

LA MISIÓN DE GEOM@IL

Durante más de 13 años esta revista viene trabajando en la difusión del conocimiento de la Geomática en el mundo de habla hispana. Aún no se puede afirmar que el derrotero recorrido ha sido largo, sin embargo, resalta la intensidad y la constancia de la publicación durante estos años. En este sentido, continúa con la misión fundamental de promocionar y divulgar el conocimiento dentro del amplio e interesante espacio de la Geomática.

Cumpliendo con este objetivo, se muestra en esta edición, aportes importantes de las tareas profesionales, técnicas y científicas, como la presentación sobre lo actual y avanzado en Ecuador en cuanto al proyecto de NTRIP (Network Transportation Internet Protocol), en una red geoméricamente bien diseñada, aportando soluciones al proceso de georreferenciación necesaria. También presenta otro importante adelanto sobre la evolución de la fotogrametría y la aplicación de drones en esta industria. La difusión del aspecto histórico de las disciplinas que conforman la Geomática, en este caso la Geodesia, ha sido un norte dentro de Geomail, y así se presenta un importante análisis sobre Alejandro de Humboldt y su aporte a la Geodesia venezolana, como la apertura a los futuros trabajos de Agustín Codazzi durante el siglo XIX y a la Comisión del Mapa Físico y Político de comienzos del siglo XX, hasta la formación de las redes geodésicas de triangulación y las redes verticales nacionales.

Por otra parte, se menciona la creación de la Asociación Latinoamericana de Estudiantes de Ingeniería Topográfica, en Agrimensura y Geomática (ALEITAG) con su función de integrar a los futuros profesionales en estas áreas. El llamado a la XIV Escuela Internacional sobre la determinación y uso del geoid, evento organizado por SIRGAS (Sistema de Referencia Geocéntrico para Las Américas) y el Servicio Internacional del Geoid de la Asociación Internacional de Geodesia (AIG). Otro evento importante será la realización en Costa Rica de la 8ª Escuela SIRGAS en Sistemas de Referencia, organizado por SIRGAS, El Instituto Geográfico Nacional, la Universidad de Costa Rica y la Universidad Nacional.

De esta manera, Geom@il continuará con su rumbo geoespacial, la divulgación del conocimiento, cumpliendo así con su lema: La actualidad sobre la Geomática en América y el mundo.

Ing. José Napoleón Hernández

SERVICIO ECUATORIANO DE POSICIONAMIENTO GNSS EN TIEMPO REAL "REGME-IP", BASADO EN PROTOCOLO NTRIP

Actualmente, los Sistemas Satelitales de Navegación Global (GNSS) brindan el servicio de posicionamiento en cualquier parte del mundo, utilizando técnicas y procedimientos tradicionales que proporcionan una precisión autónoma en el orden de metros, esto debido a la distorsión que sufre la señal durante la transmisión desde el satélite. El corregir y mejorar la calidad de la señal en los receptores (*rover*) en tierra depende mucho de los recursos, innovación e integración tecnológica, en el desarrollo de nuevas técnicas que involucran eficiencia en la transmisión de información y técnicas de correcciones de errores en tiempo real, evolucionando de técnicas tradicionales de transmisión de correcciones basadas en radio frecuencia (RTK), a la transmisión sobre el protocolo de Internet (IP). Históricamente, los datos de corrección GNSS se transmiten a través de enlaces de radiofrecuencia de corto, mediano y largo alcance, por medio de frecuencias portadoras determinadas, permitiendo operar e implementar un servicio de corrección local. Éste se enfrenta a limitaciones referentes a la potencia de transmisión de la radio e interferencias propias de la tecnología inalámbrica; por ejemplo, es necesario mantener línea de vista directa entre la base y el *rover*, el desvanecimiento de la potencia de la señal transmitida debido a interferencias producidas por *multipath*, y las dificultades de obstáculos debido a los escenarios *outdoor*, sea en zonas rurales o urbanas.

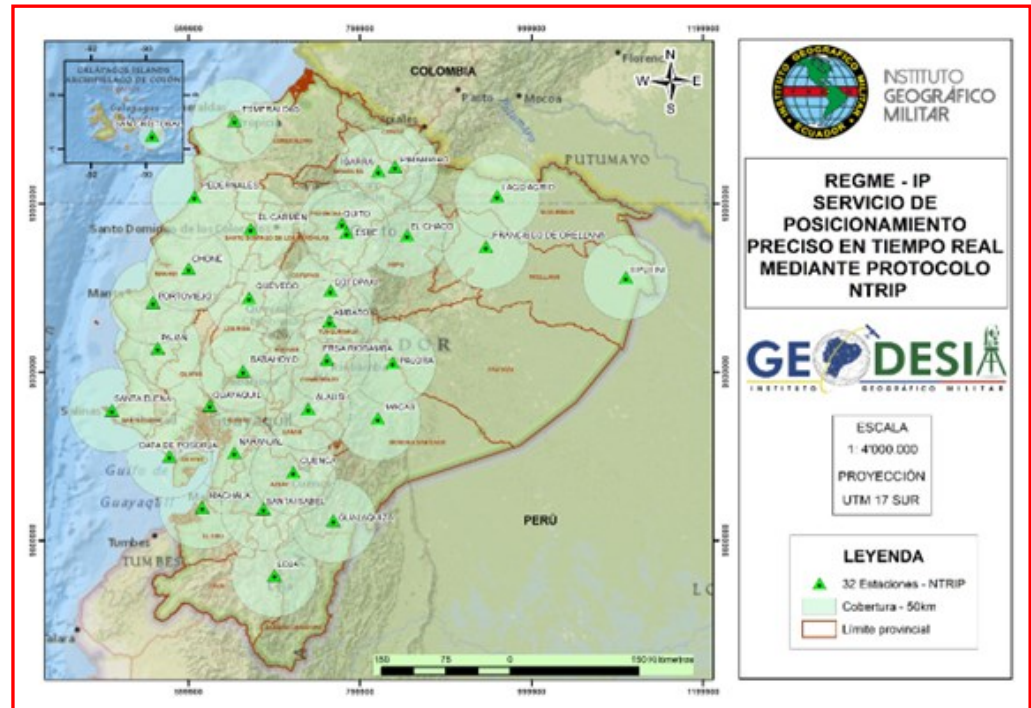


Figura 1. Estaciones CORS, servicio REGME-IP

El Protocolo de Internet (IP) opera bajo la arquitectura de transmisión por paquetes, capaz de utilizar diferentes medios de comunicación guiados como fibra óptica, cable coaxial, cable ethernet, y no guiados como WiFi, tecnología móvil, entre otros. El protocolo NTRIP (*Networked Transport of RTCM via Internet Protocol*), es parte de la capa de transporte de la pila de protocolos TCP/IP, y es el responsable de transmitir paquetes de datos de corrección en formato RTCM entre las estaciones CORS y los usuarios *rover*. Por lo general la corrección es generada por una estación permanente (solución simple) que envía los datos en formato RTCM en versión 2.X y 3.X. La información que se transmite contiene el tipo de antena, coordenadas de la estación de referencia, correcciones de código y fase, entre otras.

La arquitectura del protocolo NTRIP, se basa en:

-**NTRIP Sources**, Estaciones CORS de referencia GNSS.

-**NTRIP Servers**, Estaciones intermedias entre el servidor Caster y las estaciones CORS. Las estaciones CORS de la REGME tienen la capacidad de actuar como Server.

-**NTRIP Caster**, Elemento indispensable de la arquitectura, es la puerta de enlace entre el NTRIP Server y NTRIP Sources, con los usuarios finales. Concentra todos los streams RTCM emitidos por las estaciones CORS y redistribuye a los usuarios finales.

-**NTRIP Clients**, usuarios quienes acceden a los streams de datos de los NTRIP Sources registrados en el NTRIP Caster.

(Continúa en la Página 4)

David Cisneros - IGM Ecuador
Mónica Zabala - ESPOCH

EL FUTURO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA. (¡NO ES TODA SIN PILOTO!)

Durante miles de años, los cartógrafos creamos mapas utilizando herramientas que en su mayoría median, básicamente, ángulos y distancias, lo que permitía posicionar objetos fijos sobre una topografía desconocida. El mapa más antiguo que existe es el Mapa Babilónico del Mundo, una tablilla de arcilla también conocida como Imago Mundi y que se remonta aproximadamente a 700 años antes de Cristo (Fig. 1).



Figura 1. Babylon Imago Mundi – Circa 700 AC – (Imagen cortesía del Museo Británico)

Desde entonces, los cartógrafos hemos ayudado a la humanidad a aventurarse en nuevos mundos, literalmente, proporcionando descripciones semi-precisas de las líneas costeras y permitiendo que intrépidos navegantes como Cristóbal Colón y Fernando de Magallanes se adentraran más y más en lo desconocido.

Con el pasar de los años las herramientas se volvieron más sofisticadas y, finalmente, a fines del siglo XIX, con la llegada de la fotografía, nació una nueva ciencia cuando se usaron dos imágenes para crear una vista tridimensional de un objeto en lo que se conoció inicialmente como 'Photometrographie' (en francés) y finalmente el término derivó en su versión final: fotogrametría.

Luego, como suele suceder con las guerras, la llegada de la primera guerra mundial le dio un empujón a la tecnología, la cual se usó para crear una ventaja estratégica al montarse una cámara en un avión y tomar una secuencia de pares estereográficos para compilar mapas de campos de batalla de alta precisión. Ese fue el comienzo de la próxima gran revolución en cartografía, fotogrametría aérea y, cuando ponemos las cosas en perspectiva, eso fue hace solo 110 años. Si se compara con la línea de tiempo desde el mapa de Babilón, es solo una fracción de la historia de nuestra profesión y el período en el que se ha avanzado más en términos de tecnología, procesos y procedimientos.



Después de la Segunda Guerra Mundial, con la introducción del motor a reacción o Jet, mejores cámaras y bombas de vacío, la fotogrametría aérea dio el siguiente salto cuando los aviones pudieron volar más alto, las cámaras trajeron mejores ópticas y se usaban sobre monturas auto-estabilizadas lo cual permitió imágenes de gran resolución y mejores mapas de áreas más grandes. Luego, en el 2013, uno de los mayores proveedores de hardware y software geoespacial, Trimble Navigation, lanzó el UX5, un avión no tripulado que prometía revolucionar, una vez más, el arte y la ciencia de hacer mapas.

Casi simultáneamente, Leica hizo lo mismo y comenzó la carrera para agregar una nueva herramienta al amplio arsenal de topógrafos de todo el mundo que de la noche a la mañana pudieron mejorar sus operaciones al incluir la aviación, un campo que hasta entonces estaba reservado para grandes corporaciones con un fuerte espaldarazo financiero y extensas nóminas.

Al igual que con la introducción de cualquier nueva tecnología, no faltaron quienes dijese que la fotogrametría aérea tripulada estaba destinada a desaparecer y ser reemplazada por completo por aviones no tripulados que recorren los cielos de forma autónoma mapeando la Tierra.

Bueno, hemos escuchado predicciones similares antes y ninguna de ellas se ha hecho realidad, al menos en nuestra profesión. La fotogrametría aérea no terminó con la topografía terrestre, el GPS no eliminó la necesidad de teodolitos y los satélites no terminaron con la era de la fotogrametría aérea tripulada.

Un simple ejercicio matemático nos ilustra que el reemplazo completo de la fotogrametría tripulada, si es que llega, aún está a unas décadas de distancia. Tomemos, por ejemplo, el tiempo de vuelo de la mayoría de las plataformas aéreas no tripuladas en la actualidad. Si tiene la mala suerte de estar utilizando un multi-cóptero, prepárese para tener tiempos de vuelo de 25 minutos o menos y estar constantemente dentro del alcance visual del operador, lo que reduce en gran medida las áreas a inspeccionar a la inmediatez de las carreteras.

Si por otro lado, está utilizando un avión de ala fija, entonces los tiempos de vuelo se duplican a una hora o incluso más, pero el alcance visual aún se aplica, por lo tanto, las restricciones de área por vuelo no mejoran mucho.

Para empezar, los aviones tripulados convencionales pueden volar más alto, se les permite sobrevolar el Espacio Aéreo Nacional (NAS), pueden volar más tiempo y tienen un formato de cámara y lentes más grandes. Todos estos factores se combinan para crear una gran brecha con aviones más pequeños que no pueden superar altitudes superiores a los 400 pies, tienen cámaras pequeñas y vuelan a velocidades más bajas.

Tabla 1. Área cubierta por una cámara de 230 mm instalada en una aeronave tripulada

Área en Kilómetros Cuadrados	Lente de la Cámara (mm)				
	85	153	210	305	610
	Altitud de Vuelo (Ft)				
0.05000	295	492	689	984	2,001
1.07000	1,246	2,263	3,083	4,494	8,987
4.77000	2,657	4,756	6,560	9,512	18,991
11.12000	4,330	7,282	9,971	14,498	29,028
20.12000	5,445	9,774	13,448	19,516	39,032

Uno de los principales problemas con la fotogrametría no tripulada es que las cámaras son de formato pequeño y, por lo tanto, su huella en el suelo mientras toman fotografías también es proporcionalmente pequeña y el área cubierta palidece en comparación con los formatos más grandes de los aviones tripulados. Las cámaras de gran formato que normalmente se instalan en aeronaves tripuladas utilizan un sensor de 230 mm, mientras que los vehículos aéreos no tripulados pueden llevar cámaras de formato medio (53,4 mm) o de formato pequeño (23,5).

Tabla 2. Área cubierta por una cámara de formato medio (53,4 mm) instalada en un dron

Altitud de Vuelo (ft)	Lente de la Cámara (mm)		
	35	80	150
	Área por foto en Km Cuadrados		
200	0.00517	0.00077	0.00025
400	0.01812	0.00336	0.00103

Como puede observarse en las Tablas 1 y 2, la marcada diferencia entre la cobertura con un formato grande a gran altura y un formato pequeño a baja altitud se ve agravada por muchos factores.

Un problema que tienen en común las plataformas tripuladas y no tripuladas es el ángulo del sol o, en otras palabras, la ventana de oportunidad para que las fotos tengan la longitud de sombra adecuada para poder utilizarlas.

Según mi experiencia personal de más de 40 años de vuelo a todas las altitudes y tipos de aviones posibles, no se debe usar nada antes de las 9:00 a. m. y después de las 3:30 p. m. para cartografía. Pueden haber excepciones basadas en el terreno y las estaciones del año, pero en general los fotogrametristas desarrollan un sexto sentido que les dice si una imagen será rechazada por la oficina o no. Es por eso que las reglas generales o guías, son importantes para las personas que están comenzando en la profesión. Entonces, si solo tenemos seis horas de vuelo efectivo en un día con clima perfecto, ¿los fotogrametristas elegirían usar una plataforma que pueda cubrir unas pocas hectáreas en ese día perfecto o algo que pueda cubrir miles de hectáreas en el mismo período de tiempo?

La respuesta, lamentablemente, no es blanca o negra, es una especie de gris, como siempre. De la misma manera que las nuevas tecnologías rara vez reemplazan los procesos y procedimientos completamente establecidos, los drones de fotogrametría están aquí para ofrecer una alternativa a los fotogrametristas al agregarse al menú de posibilidades a escoger para llevar a cabo el trabajo correctamente.

Usemos el ejemplo de una misión sobre el Golfo de México, en la que es necesario fotografiar toda la infraestructura de plataformas petroleras de una empresa petrolera. Una misión que se extiende 50 millas mar adentro, volando a 10.000 pies y 240 nudos de velocidad. En otras palabras, no es una misión para un dron.

(Continúa en la Página 3)

Ing. Juan Plaza
Plaza Aerospace
www.plaza.aero

**ALEITAG:
ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE ESTUDIANTES DE
INGENIERÍA TOPOGRÁFICA, EN AGRIMENSURA
Y GEOMÁTICA**



Al conocerse los liderazgos de diferentes organizaciones de estudiantes se comienza a gestar la Asociación Latinoamericana de Estudiantes de Ingeniería Topográfica, en Agrimensura y Geomática (ALEITAG), que busca representar a todos los estudiantes de las carreras afines de la región de Latinoamérica, también con el fin de agrupar los esfuerzos para crear y proponer actividades que beneficien la formación de los futuros ingenieros de nuestra carrera y sus diferentes nombres.

Desde enero del 2020, estudiantes de Brasil, Argentina, Colombia, México, Chile, Costa Rica y República Dominicana, inician videoconferencias donde fijaron una ruta de formación, teniendo como primera acción, la creación de un estatuto, las reglas de convivencia para los estudiantes que formen parte de ella, pudiendo concretar en seis meses el documento que nos rige.

El siguiente paso sería una reunión presencial entre los diferentes representantes de los países que formaban parte, para tener un acto protocolario de inicio formal de la organización. Por cuestiones de la pandemia que se padeció, la reunión se pudo concretar hasta octubre de 2022, en el marco del 1er. Congreso Universitario de Geomática en Colombia, en las instalaciones de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, en la ciudad de Bogotá. En este evento pudimos dar a conocer las organizaciones de estudiantes que cada país tiene, así como la firma de los estatutos por cada uno de los representantes de cada país que participa en ALEITAG (Fig. 1) y la presentación del Consejo Directivo de la organización que tendrá un periodo de un año, quedando definido de la siguiente forma:

- Presidente: Miguel Ortiz (México)
- Vicepresidente: Lucas Molina (Argentina)
- Secretario General: Martín Briones (Chile)
- Secretaria de Difusión y Redes Sociales : Rayanne Batinga (Brasil)
- Secretario de Relaciones Públicas: Daniel Pinzón (Colombia)
- Secretario Administrativo: Federico Guerrero (Argentina)

Una vez sentadas las bases de la Asociación se iniciaron actividades en primer instancia de forma virtual, por la distancia y porque comenzaron en medio de la emergencia sanitaria del COVID 19, al retrasarse tanto la reunión inicial. Teniendo conversatorios entre estudiantes de diferentes universidades, conferencias o disertaciones técnicas de nuestra ingeniería, talleres, etcétera. La meta es incrementar estas actividades para los estudiantes, integrar a más países a la organización, colaborar con organizaciones afines en los objetivos de mejorar las condiciones de la carrera en sus diferentes ámbitos.

Y también nos hemos fijado las próximas reuniones presenciales de la organización, para este año en el marco del 11vo Encuentro Nacional de Estudiantes de Agrimensura (ENEA), que se llevará a cabo del 11 al 14 de octubre, en la ciudad de Corrientes en Argentina, organizado por la Comisión Nacional Permanente de Estudiantes de Agrimensura (CONAPEA). Para el 2024 se llevará a cabo en el mes de octubre, en México, en el marco del 5to. Congreso Nacional de Estudiantes de Ingeniería Geomática, Geodésica y Geomática, en el cual son bienvenidos a asistir como participante o conferencista.



Figura 1. Firma de estatutos en Bogotá, Colombia

Además de ser bienvenidos todos los estudiantes que cursan las carreras de Ingeniería Topográfica, Geodésica, Geomensura, Catastral, en Agrimensura, Cartográfica, Geomática y afines, para formar parte de la Asociación de Estudiantes. Y las empresas, entes gubernamentales, profesionales y organizaciones sin fines de lucro, que quieran colaborar. No duden en contactarnos por medio del correo aleitag.contacto@gmail.com o en redes sociales como aleitag.

Miguel Angel Ortiz Martínez
Presidente de ALEITAG

**EL FUTURO DE LA FOTOGRAMETRÍA AÉREA.
(¡NO ES TODA SIN PILOTO!)**

(Viene de la Página 2)

Por otro lado, si tenemos una misión que requiere mapear 400 hectáreas de terreno agrícola para mapear a escala 1:5000 con curvas de nivel cada 50 cms, este es el trabajo perfecto para un dron de ala fija con cámara de pequeño formato.

Vivimos en una era en la que hay herramientas para cada trabajo, desde recopiladores de datos GIS basados en teléfonos inteligentes hasta cámaras aéreas de gran formato de un millón de dólares. Agrimensores, fotogrametristas, cartógrafos, geógrafos y muchos otros en nuestra profesión y nuestra industria tienen más herramientas que nunca y podemos decir con seguridad que después de 2723 años mapeando la misma Tierra todavía nos divertimos y disfrutamos del aire libre mientras ayudamos a la humanidad a comprender su entorno para progresar y mejorar nuestra forma de vida.

Ing. Juan B. Plaza
Plaza Aerospace
www.plaza.aero
juan@plaza.aero

SERVICIO ECUATORIANO DE POSICIONAMIENTO GNSS EN TIEMPO REAL "REGME-IP", BASADO EN PROTOCOLO NTRIP. (Viene de la Página 1)

REGME-IP: A partir de octubre del 2020, el Instituto Geográfico Militar Ecuador IGM, bajo cooperación con la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH, libera a nivel nacional el Servicio de Posicionamiento en Tiempo Real REGME-IP, basado en protocolo NTRIP (Fig. 1). El servicio es libre y sin costo para todos los usuarios de la comunidad GNSS nacional y global. El nombre se deriva de la Red GNSS de Monitoreo Continuo del Ecuador REGME, añadiendo el acrónimo IP, debido a la forma de transmisión del Stream de corrección mediante el protocolo de Internet.



Figura 2: Arquitectura REGME-IP

La arquitectura básica del servicio REGME-IP, está formada por los siguientes componentes (Fig. 2): **Ntrip Source:** Todas las estaciones CORS que forman parte de la REGME. **Ntrip Caster:** Servidores instalados en el data center del Instituto Geográfico Militar IGM, y en la Facultad de Informática y Electrónica de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH. **Ntrip Client:** Todos los usuarios locales y globales, que soliciten el acceso al servicio por medio del portal web. <http://www.geoportaligm.gob.ec/ntrip/public/visor>

Caster principal IGM: El servidor caster principal del IGM se encuentra en el data center en Quito, con disponibilidad de conexión 24/7. El equipo de cómputo destinado para la instalación y operación del caster, cuenta con sistema operativo Linux. El Software Caster BKG Profesional, está diseñado para la recepción de los streams de datos transmitidos por las estaciones CORS de la REGME, tiene capacidad de conexión de más de 1000 estaciones CORS y más de 2000 usuarios rover por estación, garantizando así la disponibilidad del servicio en circunstancias de alta demanda. El servidor caster principal transmite las correcciones en formato RTCM 2.3 y RTCM 3.0.

Caster backup ESPOCH: El servicio de correcciones en tiempo real REGME-IP, es un servicio nacional que exige la disponibilidad e integridad de la información que se ofrece a la ciudadanía. Como todo sistema de comunicación, es importante mantener el servicio 100% operativo. Para garantizar el servicio, se implementa un servidor caster backup, en el data center de la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH en la ciudad de Riobamba, el mismo que actúa como un espejo; operativo de forma paralela al servidor caster principal. Su función es la de proveer la conexión a los usuarios, en caso de falla del servidor principal. El servidor caster backup transmite únicamente las correcciones en formato RTCM 3.0, debido a la disponibilidad de puertos de configuración en las estaciones CORS.

ESTADÍSTICAS DEL SERVICIO E INFRAESTRUCTURA REGME-IP: El servicio REGME-IP inició con 26 estaciones CORS, sin embargo, en la actualidad cuenta con 35 estaciones distribuidas en el territorio nacional. Con fecha de corte marzo 2023, el servicio REGME-IP tiene aproximadamente 1500 usuarios registrados en el geoportal institucional (<https://www.geoportaligm.gob.ec/ntrip/public/visor>). En la Figura No. 3, se presentan las estadísticas de uso del servicio.

PRINCIPALES APLICACIONES DEL SERVICIO: Previo al lanzamiento y liberación del servicio REGME-IP, octubre 2020, las actividades de posicionamiento GNSS en Ecuador, se desarrollaban principalmente mediante el método estático diferencial post-proceso; sin embargo, en la actualidad la mayoría de usuarios optan por el uso de técnicas en tiempo real.

Estadísticas Usuarios REGME-IP		
No.	Tipo Institución	Cantidad
1	Privada	829
2	Pública	392
3	Educativa	230
4	Investigativa	90
TOTAL USUARIOS MARZO 2023		1541

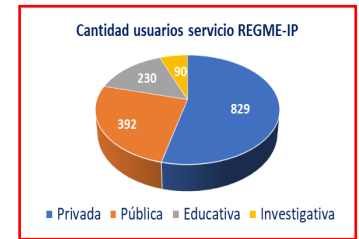
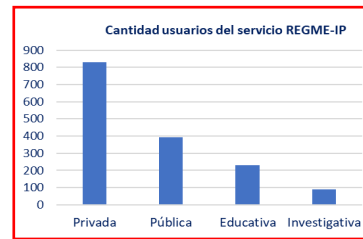


Figura 3: Estadísticas de usuarios REGME-IP

Las estadísticas de la Figura 3, muestran un incremento progresivo del servicio, debido a la fiabilidad y calidad del *stream* de datos transmitidos, mismos que aportan en la productividad y rendimiento de las actividades de campo. A continuación, en la Tabla 1, se presenta un breve análisis comparativo, sobre el posicionamiento tradicional estático diferencial vs. el servicio de posicionamiento en tiempo real NTRIP. En la actualidad, son diversas las actividades que se desarrollan mediante el uso del servicio REGME-IP, entre las cuales podemos citar: fotografía aérea georreferenciada RT mediante drones, topografía, cartografía, catastro, fiscalización, gestión de riesgos, puntos de control, infraestructura, obra civil, entre otros (Fig. 4).

Tabla 1: Análisis comparativo estático diferencial vs. RT Ntrip

ESTIMACIÓN DE TIEMPOS QUE TOMA LA EJECUCIÓN DEL LEVANTAMIENTO DE PUNTOS GNSS EN CAMPO							
Zona:		Urbana		Versión:			1,0
Proyecto:		Cartografía Base					
Método	Tiempo de Rastreo	Tiempo para cambio de punto	Tiempo necesario por cada punto	Puntos por día de trabajo y por cada técnico	Requiere Post-proceso	Tiempo entrega elenco coordenadas	
	minutos	minutos	minutos	Jornada 8 Horas	Software, Hardware	Días	
Estático Diferencial	25	15	40	12	SÍ	3	
REGME-IP NTRIP	1	15	16	30	NO	1	

Contribuimos y apoyamos diversos proyectos de investigación a nivel local, regional y global, por ejemplo, el servicio de clima espacial para la OACI (Organización de Aviación Civil Internacional), cuyo objetivo es enviar alertas casi en tiempo real a la comunidad aeronáutica mundial, cuando se detectan perturbaciones ionosféricas que puedan afectar la navegación GNSS, especialmente debido a los centelleos ionosféricos. De igual manera, contribuimos con MAGGIA-UNLP para la incorporación del *stream* de observaciones REGME-IP, al sistema multi GNSS, multi frecuencia y casi a tiempo real, del monitoreo del TEC ionosférico en Sud América.



Figura 4. Aplicaciones de REGME-IP

(Continúa en la Página 6)

David Cisneros - IGM Ecuador
Mónica Zabala - ESPOCH

XIV ESCUELA INTERNACIONAL SOBRE "LA DETERMINACIÓN Y USO DEL GEOIDE"



Del 13 al 17 de noviembre de 2023 se llevará a cabo la XIV Escuela Internacional sobre "La Determinación y Uso del Geoide". La Escuela tendrá lugar en el Instituto Geográfico Nacional, en Buenos Aires, Argentina, se dictará en modalidad presencial y se impartirá únicamente en inglés.

El propósito general de la Escuela es preparar a nuevos estudiantes graduados, jóvenes científicos y empleados de agencias nacionales para calcular y usar geoides gravimétricos para aplicaciones científicas y técnicas en Geodesia. La Escuela brinda una excelente oportunidad para familiarizarse con el último desarrollo de determinación de geoide y mejorar los contactos y colaboraciones internacionales entre científicos que se ocupan del modelado de campos de gravedad.

Además, es de gran importancia que la comunidad científica esté vinculada con las Agencias Cartográficas responsables de la implementación del GGRF (Marco Geodésico Global de Referencia) en el país, para que las investigaciones realizadas en el marco científico puedan aplicarse en el desarrollo de la geodesia regional y local. La Escuela se organizará en cooperación con el Servicio Internacional para el Geoide de la Asociación Internacional de Geodesia.

Para un mejor aprovechamiento de los conocimientos que se impartirán en la Escuela, es necesario que los asistentes tengan conocimientos básicos sobre las siguientes temáticas:

- Conceptos sobre mediciones y cálculos gravimétricos
- Conceptos sobre mediciones y cálculos altimétricos
- Conceptos sobre cálculo y utilización de Modelos Digitales de Elevación
- Conceptos sobre Modelos Geopotenciales

Está previsto un número máximo de 30 asistentes y las inscripciones estarán abiertas del 20 de marzo al 20 de julio de 2023 en:

<https://forms.gle/HYsAdAuJ4PuzvNXH9>

La Escuela está siendo organizada por:

- SIRGAS – Geodetic Reference System for the Americas
- Instituto Geográfico Nacional de Argentina
- International Service for the Geoid – International Association of Geodesy

Y el Comité Organizador está integrado por:

- Dr. Gabriel Guimarães
- Dra. Claudia Tocho
- Eng. Hernán Guagni
- Dra. Daniela Carrion

Más información y contacto: gabriel@ufu.br

Dra. Sonia Costa
Presidente de SIRGAS

8ª ESCUELA SIRGAS EN SISTEMAS DE REFERENCIA

Del 3 al 7 de julio de 2023 se realizará la 8ª Escuela SIRGAS sobre "Sistemas de Referencia". La Escuela tendrá lugar en la Universidad de Costa Rica y Universidad Nacional, en San José y Heredia, Costa Rica, se llevará a cabo de manera presencial y se impartirá únicamente en español.

Un curso de cinco días para profesionales avanzados, jóvenes científicos y empleados de agencias nacionales con los temas fundamentales de la geodesia física y geométrica. La escuela se dividirá en dos bloques: teórico (dos días y medio) y práctico (dos días y medio). Durante el bloque de prácticas se desarrollarán los temas necesarios para el procesamiento y ajuste de redes GPS/GNSS con paquetes BERNESE y GAMIT/GLOBK. Al finalizar el curso, se espera que los participantes sean capaces de:

- saber cuáles son los metadatos necesarios para procesar GNSS
- comprender los detalles del procesamiento GNSS
- montar un procesamiento GAMIT/BERNESE con datos propios
- utilizar GLOBK/BERNESE para realizar combinaciones diarias y semanales
- densificar IGS20 utilizando los datos de ejemplo

Las sedes habilitadas para las clases serán la Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (para las clases teóricas) y la Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Topográfica (para las clases prácticas de Gamit/Globk y Bernese).

La escuela está siendo organizada por:

- SIRGAS – Sistema de Referencia Geodésico para las Américas
- Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica
- Universidad de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Topográfica
- Universidad Nacional, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

El comité organizador está integrado por:

- Dr.-Ing. Mauricio Varela Sánchez (ICR)
- M.Sc.-Ing. Robert Laurent Sanabria (ICR)
- Ing. Álvaro Alvarez (IGN-CR)
- Ing. Gabriela Cordero Gamboa (UNA)
- Ing. Sara Bastos Gutierrez (UNA)

Contacto: mauricio.varelasanchez@ucr.ac.cr

Y los profesores que dictarán las clases son:

- Prof. Dr. Gabriel Guimarães (Universidade Federal de Uberlândia, Brazil)
- Prof. Dr. Demián Gomez (Ohio State University, Earth Sciences, USA)
- Prof. Dr. José Antonio Tarrío Mosquera (Universidad Santiago de Chile, Chile)



Dra. Sonia Costa
Presidente de SIRGAS

Invitación a publicar en *Geom@il*

Estimado lector de Geom@il:

Si tienes un artículo sobre algún fundamento teórico o práctico de la Geomática, o una reseña de tesis, publicación en revistas arbitrada o cualquier tema para ser divulgado a la comunidad de habla hispana, no dudes en contactarnos a la siguiente dirección

geomailedit@gmail.com

ALEJANDRO DE HUMBOLDT Y LA GEODESIA VENEZOLANA

“El barón de Humboldt le ha hecho más bien a la América que todos los conquistadores”
Simón Bolívar

Alejandro de Humboldt nace en Tegel (reino de Prusia), actualmente una localidad de la actual Berlín, el 14 de septiembre de 1769 y fallece en la misma ciudad el 6 de mayo de 1859. Fue Humboldt un científico, explorador y descubridor de la naturaleza americana, en la que desarrolla y aplica sus vastos conocimientos en diferentes disciplinas, desde la Geodesia, Geografía, Astronomía, Geología y Cartografía hasta la Física, Botánica, Zoología, Oceanografía, pasando por la Climatología y la Vulcanología, entre otras ciencias; por lo que se afirma que es un erudito, un sabio universal. En este sentido, viene a recorrer los derroteros marcados por Colón, luego de conocer las rutas de Marco Polo, las pautas de encuentro con las rutas árabes y el viaje alrededor del mundo de Fernando de Magallanes y terminado por Sebastián Elcano, entre otros viajeros y navegantes.

La obra de Humboldt se ha reconocido principalmente en Venezuela, de manera resumida, por la visita a la Cueva del Guácharo, en la que describe por primera vez para la ciencia al ave que le dio su nombre a esta caverna que durante muchos años se mantuvo como la más extensa de Venezuela. Igualmente por haber sido el primero en ascender hasta la Silla de Caracas (actual cerro El Ávila). También por haber confirmado la comunicación de las hoyas hidrográficas de los ríos Amazonas y Orinoco a través del Brazo Casiquiare, entre otras; sin embargo, no se ha analizado su inicio como un hito importante en la Geodesia venezolana.

Humboldt con 29 años, arriba a tierra firme venezolana, costas de Cumaná, el 16 de julio de 1799, junto a su compañero de viaje, el francés Aimé Bonpland, quienes permanecerán en este continente hasta 1804, luego de recorrer los territorios actuales de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, México, Cuba y Estados Unidos.

En cuanto al estado de la Geodesia para la fecha de llegada de Humboldt a la provincia de Venezuela, se puede afirmar que ya se ha definido la segunda teoría de aproximación de la forma de la Tierra, el elipsoide, luego del viaje de Magallanes y Elcano (1519 – 1522), de las expediciones geodésicas de la Academia de Ciencias a Ecuador (1735 – 1744) y a Laponia (1736 – 1737) que vienen a darle la razón a Newton en la discusión que sostuvo con Cassini sólo con el objetivo de esclarecer las dos teorías en discusión sobre si la forma elipsoidal de la tierra era achatada en los polos o en el Ecuador. En tanto, Newton también había sentado las bases del cálculo infinitesimal, publicado en 1687. En cuanto a los equipos de medición, el principal instrumento utilizado, era el teodolito con el telescopio y los círculos o semicírculos graduados. Asimismo, para la época se había encontrado solución a dos problemas fundamentales de la Geodesia: la determinación de la longitud, resuelto en el siglo XVIII, y la determinación de la latitud por medio de observaciones a las estrellas, planetas y sus satélites.

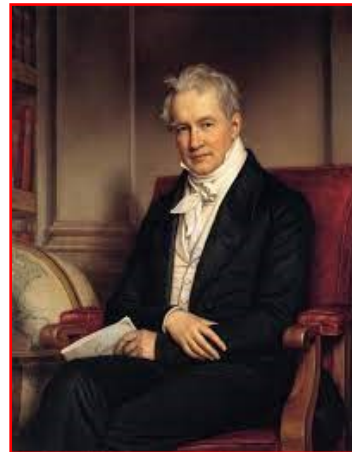
Humboldt desembarca trayendo los equipos e instrumentos geodésicos, astronómicos, meteorológicos, entre otros, que serán los más modernos y precisos, producidos por los mejores fabricantes de la época; necesarios para estudiar los fenómenos en diferentes escenarios. Igualmente se había dedicado a estudiar los métodos y técnicas como la triangulación geodésica, una sólida formación sobre el posicionamiento astronómico, y la asignación, además, al estudio de la refracción astronómica. Para evaluar la calidad, como ejemplo, de algunos de los instrumentos que trae, se menciona, según Mario Ruíz Morales en la obra: *La aventura métrica de Alexander von Humboldt (1799-1804)*, 2012: un sextante de Ramsden, de 10 pulgadas de radio, con graduación sexagesimal y divisiones cada 20 segundos; un reloj de longitud de Louis Berthoud; un magnetómetro de Saussure y una brújula de declinación de Lenoir de un pie de diámetro; un anteojo acromático de 3 pies fabricado por Dollond y un teodolito de Hurter, de 8 pulgadas de diámetro.

La obra que mejor describe el paso por Venezuela es el *Viaje a las regiones equinociales del nuevo continente*, publicado por primera vez en París en 1826, que relata con una voz poética los pasos por estas tierras. Estudiará los fenómenos que encontrará en diferentes escenarios, los que le inducirán a afirmar “Los viajes por tierra ofrecen en efecto grandes dificultades para el transporte de instrumentos y colecciones; pero estas dificultades son bien compensadas por muchas ventajas reales, cuya enumeración sería inútil hacer aquí”.

La posición de montañas, pueblos y otros sitios las determinará por medio de la longitud y latitud por observaciones astronómicas. Realizará nivelaciones de las altitudes por medio del barómetro. También determina la inclinación de la brújula (denominada en aquella época como la aguja de marear). Estudió las intensidades de las fuerzas magnéticas, observaciones sobre la humedad, la temperatura, la carga eléctrica, el grado de transparencia del aire, elaborará perfiles geológicos, haciendo énfasis en la calidad de las observaciones y cálculos, con una exactitud acorde con los instrumentos utilizados.

Al efecto, afirmó: “Cada observación ha sido calculada según las tablas y los métodos que se miran como los más exactos en el estado actual de nuestros conocimientos; y, para poder juzgar del grado de confianza que merecen los resultados, hemos conservado todo el detalle de las operaciones parciales”. De igual manera, aplicará el método de comparación de resultados obtenidos por otros autores.

Apenas desembarca en Cumaná se dedica a realizar las primeras observaciones astronómicas de Venezuela, y continuará con el posicionamiento a lo largo del territorio visitado, pasando por Caracas, Valencia, continuando hacia el sur para deducir la comunicación fluvial entre las cuencas que forman los ríos Amazonas y Orinoco, a través del Brazo Casiquiare. Continuará por la actual Ciudad Bolívar y regresará a Cumaná para continuar rumbo a Cuba.



Deja Humboldt una enorme cantidad de puntos posicionados, que utiliza, además, para la elaboración, corrección y actualización de cartas. Estos puntos determinados por Humboldt serán la “semilla tierna” de lo que, en el futuro, en pleno siglo XX, se denominarán los vértices geodésicos de las redes de triangulación, como elementos del control geodésico básico nacional; mientras que las determinaciones de altitudes será el comienzo de la materialización de los puntos BMs (Bench Marks) de las redes verticales. Aquí deja Humboldt su “huella geodésica” de su paso durante un año, cuatro meses y ocho días por el territorio venezolano, con las respectivas actividades y marcos fundamentales de la Geodesia: observar, medir, calcular, analizar.

Figura 1. Alejandro de Humboldt. Fuente: Wikipedia

José Napoleón Hernández

[\(josenapoleonhernandez@gmail.com\)](mailto:josenapoleonhernandez@gmail.com)

Jubilado del Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar

Actualmente en AB proyectos SA, Colombia.

SERVICIO ECUATORIANO DE POSICIONAMIENTO GNSS EN TIEMPO REAL “REGME-IP”, BASADO EN PROTOCOLO NTRIP

(Viene de la Página 4)

RETOS Y PERSPECTIVAS: A corto plazo, se prevé actualizar y repotenciar el servicio REGME-IP, mediante nuevas estaciones CORS multi-constelación y multi-frecuencia, compatibles con las constelaciones GNSS vigentes en la actualidad: GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, con la finalidad de garantizar el servicio NTRIP, alineados al plan estratégico del IGS, con el proyecto en tiempo real MGEX.

De forma paralela, es oportuno avanzar con la experimentación, pruebas de funcionamiento e implementación de nuevos servicios de posicionamiento en tiempo real, por ejemplo, basados en PPP (Posicionamiento Puntual Preciso). En los próximos años, estimamos el lanzamiento del nuevo servicio REGME-PPP, para ello es importante integrar estaciones CORS a la infraestructura del IGS, e integrar en los respectivos caster locales, la información necesaria para la obtención de streams de orbitas y corrección de reloj precisas.

Finalmente, es importante promulgar la divulgación de los avances y resultados obtenidos, acerca de la implementación de técnicas de posicionamiento en tiempo real, para conocimiento de los usuarios (públicos, privados, academia, etc), por medio de eventos y charlas técnicas; y a través de los canales informativos oficiales del IGM y SIRGAS.

David Cisneros - IGM Ecuador

[\(david.cisneros@geograficomilitar.gob.ec\)](mailto:david.cisneros@geograficomilitar.gob.ec)

Mónica Zabala - ESPOCH

DISTANTES, PERO NO AUSENTES, SIGGMA PRESENTE EN VENEZUELA

Una de las motivaciones principales para fundar SIGGMA, nació por la necesidad de estrechar vínculos entre los ingenieros geodestas venezolanos con las universidades e instituciones que ofrecen y/o trabajan con esta rama del conocimiento, motivación que luego se planteó como un objetivo y misión a cumplir.

En el último año hemos venido trabajando estrechamente con el recientemente reinaugurado Laboratorio de Geodesia Física y Satelital Dr. Melvin Hoyer (LGFS-MH), de la Universidad del Zulia (LUZ), apoyando a esta dependencia que está buscando salir a flote a pesar de las adversidades. Por esta razón, SIGGMA no dudó en hacerse presente y dar un paso al frente en las labores de recuperación y repotenciación de equipos de medición geodésica que se encontraban en el LGFS-MH y que por diversos motivos no habían podido ser utilizados.

Conociendo la importancia que tiene para la formación de los ingenieros geodestas y profesionales afines la interacción directa con la técnica de medición GNSS (instrumental, software de procesamiento y análisis de resultados) este aporte constituyó el primer paso para que los docentes/investigadores de esta dependencia pudieran retomar y ejecutar las actividades académicas más allá de las aulas de clases, volviendo después de 4 años "al campo", y abriendo el abanico de posibilidades concernientes a investigaciones, proyectos y servicios relacionados con esta área del conocimiento, contribuyendo de forma directa con la formación académica de los estudiantes de esta universidad, que para muchos miembros de SIGGMA, representa su alma mater (Ver Fig. 1).

Igualmente, con la intención de seguir estrechando vínculos y fomentando el *networking* entre las instituciones relacionadas con la ingeniería geodésica, geomática, agrimensura y afines, y acercar a nuestros miembros venezolanos y extranjeros a las actividades realizadas en nuestro país, SIGGMA se sumó como miembro del comité organizador en la planificación y ejecución del II Congreso Venezolano de Geociencias a realizarse en la ciudad de Caracas, Venezuela del 20 al 24 de marzo de 2023, congreso que se propone como un espacio de integración científica en el que participan universidades, instituciones públicas de investigación, sociedades científicas nacionales e instituciones privadas para generar debates y actualización de conocimientos, que permitan integrar de manera transversal las distintas disciplinas asociadas a las geociencias en pro de generar un desarrollo eficiente e integral de Venezuela (Ver Fig. 1).

Para nosotros es muy significativo poder seguir contribuyendo con el crecimiento geodésico venezolano y servir de enlace entre las actividades de esta índole realizadas en el país y todos los profesionales encontrados en otras latitudes.



Figura 1. Utilización de equipos GNSS recuperados en el LGFS-MH (figuras de la izquierda y del centro). Organizaciones promotoras del III Congreso de Geociencias (figura de la derecha)

Desde SIGGMA nos enorgullece poder constatar que aún a pesar de las adversidades las instituciones académicas y de investigación venezolanas se mantienen de pie y es un honor para esta sociedad aportar un grano de arena en ese trabajo arduo que realizan en Venezuela.

Aprovechamos esta oportunidad para felicitar y rendir un aplauso a todas esas personas detrás de estos logros que, aunque parezcan pequeños significan mucho para el desarrollo de la nación. Esperamos que, con estas líneas nazca la motivación en muchas otras sociedades/instituciones/personas para que se sumen a esta recuperación del conocimiento científico y académico venezolano. De nuestra parte aquí estaremos siempre.

¡Sigam conectados con nosotros!

Equipo SIGGMA
www.siggma.world
 @siggmaxyz

EN POCAS PALABRAS.....

- ◆ **Conectados con el mundo de los drones:** Para todos los interesados en noticias y novedades sobre los drones o UAV, "Conexión Hispana UAV" le informará cada mes sobre los productos, innovaciones, modelos comerciales y aplicaciones que están marcando la diferencia en este mercado dinámico y en expansión. Más información en <https://www.commercialuavnews.com/conexi-n-hispana-uav-spanish-language-drone-news-and-insights>.
- ◆ **Webinar sobre GNSS en Tiempo Real:** el IPGH y el Grupo SIRGAS - Tiempo Real trabajan en la organización de un *webinar* internacional para todos los interesados en el tema de GNSS en TR, el cual se celebrará, tentativamente, en el próximo mes de julio de este año y permitirá divulgar los avances de diferentes países del área en las tecnologías GNSS TR tales como NTRIP y PPP. Interesados contactar al Ing. David Cisneros, coordinador del grupo SIRGAS TR (david.cisneros@geograficomilitar.gob.ec).
- ◆ **Organizando los datos geodésicos:** GGOS está invitando a toda la comunidad geodésica a participar en una encuesta para el desarrollo del portal GGOS "un futuro punto de acceso único para datos y productos geodésicos", participa en el siguiente link: <https://ggos.org/portal/>

Geom@il es una publicación digital con fines 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

Para consultar o descargar ediciones anteriores de Geom@il, visite:

<https://siggma.world/> o
<http://geomailblog.wordpress.com/>



Comité Editorial:

- ◆ Melvin J. Hoyer R., Coordinador
- ◆ Ileanis Arenas
- ◆ José Napoleón Hernández
- ◆ Darwins Cortés

Colaboración especial en este número:

- David Cisneros
- José Napoleón Hernández
- Juan Plaza
- Miguel Ortiz
- Mónica Zabala
- SIGGMA
- Sonia Costa

Cada autor es responsable del contenido y uso de figuras, textos y nombres comerciales o registrados, en los artículos publicados en esta edición de Geom@il .