



CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE INVESTIGACIÓN  
E INNOVACIÓN  
DOS MIL DIECISEIS



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

## CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016

### APLICACIÓN DE LA GEOMÁTICA EN LA MOVILIDAD Y SEGURIDAD VIAL

#### 2. Autor: Henry Yecid Bustos Castañeda

Institución: Corporación Universitaria Minuto de Dios UNIMINUTO, Ingeniería Civil, Bogotá D.C., Colombia.

Email: [hbustos@uniminuto.edu](mailto:hbustos@uniminuto.edu); [gerenciatocoma@gmail.com](mailto:gerenciatocoma@gmail.com)

Eje temático: Movilidad y Seguridad Vial

#### 3. Resumen

El modelamiento espacial de la superficie del globo terráqueo se ha convertido en un insumo obligatorio para las necesidades de la población. Los productos de la Geomática son un Servicio; Servicio que en algún momento del proceso cartográfico, se convierte en un Bien para la sociedad.

Se busca con este artículo definir y precisar cada uno de los procesos que intervienen en la aplicación de las nuevas tecnologías a las ciencias de las tierras con énfasis en la movilidad y la seguridad vial.

La seguridad vial se encuentra completamente ligada con la movilidad en el momento de tomar una decisión. Con respecto al mantenimiento preventivo y correctivo de los elementos de señalización y semaforización vial; la Geomática permite que las intervenciones de los pavimentos no interfieran con la movilidad o que sea impactado en un nivel mínimo.

Como resultado general de la aplicación de la Geomática respecto a la movilidad y la seguridad vial, se encuentran entre otros los controles en tiempo real de los desarrollos de las rutas diarias, la actualización y programación de la malla vial correspondiente al sistema, la programación de soluciones inmediatas durante la prestación normal del servicio incluidas las horas de receso y el control de los instrumentos de señalización. En general se crea un aporte directo de la Geomática en los diseños, las consultorías y las obras nuevas junto con las acciones de recuperación y mantenimiento vial que se generan, todo para las mejoras relacionadas con los sistemas de movilidad y seguridad vial.



CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE INVESTIGACION  
E INNOVACION  
DOS MIL DIECISEIS



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

4. **Palabras clave: Modelamiento, Movilidad, Seguridad Vial, Geomática, Cartográfico.**

5. **Abstract**

The spatial modeling of the surface of the globe has become necessity of the world population. You only have to perform a geographic query to find the nearest grocery store a residence.

Then geomatics is service and after, It becomes a Well for society. In this article it seeks to define and clarify each of the processes involved in the application of new technologies to the earth sciences with emphasis on services, mobility and road safety.

As a result of the application of services in Geomatics, is possible consider the mobility and road safety in real time. Like programming of the daily routes, update and programming immediate solutions during normal service provision including hours of recess and the control signaling instruments. The above explain the important contribution of geomatics in the field designs, consultancies, new works, pavements and vial systems, among others.

**Keywords: Modeling, Mobility, Road safety, Geomatics, Cartographic.**

6. **Introducción**

La ciencia y la tecnología de la información espacial constituyen uno de los campos con mayor avance y desarrollo recientes. La tierra representada en forma digital y tridimensional con las diferentes resoluciones que permitan encontrar, visualizar y emplear grandes cantidades de información georreferenciada, es uno de los objetivos claros respecto el empleo de la geomática. El sistema debe permitirles a los usuarios navegar en el espacio y en el tiempo, acceder a datos históricos y también desarrollar modelos de predicción con respecto a los pavimentos.

Geomática es un término científico moderno con el que se interrelacionan diferentes disciplinas científicas. El término apareció por primera vez en 1969, definido por Bernard Dubuisson en un documento llamado “cronología de la geomática en francés”, con el cual precisa que la geomática integra todas las



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

ciencias básicas y las nuevas tecnologías empleadas para el conocimiento de las tierras y las ciencias aplicadas a ellas [1].

La aplicación de la geomática es ilimitada, basta con ingresar a las plataformas que integran las bases de datos con los sistemas geográficos como los navegadores en las web, para encontrar respuestas georreferenciadas. Las respuestas se refieren a lugares para hacer compras, visitar lugares culturales o los horarios de las sucursales bancarias junto a su ubicación exacta. Los tiempos de traslado son otro beneficio significativo que se puede precisar con las plataformas que integran los SIG. Del mismo modo las aplicaciones de la geomática se desarrollan en temáticas como en procesos de restitución de tierras, agricultura de precisión, cambios climáticos, ordenamiento territorial, gestión de riesgo, amenazas naturales, estudios mineros, tránsito y transportes entre otros.

### 7. Marco conceptual.

#### GEOMÁTICA

En el año de 1988 la Asociación canadiense de Inspección aérea aumentó los alcances y redefinió el término incluyendo otras disciplinas como los sistemas de información geográficos, la cartografía y la geodesia satelital. Lo anterior suscitó cambios en el nombre de la organización y desde entonces se designan como La Asociación de Industria Geomática de Canadá (Geomatics Industry Association of Canada –GIAC-) la cual determino labores en la interpretación de la tierra y del conocimiento físico caracterizado por el manejo de la información y los procesos de integración y sistematización de las tecnologías.

La nueva ciencia geomática es una palabra derivada del francés géomatique, que se define como “la ciencia que estudia la estructura y las propiedades de la información espacial, los métodos de captura, calificación, cualificación, definición espacial, representación, uso y la infraestructura para lograr una aplicación óptima” [2].

#### SIG (SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA)

Colombia no se ha quedado atrás en las iniciativas que implementan los SIG, formalizando un documento del Consejo Nacional De Política Económica y Social



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”**

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**(COMPES) No.3585, el cual es una iniciativa conjunta entre varias entidades del Estado dentro de la que se presenta una política marco de estándares y lineamientos de coordinación, enfocada a los procesos de producción, adquisición, documentación, acceso y uso de la información geográfica desarrollados por las entidades del estado [3].**

**En Bogotá el Instituto de Desarrollo Urbano (IDU) en el acuerdo 02 de 1999 definido por el Consejo Distrital, creó el sistema de información de la malla vial de Bogotá, formado por una base de datos sistematizada que compila el registro de todas las vías arterias, intermedias, locales y rurales de la ciudad. El sistema consta de un inventario con diagnósticos de la malla vial. Insumo con los que se comenzaron a tomar direccionamientos y decisiones acerca del funcionamiento del sistema de gestión, identificando las prioridades, los niveles de intervención, las zonas geográficas, estimación de costos y la oportunidad de las intervenciones junto con los tiempos.**

### **ICDE (INFRAESTRUCTURA COLOMBIANA DE DATOS ESPACIALES)**

**Una IDE es según la U.S. Mapping Science Committee “Conjunto de medios que permite agrupar información geográfica que describe la distribución y las características de objetos y fenómenos que ocurren en la tierra. Incluye: los materiales, la tecnología y la gente necesaria para adquirir, procesar, almacenar y distribuir dicha información para satisfacer una amplia variedad de necesidades” (U.S. Mapping Science Committee – 1993)**

**Para Colombia la Comisión Nacional del Espacio creada por el decreto 2442 del 2006 que se encarga de optimizar la contribución de las ciencias y las tecnologías espaciales al desarrollo social, económico y cultural de Colombia, mediante su aplicación para la solución de problemas nacionales, el fortalecimiento de los sectores estatal, académico y productivo, el desarrollo sostenible y la competitividad del país, administra conjuntamente con el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) el Geoportal de Colombia, con el objetivo de fortalecer la producción de información geoespacial en las diferentes entidades del Estado y promover su intercambio, acceso y uso. Así lograr que el país cuente con información geográfica armonizada y estandarizada.**

### **GEORADAR, GPR (GROUND PENETRATING RADAR)**



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**Es un sistema automático para la inspección no destructiva del pavimento o carreteras, solucionando el problema de la interpretación de datos y garantizando la eficiente inspección de los pavimentos [4].**

**Con un buen sistema de gestión de pavimentos se determina la situación real de los caminos y las carreteras. Por lo cual se requieren equipos de inspección que no afecten la estructura de la vía, esto para ayudar a determinar las correcciones en el pavimento, disminuyendo los riesgos de un mayor problema al momento de tomar la respectiva decisión para la corrección o mantenimiento que se va a realizar. En general el sistema se basa en la transmisión de ondas electromagnéticas de banda ultra ancha en los materiales de la estructura de pavimento. Una zona de la onda electromagnética es reflejada al alcanzar un límite entre dos materiales que poseen diferentes propiedades eléctricas.**

### **LIDAR (LASER IMAGING DETECTION AND RANGING)**

**Técnica de teledetección óptica que utiliza la luz de láser para obtener una muestra densa de la superficie de la tierra produciendo mediciones en 4D. Se utiliza principalmente en aplicaciones de representación cartográfica láser aéreas, está surgiendo como una alternativa rentable para las técnicas de topografía tradicionales como una fotogrametría. LIDAR produce base de datos en una nube de puntos masivos que se pueden administrar, visualizar, analizar y compartir usando diferentes plataformas con software especializado.**

**LIDAR es un sensor óptico activo que transmite rayos láser hacia un objetivo mientras se mueve a través de rutas de topografía específicas. El reflejo del láser del objetivo lo detectan y analizan los receptores en el sensor lidar. Estos receptores registran el tiempo preciso desde que el pulso láser dejó el sistema hasta cuando regresó para calcular la distancia límite entre el sensor y el objetivo. Combinado con la información posicional (GPS e INS), estas medidas de distancia se transforman en medidas de puntos tridimensionales reales del objetivo reflector en el espacio del objeto [5].**

### **GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM)**

**Es un sistema civil de navegación vía satélite, que hace frente a los otros sistemas de posicionamiento global GPS y GLONASS, bajo control militar. Se**



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”**

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

**incluyen antenas separadas, transpondedores y relojes atómicos así como otro instrumental necesario para proveer una amplia gama de servicios de navegación. En ningún caso sustituye al GPS (Global Positioning System - Sistema de posicionamiento global).**

**Con el nombre inicial de NAVSTAR (Navigation System with Timing And Ranging), GPS fue desarrollado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos para proporcionar capacidades de navegación en cualquier punto del planeta para el ejército. Desde su implementación GPS se ha convertido en parte fundamental de muchas aplicaciones civiles en todo el mundo, incluido el uso recreativo.**

**GPS emplea 24 satélites en una órbita circular de 20200 Km. de altitud. La constelación fue completada con éxito en Marzo de 1994.**

**GLONASS (Global Orbiting Navigation Satellite System) es el sistema de Navegación vía satélite desarrollado por los soviéticos. Es comparable al GPS. Emplea 21 satélites en una órbita circular a 19100 Km. de altitud [6].**

## **MOVILIDAD**

**La gran mayoría de las rutas en una ciudad con sistemas masivos de transporte, poseen controladores del servicio en tiempo real, lo que significa que las eventualidades se detectan de inmediato con el fin de dar las diferentes soluciones en el menor tiempo posible. Si se entra a detallar un poco la tecnología que se emplea para este control, se debe mencionar obligatoriamente la constelación de satélites artificiales GPS de origen Estadounidense, con el que hoy en día se logra ubicar de manera precisa cualquier punto en la superficie terrestre.**

**Con las aplicaciones actuales de los sistemas en el manejo de las bases de datos y haciendo uso de plataformas gráficas de alta tecnología; es posible encontrar la ruta exacta del traslado de un Móvil<sup>1</sup> por el cual se encuentra transitando a una hora determinada y con el número de pasajeros que transporta. De esta manera los riesgos de accidentalidad se minimizan, los tiempos de reacción se acortan y las acciones para actuar (según los protocolos) son estudiadas de tal forma que se procede idóneamente consiguiendo optimizar por completo el servicio [7].**



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

En países como Estados Unidos de América, en la mayoría de Estados las aplicaciones se aumentan a tal punto de lograr identificar (en tiempo real) un acontecimiento justo en el momento en que transcurre. Aplicación que los Estados manejan constantemente en los diferentes medios de transporte sincronizados con las empresas de reacción como las ambulancias de los hospitales, bomberos y en especial con el departamento de policía entre otros.

Un Móvil dentro del sistema de transporte que opera en un horario normal, puede ser supervisado desde un cuartel de mando, centro de control o estación de operaciones. Con ayuda de una cartografía actualizada y apoyados en el software aplicativo, procesando la información para interpretar las estadísticas, se pueden obtener datos que se relacionan con los tiempos de recorrido entre terminales, número de pasajeros, velocidad promedio, tiempos de reacción ante imprevistos, tiempos de paradas, estado de las vías, rieles o cables, por nombrar algunos [7].

### SEGURIDAD VIAL

Tratándose de los pavimentos, estructuras viales y las carreteras en general, la seguridad toma gran importancia a la hora de transitar sobre ellas.

#### 7.1 Señalización

Son dispositivos utilizados en el ámbito nacional para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclorrutas. El proyecto de señalización debe guardar armonía, estética y comodidad con el diseño geométrico de las vías para ofrecer un recorrido fácil y agradable, que no posea sorpresas ni desorientaciones.

En desarrollo de las políticas de seguridad vial El Ministerio de Transporte unifica el criterio de utilización de los diferentes dispositivos para la regulación del tránsito, mediante documentos como el Manual de señalización vial - Dispositivo para la regulación del tránsito en calles, carreteras y ciclo rutas de Colombia, de conformidad con los artículos 5, 113, 115 y el parágrafo del artículo 101 de la Ley 769 del 6 de agosto de 2002, como guía y material de consulta para las entidades responsables de la infraestructura vial y las autoridades de tránsito nacionales, departamentales, distritales y municipales, para profesionales de la ingeniería vial, constructores, consultores, interventores y proveedores de materiales de señalización, así como para las entidades educativas que contemplan dentro de



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

sus programas los temas tratados como apoyo fundamental en la formación académica [7].

## 7.2 Rehabilitación de pavimentos

Tratándose de los pavimentos, estructuras viales y las carreteras en general, la seguridad toma gran importancia a la hora de transitar sobre ellas. Cumpliéndose plenamente con La Ley 80 de 1993, en la que se establece que las Entidades Estatales deben hacer la revisión periódica de las obras contratadas para verificar las condiciones de la calidad ofrecidas por los contratistas, razón por la cual el Instituto Nacional de Vías - INVÍAS realiza inspección a las obras que actualmente ejecuta y a la vez realizar una publicación, denominada Manuales de Inspección de obras de estabilización, de drenaje, de puentes, pontones y pavimentos. Documentos que hoy representan la orientación formal para las actividades de rehabilitación de los pavimentos en Colombia.

En aras de la calidad y con base en los lineamientos antes mencionados la geomática hace presencia fuerte a lo largo del desarrollo de las diferentes etapas que conforman un proceso de rehabilitación de pavimentos.

## 8. Discusión

Ciertamente la movilidad y la seguridad vial se encuentran directamente relacionadas con la creación, el control, la programación y la ejecución de proyectos de rehabilitación de pavimentos, en donde se integran las diferentes ciencias aplicadas con las plataformas geográficas.

Con el soporte tecnológico de la geomática se desarrollan los siguientes procesos integradores:

- Monitoreo de deficiencias de la malla vial, identificando la capacidad estructural del pavimento. Por medio del sistema GRP y empleando el deflectómetro de impacto que aplica un impulso de carga al pavimento para determinar la capacidad estructural del mismo, utilizando las deflexiones o deformaciones; se establecen las características de las capas del pavimento. El equipo es transportado en la parte baja del vehículo rodante al cual se encuentra integrado un sistema de receptores de GPS en tiempo real. Los datos son



**“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”**

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

colectados en la UPL con la que se decodifican los datos convirtiéndolos en información geográfica.

- Para el monitoreo de pavimentos con tramos extensos la tecnología LIDAR se integra a una nueva propuesta de vehículo aéreo no tripulado (Unmanned Aerial Vehicle- UAV o DRON) con autonomía de vuelo superior a las dos horas. Contando con las cuatro dimensiones (x, y, z y tiempo) es posible obtener gráficas y estadísticas con una IDE correspondiente a los sitios y lugares para intervenir los pavimentos.
- Empleando los dispositivos móviles como celulares, iphone, tablets entre otros, se controla de manera remota las operaciones de los dispositivos de captura de datos. Es el caso de los georadares con comunicación radial entre el escáner, las antenas de GPS y las cámaras fotográficas 360° incorporadas a los dos sistemas móviles (vehículo y triciclo). Los resultados son alentadores al obtener la posición geográfica exacta, profundidad y longitud de cualquier grieta, instalación de redes, objetos o materiales que se encuentren bajo el subsuelo. Información con la que se presentan por medio de un sistema SCADA para luego en las salidas gráficas y físicas los diferentes perfiles e informes específicos.
- Con relación a la seguridad vial y específicamente con la señalización vial, por medio de un SIG es posible llevar un inventario actualizado con los elementos que requieren de cambio, mantenimiento o traslado, respecto a la señalización y semaforización. Al inventariar los pavimentos que necesitan intervención; es posible integrar varias acciones que sean simultáneas o sucesivas para coordinar una programación de actividades productiva.
- Con respecto a las intervenciones puntuales y teniendo el consentimiento de las autoridades respectivas (permisos y licencias) las bondades de la geomática afloran para integrar las diferentes plataformas y aplicativos geográficos para crear, programar, diseñar y consultar las alternativas de movilidad. Los usuarios de los sistemas, como los generadores de los metadatos tienen la opción de tomar decisiones oportunas.

El listado anterior se queda escaso en el momento de emplear las aplicaciones directas de la geomática en la movilidad y seguridad vial. Así mismo se



“CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

establecen nuevas alternativas en la presentación gráfica con información de alta precisión, de un proyecto lineal en donde se vinculan los pavimentos.

## 9. Conclusiones

- La geomática es una de las ciencias aplicadas capaz de articular la integración de las nuevas tecnologías con las aplicaciones directas de viabilidad, planeación, programación, diseño y construcción en la movilidad y la seguridad vial de los pavimentos. Lo anterior teniendo en cuenta el control activo de cada una de las etapas que conforman los procesos técnicos.
- Con base en las aplicaciones de los sistemas de información geográfica (SIG) en donde se administra una base bastante robusta de información geográfica, se logra obtener un paquete informativo de alta fidelidad. De esta manera los resultados son altamente confiables y aplicables en los controles, en el monitoreo y en la toma de decisiones con respecto a las eventuales ocurrencias que se presenten dentro un proyecto lineal de pavimentos.
- De manera remota y basándose en el registro de los datos que procesados presentan una información en 4D, es posible programar las diferentes intervenciones que un pavimento requiere.
- La movilidad y las rutas del transporte tendrán estudios de alternativas para evitar los bloqueos que se pueden presentar por fallas mecánicas o humanas, con la aplicación integral de la geomática se establecen soluciones suficientes y efectivas para implementar de inmediato planes alternos de movilidad.
- La cartografía y los SIG siempre estarán actualizados debido a los diferentes sistemas que se están renovando constantemente, como por ejemplo el sistema Lidar o con las imágenes satelitales por nombrar algunos sistemas más comunes.
- Se enfatiza en una buena gestión de pavimentos en Colombia, implementando tecnologías menos impactantes que coadyuven a ejecutar mantenimientos y reparaciones más económicas sobre los pavimentos.



## “CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016”

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

- Con la adecuada tecnología para la gestión en los pavimentos se puede llegar a reducir costos y mantenimientos innecesarios o erróneos que ocurren debido a una inspección errada. La certeza para realizar evaluaciones de pavimentos, su deterioro, espesor y mediciones de niveles de humedad, se convierte en insumo fundamental y útil antes de realizar trabajos de mantenimiento.

### 10. Referencias

[1] LEVI, S. Geografía Humana Y Geomática, Boletim Goiano de Geografia, Ingeniería. ISSN 0717-1072. 2006, 14 (abril). Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11414109>

[2] GROOT, R. Meeting educational requirements in geomatics, ITC Journal, 1989-1:1-4

[3] Documento CONPES No. 3585, 2009. Recuperado de: <http://www.icde.org.co/web/guest/inicio>.

[4] [www.mastrad.com](http://www.mastrad.com). mastrad quality and test systems'. (s.f.). Recuperado de: <http://www.mastrad.com/gprsp.htm>. Mayo 07 de 2015.

[5] [www.esri.com](http://www.esri.com), ArcGIS Resources. Recuperado de: <http://resources.arcgis.com/es/help/main/10.1/index.html#na/015w00000052000000>. Mayo 02 de 2015.

[6] FERNÁNDEZ, B., Geodesia para ingenieros, Geodesia por satélite de Colombia Ltda., Bogotá D.C., 2003.

[7] INVIAS. [www.invias.gov.co](http://www.invias.gov.co). Recuperado de: <http://www.invias.gov.co/index.php/documentos-tecnicos-izq>. Mayo 02 de 2015.