

## LA FOTOGRAMETRÍA AL ALCANCE DE TODOS ? O.....

### EL MUNDO VISTO DESDE ARRIBA?

En realidad muchos títulos aplican al tema central del presente *Geom@il*. En uno de los artículos se dice que en general se tiende a sobreestimar el impacto de las nuevas tecnologías en el corto plazo y a subestimar el mismo a largo plazo. Nunca se sabe, pero el impacto actual en la geomática de los VANT, VARNT, UAV o drones como genéricamente se conocen, es indudable, promotor y asombroso.

Las aplicaciones de esta tecnología se pasean por los ámbitos científicos, de ingeniería, seguridad, agricultura, ambiente, mantenimiento, periodismo y muchos más.

Se trata de la popularización de la fotogrametría? O una divertida forma de hacer ciencia tomando vistas desde arriba? Muchos podrán ser los análisis y podríamos llenar páginas y páginas sobre el tema.

Desde el punto de vista de los productos cartográficos como mapas y ortomosaicos, así como modelos digitales de elevación, las exactitudes alcanzadas están en el orden centimétrico, lo cual considerando el costo y facilidad relativa del trabajo es sencillamente impresionante.

Naturalmente están pendientes varios temas como los aspectos legales y de permisos, lo cual dependerá de cada país.

El número 15 de nuestro *Geom@il* se ocupa del tema con un artículo descriptivo de Jáuregui y sendos análisis o aplicaciones de Aguiar, Forgione, Peixoto y Rodríguez. González nos presenta un tópico complementario como lo es el SLAM, Badell continúa la interesante serie de artículos sobre las mediciones para determinar la forma de la tierra y los reportes de los eventos INTERGEO y SIRGAS 2014 (González y Hoyer) completan este número de nuestra publicación que por primera vez alcanza las 7 páginas de información actualizada sobre diversos tópicos de la geomática. Esperemos sean todos de su agrado.

Me despido deseándoles en nombre de los editores y colaboradores de *Geom@il* mucha paz, amor y felicidad en el 2015 y que la geomática nos siga brindando avances y progreso.

**Dr. Melvin Hoyer**

## LOS VEHÍCULOS ROBÓTICOS AÉREOS NO TRIPULADOS (VRANT)

Los Vehículos Robóticos Aéreos No Tripulados (**VRANT**) conocidos en inglés como **Drones**, se refieren a todas las plataformas aéreas sin tripulación a bordo, con la capacidad de control autónomo de la estabilidad en vuelo de la aeronave. Estos vehículos no excluyen la intervención de un operador de telemetría para controlar la aeronave desde tierra. Los VRANT son utilizados extensamente en labores de reconocimiento y toma de fotografías aéreas. Un **VRANT** consiste de:

A) El vehículo aéreo, con los siguientes componentes:

- Un sistema IMU/GNSS para el control de la plataforma aérea sobre el terreno.
- Un módulo de telemetría encargado de transmitir y recibir datos del vuelo desde y hacia el operador.
- Cámara fotográfica y/o de video digital de alta resolución.

B) Una estación base, encargada del seguimiento del plan de vuelo por parte del operador de telemetría, recepción de imágenes fotográficas y video, y la eventual operación manual desde tierra del vuelo.

**Tipos de VRANT:** Se pueden diferenciar en tres grandes grupos: aeroplanos, helicópteros y multirotores.

- **Aeroplanos:** Son vehículos aéreos de ala fija. Su uso es principalmente militar para labores de reconocimiento. Existe una variedad de modelos en cuanto a sus características operacionales, tamaño, peso, velocidad, altitud y radio de acción. Su principal aplicación civil es el mapeo topográfico.
- **Helicópteros:** Son vehículos aéreos de un solo rotor, de tamaño medio, utilizados principalmente en aplicaciones civiles.
- **Multirotores:** Son vehículos aéreos de varios rotores. Son económicos, de tamaño pequeño, estables, fáciles de operar y de maniobrar.

**Los VRANT en Venezuela:** El programa "Sistemas de Aeronaves No Tripuladas de Venezuela" (SANTV) adelantado desde el 2007 por la empresa venezolana G&F Tecnología con el apoyo del Ejército y la Armada Venezolana, desarrolló una serie de prototipos, dos de los cuales se muestran a continuación.

SANTV ARPIA-1



G&F TECNOLOGIA PRECURSOR



**Selección de una plataforma aérea para usos civiles:** En general las aplicaciones civiles que requieren del uso de VRANT, están referidas a la toma de imágenes de áreas con extensiones de radio inferior a dos kilómetros. Tal es el caso de instalaciones industriales y petroleras, zonas de desastres naturales, arqueología aérea, etc. En estas aplicaciones se recomienda el uso de vehículos del tipo **Multirotores** por sus características operativas.

**Los Multirotores:** Son vehículos aéreos propulsados por cuatro, seis u ocho rotores, con capacidad para desarrollar un vuelo "in situ" obteniendo imágenes aéreas del lugar en tiempo real. Estos vehículos utilizan un sistema electrónico de estabilización y navegación, basado en microprocesadores y sensores electrónicos de altura, inclinación y aceleración así como de un receptor GNSS para determinar su posición y velocidad, reduciendo la actividad del operador en tierra para supervisar y dirigir la trayectoria del mismo. Pueden levantar cargas de peso entre 200 gr. y 6 kg., haciéndolos ideales para adaptarles cámaras fotográficas o de video para efectuar reconocimiento del terreno y otras aplicaciones..

**Continúa Página 2**



Octocopter E18HT



INDAGO Lockheed Martin

**Características generales de los Multirotores:** Son vehículos portables, de bajo costo, robustos, de despegue vertical y con posibilidad de vuelo estacionario y desplazamiento a velocidad variable sobre el terreno según sea requerido. Son altamente maniobrables, muy estables, operables en condiciones climáticas adversas. Permiten realizar vuelos fotográficos a poca altura, pueden ser utilizados en áreas de difícil acceso o de riesgo, y su vuelo puede ser programado para realizarse de forma autónoma. La limitación lo constituye su baja capacidad de carga y su limitado tiempo de vuelo.

**Cámaras utilizadas en la fotografía aérea desde Multirotores:** Se utilizan

GoProHERO3    Tau SWIR Infrarroja    DSLR    Micro 4/3



cámaras livianas de alta resolución de los tipos mostrados a continuación.

**Aplicaciones de los Multirotores:** Los vehículos Multirotores son ampliamente utilizados en: monitoreo de proyectos de construcción, mapeo topográfico, mapeo urbano, control de minería a cielo abierto, monitoreo de líneas de transmisión eléctrica, monitoreo de poliductos, análisis de deslizamientos y taludes, fotografiado y mapeo de zonas de desastres, inspección de vías y obras civiles, inspección de instalaciones industriales y petroleras, análisis de tráfico, operaciones HazMat y estudios costeros entre otras.

**Manuel Jáuregui**  
Profesor ULA, Venezuela.

### PRIMER CONGRESO VENEZOLANO DE TECNOLOGÍA ESPACIAL

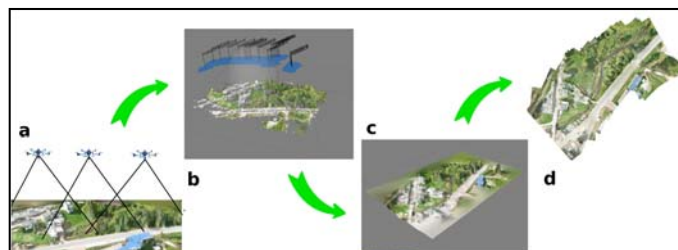
Con éxito fue realizado este evento organizado por la Agencia Bolivariana para las Actividades Espaciales (ABAE) del 22 al 23 de octubre en la ciudad de Caracas, con la participación de más de 600 profesionales de las diferentes universidades, entes del estado, instituciones privadas y las ponencias internacionales de Argentina, China y Francia. Venezuela sigue así desarrollando y fortaleciendo su actividad espacial; importante destacar que fueron presentados los avances del Centro de Investigación y Desarrollo (CIDE) conocido como la fábrica de pequeños satélites localizada en Borburata, estado Carabobo, así como algunas de las características del nuevo satélite venezolano de observación de la tierra VRSS-2 SUCRE. La idea es celebrar este congreso cada dos años, señaló Víctor Cano, Presidente de ABAE.

<http://www.abae.gob.ve/contenido.php?id=Noticia&noticia=52>.

## SISTEMAS AÉREOS NO TRIPULADOS PARA ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN ESPACIAL

La utilización de Sistemas Aéreos no Tripulados (UAS) para adquisición de información espacial ha venido creciendo en los últimos años, estos sistemas tienen grandes ventajas debido a su facilidad de despliegue, bajo costo de operación y de mantenimiento. Aunque estos sistemas son más conocidos por su uso en operaciones militares también tienen un gran potencial en el campo civil en actividades de ingeniería, por esto estudiantes de la carrera de Ingeniería Catastral y Geodesia de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, han venido trabajando en el desarrollo e implementación de este tipo de sistemas obteniendo como resultado sistemas aéreos no tripulados con capacidad de vuelo autónomo y semi autónomo que permiten la obtención de imágenes aéreas mediante vuelos fotogramétricos de estos UAS que pueden luego ser procesados para obtener modelos digitales de superficie, modelos digitales de terreno y ortomosaicos.

En el trabajo desarrollado se ha explorado el proceso fotogramétrico para el tratamiento de imágenes adquiridas con estos sistemas, que inicia con la realización del vuelo fotogramétrico, a lo cual le sigue la orientación de las imágenes con lo cual también se calcula una nube densa de puntos que permite luego derivar el modelo digital de superficie con el que se genera un mosaico ortorrectificado.



*Proceso Fotogramétrico UAV. a, Vuelo Fotogramétrico. b, Orientación de las imágenes. c, Modelo digital de superficie. d, Ortomosaico.*

Uno de los trabajos desarrollados fue el levantamiento de la sede La Macarena de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas sobre la cual se llevó a cabo una prueba utilizando un Hexacóptero, con capacidad de vuelo autónomo, el cual tiene un tiempo de vuelo de 15 minutos y una capacidad máxima de carga de 6 kilogramos.

El vuelo fotogramétrico realizado tuvo 7 líneas, el recorrido fue programado para 100 metros de altura y tuvo una duración de 8 minutos. En esta prueba se utilizaron dos cámaras que permitieron obtener 92 imágenes en el rango visible y 89 en infrarrojo, a partir de estas imágenes se generaron dos ortomosaicos, uno en combinación de color natural y otro en infrarrojo falso color.



Mosaico en color natural

Estos resultados muestran la utilidad del uso de vehículos aéreos no tripulados para adquisición de imágenes de alta resolución a partir de las cuales se pueden generar modelos digitales de superficie, modelos digitales de terreno y ortomosaicos para aplicaciones en diversos campos de la ingeniería.

**Jorge Luis Rodríguez**  
Univ. Dist. FJC, Colombia

## ¿VANT, UNA AMENAZA A LA FOTOGRAMETRÍA?

No. Definitivamente no! Últimamente he justificado esta respuesta varias veces. En una de las últimas ferias en las que estuve, comentando sobre esta respuesta con un amigo, la cual fue cuestionada porque "fotogrametristas" y las empresas de reconocimiento aéreo se han pronunciado poco públicamente sobre los vehículos aéreos no tripulados. Después de esto, decidí que debía escribir algo al respecto. Antes debo aclarar que, si bien es habitual, la pregunta del título de este artículo está deliberadamente mal redactada, como UAV es el vehículo y Fotogrametría es la técnica utilizada, así que no hay como uno amenazar al otro. Tal vez llame menos la atención, pero, técnicamente, el mejor título sería: La Fotogrametría obtenida con el uso de los UAV es una amenaza para la tradicional Fotogrametría? En este caso, mi respuesta sería todavía: no, o más bien, todavía no.

El mapeo que se ha hecho con UAV no es más que la fotogrametría pura ya sea con mediano, pequeño o, más a menudo todavía, el "micro" o pequeño formato. Lo que estamos presenciando no es más que los desarrollos tecnológicos relacionados con la miniaturización. La fotografía aérea está todavía muy activa y presente en la etapa de discusiones desde principios del siglo 19, cuando surgió. En estos casi doscientos años de existencia, se le ha puesto a prueba constantemente, y en todas estas ocasiones, ha demostrado ser la mejor herramienta de mapeo que se ha inventado. La Fotogrametría tuvo su primer gran impulso cuando se instaló a bordo de globos y desde entonces ha sido utilizada en varias y diferentes plataformas: aviones, satélites, submarinos, vehículos espaciales y terrestres, entre otros. La conferencia de apertura de la 54ª Semana Fotogramétrica en Alemania en septiembre de 2013, fue emitida por Mercedes-Benz. Dos de sus más sofisticados modelos de coches ya incluyen la fotogrametría a bordo, aumentando considerablemente la seguridad de conducción. Ahora viene el momento de la fotogrametría "comercial" a bordo de los aviones no tripulados.

Drone, ROA, RPA, UAS, UAV, UVS, VARP y otras abreviaturas se han utilizado indistintamente como sinónimos de VANT – Vehículo Aéreo No Tripulado. La abreviatura RPAS, del inglés Remotely Piloted Aircraft Systems, actualmente es la preferida de la comunidad. En portugués la sigla se mantiene, pero su lectura es Sistemas de Aeronaves Remotamente Piloteadas. Así como la fotografía aérea, curiosamente, también los RPAS existen desde hace mucho tiempo. Su existencia está registrada en la historia de la aviación desde la segunda década del siglo pasado, pero hasta hace relativamente poco tiempo los RPAS han tenido poco uso y en nichos específicos.

Debido a la etapa de la evolución y popularización, en estos momentos están causando una revolución en la industria aeronáutica. En la actualidad hay muchos RPAS disponibles; varían en forma, tamaño y tipo. En relación a su peso, puede variar desde unos pocos gramos a varias toneladas y con diferentes capacidades de carga - conocidas como payload. El costo puede variar desde unas pocas decenas hasta millones de dólares. La lista de aplicaciones es también muy extensa. En el contexto de la fotogrametría o mapeo, la mayoría de los RPAS utilizados tienen un payload que varía desde medio kilo hasta no más de cuarenta kilos, sean ellos de alas fijas (el más común), rotatorias, o de otros tipos.

Al igual que Google, que ha dado su enorme contribución, los RPAS también están popularizándose y volviendo la fotogrametría aún más conocida y accesible, a pesar de que no todos los que la aplican, o ni siquiera conozcan, saben que detrás de todos los RPAS de cartografía fotográfica está la fotogrametría, aunque miniaturizada.

Ahora es posible obtener un pequeño RPAS "fotogramétrico" por Internet y entrega a domicilio. Algunos creen que, en un futuro no muy lejano, esta entrega también se hará rutinariamente por un RPAS. Estos pequeños sistemas tienen una gran cantidad de tecnologías incorporadas, como el GPS, radio, sistema inercial, cámara digital, control por smartphone, etc.

(continúa en la página 6)

## USOS CIVILES DE LOS VANTS O DRONES

UAV, UAS, RPA, VANT, muchos son los nombres de los aviones no tripulados, dependiendo del uso o el tiempo y el lugar del mundo. Uno es ampliamente utilizado de una manera genérica: DRONE. Proviene del término inglés que significa zángano o abeja masculina. Los Drones surgieron principalmente para uso militar, su desarrollo en los últimos años se llevó a cabo para este fin. Por un largo periodo fueron utilizados para vigilancia y base de información de las fuerzas armadas generalmente ataque de aviones.

Cuando hablamos de Drones en realidad no nos referimos sólo a la propia aeronave. Para operar dependen de un sistema de control conjunto y seguimiento de vuelos en tierra. La Estación Terrena, o estación de tierra. Estos sistemas eran muy caros, se requerían millones de dólares para la compra de un solo sistema, a través de los años y con el avance de la microelectrónica, sistemas extremadamente compactos se están desarrollando y el costo de estos sistemas ha ido disminuyendo drásticamente; esto permitió el surgimiento de Drones civiles, pequeños, con un costo que puede ser asumido por las empresas y profesionales que necesitan imágenes aéreas para diversas finalidades. El uso de drones hoy por los civiles es una realidad.

Lo que obstruye el desarrollo del uso civil es la falta de regulación de la producción y el funcionamiento de estos sistemas, por parte de las autoridades de aviación en la mayoría de los países, los costos de homologación de una aeronave tripulada son muy altos. Por esta razón, en muchos países, como Estados Unidos, la Comunidad Europea, Brasil y otros, se ha discutido una legislación que sea apropiada para estos sistemas de aeronaves no tripuladas de uso civil

Drones pequeños son muy parecidos a los modelos de aviones, que se utilizan para el ocio, el deporte y la competición. Ellos necesitan tener sistemas de control y monitoreo de vuelo redundante y es conveniente que tengan un paracaídas de emergencia. Esto asegura que para que haya un accidente catastrófico es necesario que ocurra una serie de fallas en secuencia

De igual manera para que el piloto en tierra pueda controlar el aterrizaje de aviones debe disponer de dos sistemas de control completamente independientes con la radio, distintas y distantes entre sí en el espectro radioeléctrico, un control manual operado por el piloto en una frecuencia de radio y una computadora de control en otra frecuencia, por lo tanto el piloto en tierra puede enviar comandos de control por cualquiera de estos dos sistemas de control.

El seguimiento del vuelo también debe ser realizado por dos sistemas independientes y las señales de radio distantes en el espectro, el más común es el uso de un sistema de vídeo en línea instalado en la aeronave, que muestra la imagen de la región sobrevolada como si el piloto estuviese dentro de ella. Este tipo de función se utiliza a menudo en los aviones modelo, llamado el vuelo FPV. Los Drones además de tener un sistema de vídeo en línea también tienen un sistema de telemetría que envía diversa información al piloto en el suelo y un mapa digital de la zona que ha sobrevolado con la posición del avión en tiempo real, esta información es recibida por un ordenador y se muestra en la pantalla. La mayoría de las veces los Drones realizan vuelos a rutas pre-programadas, que son capaces de volar de forma totalmente autónoma. Pueden desactivarse todos los sistemas de control y seguimiento de vuelo y el DRONE será capaz de realizar todo el recorrido que ha sido pre-programado; los drones son una alternativa barata y segura para los aviones tripulados.

**Floriano Peixoto**  
Universidad Santa Cecilia, Brasil

## MAPEO DE INTERIORES USANDO SLAM

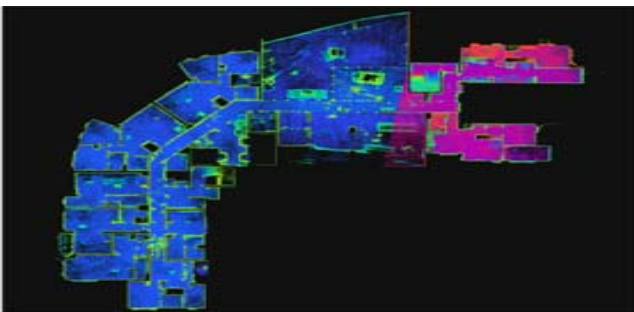
SLAM (acrónimo de Simultaneous Localization And Mapping – Mapeo Y Localización Simultánea) nació de la necesidad en robótica de construir un mapa mientras se localiza al robot dentro del mismo mapa (openslam.org, 2014). Para ello, los robots utilizan sensores como escáneres laser y Unidades de Medición Inercial (IMU). El problema es resuelto con algoritmos que unen la data de ambos sensores de forma iterativa.

La calidad de los mapas resultantes fue superior a la esperada, y llevaron a la pregunta: ¿son los mapas y trayectorias un producto final en realidad? El personal de CSIRO (acrónimo de Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation - Organización de Investigaciones Científicas e Industriales de Australia) se formuló esta pregunta e inició el uso de SLAM para crear mapas de interiores o zonas cubiertas.

El primer producto comercial es el escáner ZEB1, consistente en un escáner laser 2D de 30m de rango y una IMU montados sobre un resorte. Mientras el operador se mueve a través del ambiente, el escáner oscila sobre el resorte convirtiendo las mediciones 2D en un espacio 3D (Geoslam, 2014). A través de software basado en el algoritmo, la trayectoria del sensor puede ser calculada en tiempo real con las mediciones del escáner laser y la IMU, proyectando las mediciones de distancia en un sistema de referencia local generando una nube de puntos en 3D. Esta habilidad de posicionarse así mismo hace al escáner muy útil en ambientes sin cobertura GPS, tales como zonas con vegetación densa, cañones urbanos, túneles e interiores en general. Los resultados son obtenidos con una exactitud de  $\pm 3\text{cm}$ . En paralelo, la empresa francesa Viametris ha desarrollado el escáner IMMS (Indoor Mobile Mapping System), resaltando la ausencia de IMU, sustituyéndola por dos escáneres laser 2D adicionales (Viametris, 2014). La exactitud del sistema es centimétrica. Google recientemente ha lanzado el Cartographer, en fase experimental, consistente de dos escáneres laser 2D y una IMU, usando un backpack y una tableta Android para añadir puntos de interés, con una exactitud de 5cm.

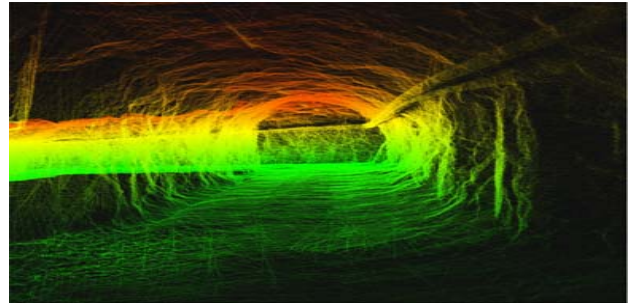
La data es llevada al sistema de referencia utilizando objetivos esféricos, como los usados en escáner laser terrestre. Las nubes de puntos pueden ser combinadas con nubes de puntos de escáneres laser terrestres, o aéreos, siendo especialmente útil en el mapeo de edificios de múltiples niveles y escaleras, que requerirían varios *set ups* con un escáner laser terrestre.

El escáner ZEB1 ha sido utilizado con éxito en el manejo de zonas forestales, determinando la forma, dimensiones y posición de los árboles, además de reducir los tiempos de adquisición y procesamiento de los datos (Electro Optics, 2014). Esta reducción en adquisición y procesamiento también se ha notado en el mapeo de cuevas y túneles; por ejemplo, en la mina Foss en Escocia, el escáner fue usado para documentar la mitad superior de la mina subterránea, reduciendo el tiempo de adquisición en 1.5 años, en comparación con mediciones con estación total (3D Laser Mapping, 2014).

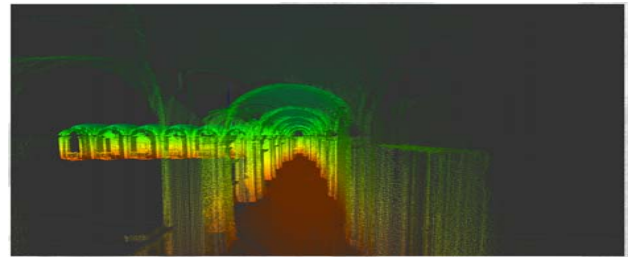


Interior de edificio de múltiples niveles escaneado con ZEB1.  
Techo removido. Vista de planta

Hasta el momento, las desventajas de estos sistemas son: escáneres de rango corto, apenas 30m, en comparación con escáneres laser terrestres con rango de centenas de metros; poca densidad de puntos; y ausencia de color o intensidad en la data, i.e. la nube de puntos consiste en coordenadas XYZ, sin ningún valor de intensidad o color, aunque esta carencia puede ser manejada clasificando o filtrando la data, requiere usuarios experimentados. Las dos primeras están relacionadas directamente con el hardware, que ha ido desarrollándose rápidamente, mientras que la tercera es propia del SLAM, y se prevé que desarrollos futuros integren cámaras fotográficas.



Interior de Túnel en mina subterránea escaneado con ZEB1.  
Vista en perspectiva



Interior de edificio de múltiples niveles escaneado con iMMS.  
Vista en perspectiva

**Carlos González**  
**3D Laser Mapping, Australia**

## VANT CON TECNOLOGÍA RTK

La empresa suiza SenseFly anuncia en su página web el nuevo eBee RTK un vehículo aéreo no tripulado (VANT) para el mapeo que integra la tecnología cinematográfica en tiempo real (RTK). Según el fabricante, el nuevo eBee RTK ofrece precisiones mejor a 3 cm en los ortomosaicos y modelos 3D sin necesidad de puntos de control terrestre.

El equipo es compatible con las estaciones GNSS existentes en el mercado y en propiedad de los usuarios. La tecnología integra la estación GNSS con el dron y el software eMotion, el cual permite planificar y controlar el vuelo conectando la estación base y transmitiendo una señal de corrección al rover (eBee RTK). El equipo también se acompaña con un software de Postflight Earth 3D para la fotogrametría profesional.

El equipo tiene una envergadura de 96 cm, pesa menos de un kilo (incluyendo la cámara suministrada) y una autonomía de vuelo de 40 minutos.

(fuente: <https://www.sensefly.com>)

## INTERGEO 2014

Existen diversidad de opciones y herramientas para satisfacer cualquier demanda en cualquier proyecto, ¿Cuáles de estas herramientas son aceptadas y cuales son desechadas? ¿Cómo será la evolución de estas herramientas dentro de 5 años? Podemos ver las tendencias del mercado en Intergeo, la conferencia y exhibición de geodesia y geoinformación más grande de Europa.

Intergeo 2014 se celebró en Berlín, del 7 al 9 de octubre de 2014. Fue mi primera experiencia en este tipo de eventos como exhibidor, como parte del staff de 3D Laser Mapping. Los 3 días estuvieron muy concurridos, siendo el segundo día el más ocupado en nuestro stand. El stand de 3D Laser Mapping estaba dividido en tres secciones: SiteMonitor, que presenta soluciones de hardware y software para el monitoreo de pendientes en minas de cielo abierto, StreetMapper, el primer sistema de Mobile Mapping disponible comercialmente, y ZEB1, scanner laser portátil para el mapeo de interiores y zonas sin acceso a GPS.

Los protagonistas de la exhibición fueron los UAV, con varios modelos disponibles en diferentes casas comerciales, con exactitudes centimétricas. Los helicópteros no tripulados también fueron mostrados y, dependiendo del modelo, son capaces de soportar cargas útiles más pesadas (algunos con capacidad para 20Kg), además de tener varios modos de maniobra. Junto con el SenseFly Exom, para fotogrametría, en lo personal, destaco el RiCopter, fabricado por Riegl, LiDAR incluido.

Respecto de Mobile Mapping, la tendencia es integrar los sistemas y hacerlos cada vez más compactos y portátiles. También se está haciendo más marcada la diferencia entre los equipos *mapping grade*, usados para asset management (gestión de activos) y planeamiento urbano y los *survey grade*, para mediciones precisas en túneles, rieles y carreteras, tanto en especificaciones, como en precio.

En software, la tendencia es también integradora, al permitir importar data de diversas fuentes de forma intuitiva y minimizando la interacción humana. El software de manejo de nube de puntos (pointcloud) se ha unido a esta tendencia y ahora es posible combinar data de TLS (Terrestrial Laser Scanner) con data de Mobile Mapping y data proveniente de UAV y RTK. Las grandes empresas como Topcon, Trimble y Leica la destacaban en sus stands. Existen empresas más pequeñas con propuestas para vectorizar las nubes de puntos de forma automática, aunque aún requieren de interacción con el usuario. Esperemos el desarrollo de estos productos, especialmente de las firmas Kubit y PointFuse. El procesamiento de datos en la nube (on the cloud processing) es otra tendencia marcada en software.



Riegl RiCOPTER

La presencia más notoria fue la Hexagon, con varias de sus subsidiarias con stand propio y diversidad de productos: Leica y Geomax. También Trimble con productos propios y de Spectra Precision (también en su stand propio). También se destaca la presencia de empresas especializadas en equipos topográficos, como Sokkia, y empresas chinas, como SETL.

**Carlos González**  
3D Laser Mapping, Australia



# Simposio SIRGAS 2014

## La Paz, Bolivia. Noviembre 24 - 26, 2014

Los 3600 metros sobre el nivel del mar a los cuales se encuentra la ciudad de Nuestra Señora de La Paz, fundada en 1548 y comúnmente conocida solamente como La Paz, no fueron impedimento para que los más de 260 estudiantes y profesionales de más de 20 países participaran activamente en el Simposio SIRGAS 2014 celebrado del 24 al 26 de noviembre del presente año.

SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico de las Américas) es la organización sin fines de lucro que agrupa a gran parte de los países del continente en la definición y materialización de un marco de referencia geodésico moderno y preciso, con la participación de las organizaciones oficiales y educativas de las Américas.

Previamente y durante tres días se efectuó la Escuela SIRGAS 2014, este año dedicado al tema del Control Vertical y Cálculo de Números Geopotenciales en la misma participaron 36 profesionales de todo el continente y 5 instructores. El programa del Simposio se dividió en siete sesiones técnicas, dos de apertura y cierre y presentaciones especiales distribuidas durante los tres días del evento. En total 44 trabajos orales y 25 póster.

En la sesión de apertura aparte de las presentaciones del Proyecto SIRGAS y de la cooperación con la Asociación Internacional de Geodesia, por parte de los Dres. C. Brunini y H. Drewes respectivamente, se tuvo la oportunidad de conocer más detalles de la iniciativa UN-GGIM (United Nations Initiative on Global Geospatial Management) por parte de W. Martínez llamando la atención sobre un GGRF (Global Geodetic Reference Frame).

Las 7 sesiones técnicas fueron las siguientes:

*Gravimetría y Geoide* con 3 presentaciones orales y 2 póster, en la cual D. Blitzkow dio a conocer un nuevo modelo del cuasi-geoide para Sur-América.

*Sistemas y Marcos de Referencia Vertical* con 9 interesantes presentaciones (4 orales y 5 póster) donde se nota el creciente interés del continente en organizar y unificar sus datos para un nuevo datum vertical, al efecto L. Sánchez y A. Santacruz presentaron proyectos de estandarización e inventario de los datos respectivamente.

En la sesión de *Estimación Geodésica de Parámetros Geofísicos* se presentaron también 9 trabajos con los temas de parámetros elásticos corticales, variables atmosféricas, nivel medio del mar, mareas terrestres, entre otros.

La sesión de *Reporte de los Centros de Análisis SIRGAS* contó con dos contribuciones orales de M. V. Mackern y A. Echalar sobre el Grupo de Trabajo I y el Centro de Procesamiento de Bolivia, respectivamente y además con 8 póster de los centros de procesamiento y combinación SIRGAS de Argentina, Brasil (2), Chile, Costa Rica, Ecuador, Uruguay y Alemania.

La sesión con más trabajos (13 orales y 5 póster) naturalmente fue la de *Marcos Nacionales de Referencia y Actividades Relacionadas* en la cual se discutieron tópicos como el estado actual de los sistemas/marcos de referencia nacionales (Bolivia, Brasil, Colombia, Chile, Guatemala, Costa Rica, Ecuador (5), México, Puerto Rico, Paraguay, Panamá, Uruguay, Venezuela).



Continúa en la página 6

## USO DE VEHÍCULOS AÉREOS NO TRIPULADOS (UAV) EN LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO Y GAS

Con el advenimiento del desarrollo tecnológico asociado a los Vehículos Aéreos no Tripulados, mejor conocidos por las siglas UAV, son diversos los grupos de usuarios que, aprovechando las ventajas competitivas que ofrecen estos sistemas, han tomado la iniciativa de implementar su uso con el fin de dar respuesta a problemas presentados.

Ante esta realidad, no escapa la industria del sector Petróleo y Gas, la cual, posee una gran variedad de oportunidades de uso, considerando por un lado, la diversidad de escenarios donde se desarrolla la actividad y, las ventajas desde el punto de vista de optimización de recursos (humanos, logísticos, económicos, seguridad, etc.) que ofrecen. Son muy variadas en todo el mundo las diversas empresas operadoras que basan en el uso de este sistema, la adquisición de información geoespacial, destacándose British Petroleum (BP) y Conoco Phillips en Alaska, Estados Unidos. En Venezuela, se han desarrollado pruebas de uso orientadas a reconocimiento y vigilancia, a través de acuerdos entre PDVSA y CAVIM.

Dentro de las diversas aplicaciones en las cuales los Sistemas Aéreos no Tripulados pueden ser empleados en la industria del sector Petróleo y Gas, se mencionan:

**Reconocimiento y vigilancia:** especialmente en regiones inhóspitas o donde factores externos condicionen la presencia de personas en el área.

**Detección y monitoreo de eventos:** tales como derrames y accidentes que pueden ser rápidamente evaluados gracias a la versatilidad de los sistemas.

**Mapeo:** a través de la adquisición de datos Fotogramétricos, LIDAR, entre otros tipos de data y sensores que en la actualidad pueden instalarse a bordo del UAV.

**Ambiente:** La adquisición de datos permitiría una mejor toma de decisión a la hora de planificar el sitio de construcción de facilidades de superficie, propiciando el menor impacto ambiental en todas las fases (construcción, pruebas y puesta en operación).

Las ventajas del uso de los Sistemas Aéreos no Tripulados en la Industria del Petróleo y Gas, están orientadas en primer término a la reducción del tiempo empleado a la hora de seleccionar el lugar de construcción de una instalación petrolera (evitando visitas y traslados innecesarios al campo), trayendo consigo la reducción considerable de costos de diseño y construcción. Un aspecto muy importante a destacar, es que considerablemente se reduce el impacto ambiental que la actividad como tal genera, al poder incorporarse dentro del análisis de la selección del sitio, productos como Modelos Digitales de Elevación e Imágenes de Alta Resolución. De forma análoga, un elemento a tomar en cuenta dentro de las ventajas, es la optimización de los recursos y por ende el desarrollo de la eficiencia del talento humano envuelto en los procesos de negocio petrolero. La versatilidad, innovación, rapidez, bajo coste, rápida curva de aprendizaje, la minimización de incertidumbre, reducción de visitas en campo, entre otros elementos, proporcionan un nicho de mercado para la aceptación e implementación de los productos que genere el uso de los UAV's en la industria del sector Petróleo y Gas.

**Mario Forgione**  
Venezuela



## SIMPOSIO SIRGAS 2014

(Viene de la Página 5)

*Análisis Geodésico de la Deformación de la Corteza* fue el tema de la penúltima sesión técnica en la cual se dieron a conocer 5 trabajos entre los cuales debe destacarse la actualización del modelo de velocidades SIRGAS por parte de H. Drewes.

Finalmente con el tema de *Aprovechamiento del Marco de Referencia SIRGAS* se presentaron cuatro investigaciones sobre tiempo real, vehículos aéreos no tripulados, NTRIP y GLONASS, con respecto a este último punto M. V. Mackern recomienda incorporar el sistema global ruso en los procesamientos de SIRGAS.

En las presentaciones especiales tuvieron participación las empresas comerciales Mertind y Corimex, las oficiales GeoBolivia y la Agencia Boliviana Espacial, además el Observatorio Argentino-Alemán de Geodesia.

Finalmente en la sesión de cierre se dieron a conocer las acostumbradas estadísticas y conclusiones del evento y los anfitriones de la reunión del 2015, la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña de Santo Domingo en República Dominicana invitaron a no pasar por alto la próxima cita en ese país.

El alto nivel científico y técnico de las presentaciones, la perfecta acogida y atenciones por parte de los organizadores bolivianos (Instituto Geográfico Militar y la Escuela Militar de Ingeniería), así como cada detalle recibido por parte de ellos tuvo su punto culminante en la cena de cierre en la cual los participantes se emocionaron altamente con las manifestaciones folclóricas del país anfitrión y dejaron a un lado el cansancio que genera la altura de la ciudad para "echar un pie" al son de las excelentes interpretaciones musicales. Gracias hermanos bolivianos por estas atenciones.

**Melvin Hoyer R.**  
Editor Geom@il, Venezuela

## ¿VANT, UNA AMENAZA A LA FOTOGRAMETRÍA?

(Viene de la página 3)

El uso comercial de los RPAS para la cartografía de alta precisión representa una pequeña porción del universo de las actividades y, por supuesto, no es la más noble de sus aplicaciones.

Considero nobles aquellas aplicaciones en las que el uso de los RPAS, en sustitución de los aviones tripulados, puedan traer un menor riesgo para la tripulación, y cuyos resultados técnicos, financieros y de operación sean iguales o incluso mejores.

Trabajos de monitoreo de obras, aplicación de productos químicos agrícolas, la lucha contra incendios, controles visuales repetitivos, la inspección de grandes estructuras y vuelos de reconocimiento son algunos ejemplos de lo que considero hoy aplicaciones nobles.

La fotogrametría realizada por los corrientes RPAS, cuando esté totalmente regulada, tendrá por supuesto su lugar en el mercado y también algunas coincidencias con pequeños levantamientos aerofotogramétricos, estudios topográficos e incluso los satelitales.

Sin embargo, no puede ni debe ser vista como una amenaza a la fotogrametría tradicional o de gran envergadura sino más bien complementaria.

**Valther Aguiar**  
Vice-Presidente de ANEA, Brasil

## HISTORIA DE LAS MEDICIONES GEODÉSICAS EFECTUADAS PARA DETERMINAR LA FIGURA DE LA TIERRA. PARTE VI

En los artículos anteriores hemos dado cuenta de la importancia que ha tenido la geodesia en el desarrollo del conocimiento en general, que condujo entre otras cosas a la definición del metro como unidad de longitud.

La definición original dada al metro como unidad de longitud basado en la longitud del meridiano, no era práctica para el uso diario, razón por lo cual se fabricó una barra de platino que representaba la nueva unidad de medida, y se puso bajo custodia de los Archivos de Francia junto a la unidad representativa del kilogramo, también fabricado de platino. Copias de ambos se distribuyeron entre muchos países que adoptaron el Sistema Métrico.

Nuevamente, la definición del metro en función de una pieza única de metal no era satisfactorio ya que su estabilidad no podía garantizarse en el tiempo. Fue entonces como a finales del siglo XIX cuando Albert Michelson (primer norteamericano que recibió el premio Nobel de física) produjo un notable avance en la identificación de las líneas espectrales de los átomos, resultando que el 14 de octubre de 1960 la XI Conferencia General de Pesas y Medidas abandonó la referencia al meridiano terrestre por considerar no ofrece exactitud significativa en el ámbito de las ciencias modernas, y definió entonces el metro con relación a un fenómeno físico natural que es constante, preciso, indestructible y reproducible en todo lugar: la longitud del metro es igual a 1650763,73 veces la longitud de onda en el vacío de la radiación correspondiente a la transición entre los niveles  $2p_{10}$  y  $2d_5$  del átomo de kriptón 86. La razón por lo que se elige este largo número en particular, es porque corresponde a la definición histórica del metro, en términos de dos marcas existentes en una barra de platino que se guarda en París.

La velocidad de la luz en el vacío constituye una constante muy importante en física, y que ha sido determinada desde hace mucho tiempo de forma directa y por muchos procedimientos con mucha exactitud. El valor obtenido en 1972 midiendo la frecuencia ( $f$ ) y longitud de onda ( $\lambda$ ) de una radiación infrarroja, fue  $c = \lambda \cdot f = 299792458$  m/seg con un error medio de  $\pm 1.2$  m/seg. Este nuevo parámetro físico dio origen a que la XVII Conferencia General de Pesas y Medidas del 20 de octubre de 1983, aboliera la anterior definición del metro y promulga la siguiente: el metro es la longitud de trayecto recorrido en el vacío por la luz durante un tiempo de  $1/299792458$  de segundo. Esta nueva definición de metro en vez de estar basada en un único objeto (la barra de platino) o en una única fuente de luz, está abierta a cualquier otra radiación cuya frecuencia sea conocida con suficiente exactitud. Por consiguiente entonces, la velocidad de la luz queda convencionalmente fijada y exactamente igual a  $299792458$  m/seg. Con la definición del metro como unidad de longitud, se derivan dos unidades adimensionales muy importantes en astronomía y geodesia:

Unidad de ángulo plano: El radián (rad), es el ángulo plano comprendido entre dos radios de un círculo que, sobre la circunferencia de dicho círculo, interceptan un arco de longitud igual a la del radio.

Unidad de ángulo sólido: El estereorradián (sr), es el ángulo sólido que teniendo su vértice en el centro de una esfera, intercepta sobre la superficie de dicha esfera un área igual a la de un cuadrado que tenga por lado el radio de la esfera.

**César Américo Badell Raleigh**  
Univ. Del Zulia, Venezuela



Fuente: <http://www.xatakaciencia.com/> Fuente: <http://www.taringa.net/posts/>

## EN POCAS PALABRAS.....

- **UIGG 2015:** La próxima asamblea general de la Unión Internacional de Geodesia y Geofísica se celebrará en Praga, República Checa, del 22 de junio al 02 de julio del 2015. Durante estos días se celebrarán los simposios de las diferentes asociaciones que integran la Unión, por ejemplo la de geodesia, geofísica, geomagnetismo, ciencias hidrológicas, sismología, entre otras. Praga se convierte así en la primera ciudad en ser sede por segunda vez de este importante evento.
- **Certificación Civil Europea de un UAV:** Airbus Defence & Space ha solicitado formalmente a la Agencia Europea de Seguridad Aérea (EASA) la certificación civil para su vehículo aéreo no tripulado (UAV) "Atlante", convirtiéndose en la primera empresa en Europa que lo solicita. La EASA es el organismo responsable de la certificación de todas las aeronaves diseñadas y operadas en Europa. Airbus Defence & Space y la EASA colaborarán para desarrollar un proceso de certificación para este nuevo tipo de productos, sobre la base del proceso que normalmente se utiliza para los aviones tripulados y que establecerá las normas para futuras certificaciones de UAV en Europa. <http://actualidad aeroespacial.com/default.aspx?where=3&id=1&n=13846>
- **Primeras Jornadas de Métodos Potenciales:** Del 12 al 13 de noviembre pasado se celebró en Los Teques, estado Miranda en Venezuela, este evento que reunió a un selecto grupo de especialistas en gravimetría y magnetometría de diferentes instituciones del país, atendiendo la invitación de INTEVEP (PDVSA). El éxito de la actividad fue tal, dada la importancia de los temas tratados, que ya se programa una próxima cita en el 2017.

Geom@il es una publicación digital distribuida por correo electrónico con fines netamente de divulgación técnica y científica, sin intereses comerciales o políticos.

Para comunicarse con sus editores o enviar contribuciones por favor dirigirse a:

[geomailedit@gmail.com](mailto:geomailedit@gmail.com)

Si desea consultar o descargar las ediciones anteriores de Geom@il, visite:

<http://geomailblog.wordpress.com/>  
Por favor cite la fuente al usar la información

### Comité Editorial:

Melvin Hoyer  
Henry Codallo  
Darwins Valecillos

### Colaboración Especial en este Número

- Aguiar, Valther
- Badell R; César A.
- Forgione, Mario
- González, Carlos
- Jáuregui, Manuel
- Peixoto, Floriano
- Rodríguez, Jorge L.