (Supply Chain-SC) se inicia con la producción de las materias primas

y termina en el consumidor, en consecuencia, todos los implicados, bien sean instituciones, empresas o personas, forman parte de la SC. En este orden de ideas, también el proceso de transporte es parte de la SC [22].

La tecnología debe ser parte fundamental de los procesos de comunicación entre fabricantes, almacenes y minoristas [49]. Una tecnología muy compacta y robusta, implementada por algunas empresas dentro de las cadenas de suministro, corresponde a Radio-frequency identification (RFID) [50], [51].

El apoyo de dispositivos de RFID, también ha sido fundamental en otro tipo de desarrollos. En Francia, se realizó una aplicación en la que la tecnología RFID sigue el flujo de elementos físicos y artículos de estas cadenas de suministro para ayudar a los usuarios a de-

tecar ineficiencias, tales como retrasos en el envío, el robo, o problemas de inventario. La herramienta incluye técnicas de análisis basadas en reglas y una interfaz de representación cartográfica enlazada con Google Maps, tal como se muestra en la figura 4. Con estas características, que permite a los usuarios visualizar la estructura de cadena de suministro, junto con las métricas de rendimiento, y detectar los puntos calientes problemáticos [31], [52].



Figura 4. Visualización de la herramienta que cuenta con apoyo de tecnología RFID. Tomada de [31].

Un sistema de apoyo a la decisión de resolver el problema de enrutamiento de vehículos multidepósitos con una distribución fija de vehículos fue desarrollado en Wuhan, China. En el sistema, los datos de los clientes, los proveedores, y las topologías de las carreteras son almacenados y administrados por el SIG, y se empleó un método de optimización basado en genética modificada para proporcionar las rutas de los vehículos. El sistema se aplicó a un sistema de gestión de la oferta práctica de la cadena y siempre apoyó la decisión tanto para los vehículos de enrutamiento y toma de decisiones sobre los depósitos de distribución [53].

VI. Discusión y conclusiones

Es importante contar con una herramienta para el apoyo al diseño de redes de suministro de productos y esté construida como elemento visual para la organización de la información para el manejo de una red.

La implementación de herramientas de apoyo para el abastecimiento de cadenas de suministros sugiere gran importancia en la medida en la que estas representan significativas ventajas en los resultados de cada una de las etapas que conforman dichas cadenas de suministro.

Los SIG suministran, como su nombre lo indican, información geográfica necesaria para la construcción de las herramientas de apoyo a implementar a fin de mejorar las cadenas de suministros anteriormente mencionadas.

Es posible realizar una herramienta de apoyo para el establecimiento de cadenas de suministros empleando Google Maps. La API con que cuenta Google, brinda las herramientas necesarias para tal fin. Con ayuda de un lenguaje de programación más robusto que javascript, con el cual se pueda complementar las capacidades de programación que brinda la API, es posible crear aplicaciones de este tipo.

Se requiere implementar un prototipo de software para la administración de los nodos que componen la red. Este entorno debe permitir crear, editar y eliminar nodos. Estas tareas solo podrían ser realizadas por un usuario autorizado, previa autenticación. El prototipo además debe contener una base de datos que registre los nodos y arcos desarrollados; sería incluida información concerniente a los nodos que componen la red, tanto información de

contacto de las empresas dentro de la red, como información geográfica de los nodos y arcos (coordenadas).

Referencias biográficas

- [1] A. Castillo. *Los sistemas de información y su impacto en la competitividad empresarial*. Economía Industrial. N.º 361. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid: 2006.
- [2] H. Molina, F. Conca. *Innovación tecnológica y competitividad empresarial*. España: Ed. Universidad de Alicante, 2000.
- [3] M. Mortimore, W. Peres. *La competitividad empresarial en América Latina y el Caribe*. Revista de la CEPAL. N.º 74, agosto, 2001, pp. 34-59.
- [4] J. Gattorna. *Dynamic Suplí Chains*. Harlow: Ed. Prentice Hall, 2010.
- [5] V. Tella, J. López. *La tecnología: cómo vencer los retos y necesidades de la cadena de suministro*. Ciencia UANL. Vol. VIII, número 001. México: enero-marzo, 2005.
- [6] J. Aparisi, V. Ripoll. *Relevancia de la tecnología de la información y de los sistemas de información estratégica para la elaboración del cuadro de mando integral*. I Encuentro Iberoamericano de Contabilidad de Gestión. España: Ed. Universidad de Valencia, 2000.
- [7] J. Amat. *Cómo introducir nuevas tecnologías*. Alta dirección, n.º 145, mayo-junio, 1989.
- [8] R. Benjamín, J. Blunt. *Factores críticos de la tecnología de la información en el umbral del 2000*. Harvard-Deusto Business Review, n.º 54, mayo-junio, 1993.
- [9] H. Lee, K. So, C. Tang. *The value of information sharing in a two-level supply chain*. Management Science. Vol. 46, N.º 5, 2000, pp. 626-643.
- [10] W. Tong, J. Jian-hua, Y. Si-hong. *Analysis of Revenue Sharing Contracts with Uncertain Demand in Supply Chain*. IEEE International Conference on Management Science and Engineering. 2006, pp. 522-525.
- [11] P. Drucker. *Logística, administración de una cadena de suministro*. 5.ª ed. México: Pearson Educación, 2004.
- [12] J. Capó-Vicedo, J. Tomás-Miquel, M. Expósito-Langa. «La gestión del conocimiento en la cadena de suministro. Análisis de la influencia del contexto organizativo». Información Tecnológica. Vol. 18, N.º 1. 2007, pp. 127-135.
- [13] Y. Sheffi, J. Rice, H. Fleck, F. Caniato. *Supply chain response to global terrorism: a situation scan*. EurOMA POMS Joint International Conference. Jun, 2003.
- [14] L. Synder, M. Scaparra, M. Daskin, R. Church. *Planning for Disruptions in Supply Chain*. Tutorials in Operations Research Inform, 2006.
- [15] E. Revilla Gutierrez. *Reflexiones en torno al valor estratégico de la tecnología de la información*. Anales de estudios económicos y empresariales, Ed. Universidad de Valladolid, N.º 6, 1991, pp. 67-82.
- [16] J. Forrester. *Industrial Dynamics*. Ed. MIT Press, 5.ª edición. Massachusetts: 1968.
- [17] P. Ein-Dor, E. Segev. *Strategic planning for management information systems*. Management Science. Vol. 24, noviembre 1978, pp.1631-1641.
- [18] J. García Agudo, J. Sorribes. *Aplicación con Google Maps*. Universidad autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- [19] S. Li. *Advances in Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Taylor & Francis Group. Chapter 25. London: 2008, pp. 335-353.
- [20] F. Rosete, G. Bocco. *Los sistemas de información geográfica y la percepción remota: herramientas integradas para los planes de manejo en comunidades forestales*. México: Ed. Instituto Nacional de Ecología, 2009.
- [21] D. Barros. *Publicación de Geoinformación de la Universidad de Azuay en la Web: Aplicaciones sobre Google Earth*. Ecuador: 2008, pp 48, 57.
- [22] J. Scholz. *Real-time Spatial Optimization*. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Technical Sciences. Graz University of Technology Faculty of Technical Mathematics and Technical Physic. 2010.
- [23] J. C. Thill. *Geographic information systems for transportation in perspective*. Transportation Research Part C, 8, 3-12, 2000.
- [24] N. Waters. *Transportation GIS: GIS-T*. In P. A. Longley, M. F. Goodchild, D. J. Maguire and D. W. Rhind (eds.) Geographical Information Systems, Volume 2: Management Issues and Applications, 1999, 2 ed., New York: John Wiley, 827-844.
- [25] R. Souleyrette, T.R. Strauss. *Transportation*. In S. Easa and Y. Chan (eds.) Planning and Development Applications of GIS, American Society of Civil Engineers, Reston, VA, 117-133, 1999.
- [26] J. Bosque. *Sistemas de Información geográfica*. Universidad Nacional Agraria La Molina. Madrid: 1992.
- [27] EQUIPO URBANO. *El uso de Google Earth para el estudio de la morfología de las ciudades. I, Alcances y limitaciones*. Ar@cne. Revista electrónica de recursos en Internet sobre Geografía y Ciencias Sociales. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, n.º 100, 1 de septiembre de 2007. <www.ub.es/geocrit/aracne/aracne-100.htm>.
- [28] J. L. Le Moigne. *Les Systèmes d'Information*. París: PUF, 1973.
- [29] J. Bakos, M. Treacy. *Information Technology and Corporate Strategy: A Research Perspective*. MIS Quarterly, Vol. 10, junio, 1986.
- [30] J. Bakos. *Information Links and Electronic Marketplaces: the Role of Inter-organizational Information Systems in Vertical Markets*. Journal of Management Information Systems, Vol. 8, n.º 2, 1991.
- [31] A. Ilic, T. Andersen, F. Michahelles. *Increasing Supply-Chain Visibility with Rule-Based RFID Data Analysis*. IEEE Internet Computing. Vol. 13, N.º 1, 2009, pp. 31-38.
- [32] G. Wang, F. Bian. *Integrating HDRI into Google Maps with Ajax*. IEEE Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile. 2007, pp. 5963-5966.
- [33] E. Bühler. *Localización geoespacial con Google Maps*. Revista Sólo Programadores, N.º 143, 2006, pp 36-41.
- [34] Google Corporation, Jan. 2009; *Google Maps API*. <http://code.google.com/intl/en/apis/maps/>. Google Corporation, Jan. 2009.
- [35] R. Luo, Y. Shen. *The design and implementation of public bike information system based on Google Maps*. IEEE Conference on Environmental Science and Information Application Technology. Vol. 2, 2009, pp. 156-159.
- [36] S. Davis. *Google Maps API*. V2. Pragmatic BookShelf, 2006.
- [37] Google Corporation, Jan. 2009; *Map Basics*. <http://code.google.com/intl/en/apis/maps/documentation/introduction.html>.
- [38] W. NaXiao. *Study on the application of virtual Sun Island tourist route based on Google Earth*. 18th International Conference on Geoinformatics. Junio 18-20, 2010. pp. 1-3.
- [39] S. Sharma, A. Agrawal. *IMTS- an Interactive Multimodal Tourist-Guide System*. International Conference on Signal and Image Processing (ICSIP), 2010, p. 233.
- [40] C. Nieves, J. Brisaboa, A. Cotelo, M. Fariña, M. Luaces, R. Penabaz, Á. Places, J. Viqueira. *Una interfaz web para un sistema geografico de información turística*. In: Actas de la II Jornada de Sistemas de Información Geográfica (JSIG), Spain: El Escorial, 2002.

- [41] A. Pejic, S. Pletl, B. Pejic. *An expert system for tourists using Google Maps API*. IEEE International Symposium on Intelligent System and Informatics. 2009. pp. 317-322.
- [42] R. Barrera, M. Grillet, Y. Rangel, J. Berti, A. Aché, Alberto. *Estudio eco-epidemiológico de la reintroducción de la malaria en el nororiente de Venezuela mediante Sistemas de Información geográfica y sensores remotos*. Bol. Dir. Malariol. Saneam. Ambient. Vol. 38, N.º 1, 1998, pp.14-30.
- [43] E. Loyola, C. Castillo-Salgado, P. Nájera-Aguilar, M. Vidaurre, O. Mujica, R. Martínez-Piedra. *Los sistemas de información geográfica como herramienta para monitorear las desigualdades de salud*. Revista Panamericana de Salud Pública. Vol. 12, N.º 6, 2002, pp. 415-428.
- [44] S. Kobayashi, T. Fujioka, Y. Tanaka, M. Inoue, Y. Niho, A. Miyoshi. *A geographical information system using the Google Map API for guidance to referral hospitals*. Journal of medical systems. Japón: 2009.
- [45] J. García, J. Sorribes. *Aplicación con Google Maps*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- [46] A. Fumero, J. Salazar. *GMOR: Google Maps para la Optimización de Rutas*. Universidad de la Laguna. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática. España.
- [47] Diario El País. *Waze, aplicación móvil de navegación GPS para smartphones, llegó a Colombia*. Jueves, 28 de octubre de 2010.
- [48] E. Nieto, A. Zhongxue Li. *Real-time Google Earth 3D assisted driving system in surface mining operations*. Mining Engineering, febrero 2010, p. 21.
- [49] S.L. Cohen. *The supermarket in 2010*, IIE Solutions, April 2000, pp. 38-41.
- [50] E. Prater, G. Frazier. *Future impacts of RFID on e-supply chains in grocery retailing*. Supply Chain Management: An International Journal. Volume 10. Number 2. 2005 . pp. 134-142.
- [51] M. Karkkainen, J. Holmstrom. *Wireless product identification: enabler for handling efficiency, customization and information sharing*, Supply Chain Management: An International Journal, Vol. 7 N.º 4, 2002. pp. 242-52.
- [52] A. Ilic, F. Michahelles, E. Fleisch. *Dual Ownership: Access Management for Shared Item Information in RFID-enabled Supply Chains*. IEEE Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops, 2007, pp. 337-341.
- [53] L. Jian-Jun, J. Li. *A decision support system for supply chain management base dons PSO and GIS*. IITA International Conference on Control, Automation and System Engineering, 2009, pp. 58-61.



UNIVERSIDAD DE
SAN BUENAVENTURA
SEDE BOGOTÁ

Calidad humana y profesional

Ingeniería Electrónica

CÓDIGO SNIES	2901
TÍTULO QUE OTORGA	Ingeniero(a) Electrónico(a)
METODOLOGÍA	Presencial
DURACIÓN	10 semestres

Objetivo del programa
Formar ingenieros electrónicos integrales, con una amplia capacidad para investigar, diseñar, evaluar, mantener, elaborar y brindar soluciones técnicas para el sector productivo, desde la aplicación de sistemas electrónicos.

Campos de acción del Ingeniero Electrónico, bonaaventuriano
Diseño, implementación de procesos de automatización y control industrial.
Gestión, diseño e implementación de redes de computadores y accesos a Internet para la aplicación de las nuevas tecnologías en procesos industriales de producción y comercialización.
Diseño, implementación y gestión de sistemas de comunicación industrial móviles y fijos.
Investigación aplicada en el desarrollo de proyectos especiales en electrónica, para centros de investigación industrial y académico.
Diseño, instalación y mantenimiento de instrumentos y sistemas electrónicos aplicados a la medicina y la industria.

UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA, SEDE BOGOTÁ - Carrera 8 H.n.º 172-20 • PBX 667 1090 • Línea gratuita nacional: 01 8000 125 151
Correo electrónico: informacion@usbog.edu.co • www.usbbog.edu.co
FACULTAD DE INGENIERÍA • Edificio Fray Diego Barroso, oficina 201 • PBX: 667 1090 extensiones 275 - 258